

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

**PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y
LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL**



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD,
PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL**

**Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto
Hidropónico**

PRESENTAN

Lic. en Ingeniería Ambiental. María Fernanda Andrade Ríos

Lic. en Ingeniería Ambiental. Nuria Fábregas Moctezuma

Lic. en Ingeniería en Biotecnología. Roberto Olvera Hernández

Profesoras PAP:

Dra. Melissa Ley Cervantes

Dra. María Yolotxóchitl Ramírez García

Tlaquepaque, Jalisco, 19 de marzo de 2022

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	1
Reporte PAP	3
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen	0
Sistema de Captación de Agua Pluvial.....	0
Huerto Hidropónico.....	0
1 Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	2
1.1.1 Situación Económica y Demográfica de Chiquilistlán, Jalisco.....	2
1.1.2 Situación de Escasez de Agua en Chiquilistlán, Jalisco.....	3
1.2 Caracterización de la organización	3
1.3 Identificación de las problemáticas.....	4
1.4 Planeación de alternativas.....	5
1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora.....	6
1.5.1 Descripción del Sistema de Captación de Agua Pluvial.....	6
1.5.2 Diseño del Sistema de Captación Pluvial para la asociación “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”	16
1.5.3 Análisis comparativo de ambas propuestas para el Sistema de Captación Pluvial	27
1.5.4 Descripción del Huerto Hidropónico.....	28
1.5.5 Diseño del Huerto Hidropónico.....	32
1.5.6 Implementación del Huerto Hidropónico.....	34
1.6 Valoración de productos, resultados e impactos.....	35

1.6.1	Sistema de Captación de Agua Pluvial.....	35
1.6.2	Huerto Hidropónico.....	36
1.7	Anexos generales.....	38
1.7.1	Cálculos para la Propuesta 1 del Sistema de Captación de Agua Pluvial	38
1.7.2	Cálculos para la Propuesta 2 del Sistema de Captación de Agua Pluvial	42
1.7.3	Huerto Hidropónico.....	46
1.8	Bibliografía y otros recursos.....	48
2	Productos.....	51
3	Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	55
3.1	Sensibilización ante las realidades.....	55
3.2	Aprendizajes logrados.....	56
3.3	Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).....	60
3.4	Dimensión persona.....	77

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 Reporte PAP se presenta la metodología diseñada para la construcción de dos sistemas en las instalaciones de la asociación de “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.” (GANA), de acuerdo a las necesidades solicitadas por los representantes de las mismas. Los sistemas desarrollados son: un Sistema de Captación de Agua Pluvial y un Huerto Hidropónico.

Sistema de Captación de Agua Pluvial

Se propuso el diseño y presupuesto para la construcción de un Sistema de Captación de Agua Pluvial, para el cual se plantearon dos propuestas con diferentes áreas de captación ubicadas en distintas zonas: la Propuesta 1 tiene un área de captación de 508.4 m² y se ubica en el techo del auditorio de la asociación, mientras que la Propuesta 2 cuenta con un área de 36 m² y está localizada cerca al aljibe de esta. Ambas propuestas fueron diseñadas con el propósito de cubrir las demandas de agua que presenta la asociación. El objetivo de esta parte del proyecto es presentar la modelación de ambas propuestas, así como los requerimientos necesarios para la construcción, funcionamiento y mantenimiento del sistema.

En cuanto a los resultados para las propuestas del Sistema de Captación de Agua Pluvial, se obtuvo que la Propuesta 1 cumple con la demanda de agua anual de la asociación, mientras que la Propuesta 2 solamente satisface el 11.3% de esta. La diferencia en cuanto al presupuesto de los proyectos varía; este aumenta debido a la construcción o compra de los tanques de almacenamiento, resultando que ambos sistemas tienen un costo similar.

Huerto Hidropónico

Los huertos hidropónicos han sido implementados como métodos de tratamiento psicológico para personas mayores con demencia y en situación de abandono, así como terapia ocupacional para promover el envejecimiento activo. La asociación GANA busca implementar un sistema con esta finalidad, además de proponer su uso como herramienta de inclusión intergeneracional y mitigación de la desintegración familiar en Chiquilistlán.

Un sistema piloto de *Deep Flow Technique* (DFT) fue diseñado e instalado en las instalaciones de la asociación, el costo final fue de \$9,041.40MXN un incremento del 24.86% en comparación con el presupuesto inicial, esto fue un aumento esperado dado que se trata

de una planta piloto. El principal incremento de gastos fue en la tubería de PVC (\$4,241.68, 47% del total).

El sistema queda en espera de ser utilizado con su propósito inicial en las instalaciones de GANA, y es necesario llevar a cabo un análisis tecno-económico de todo el sistema para verificar la viabilidad funcional y económica del sistema en Chiquilistlán.

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 buscan aplicar 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.

Este proyecto se basará en la siguiente metodología:

- Identificación de las dimensiones y distribución de las áreas en donde se planea construir y desarrollar ambos sistemas.
- Conocimiento del presupuesto proporcionado por la asociación.
- Planteamiento de diseño para el sistema de captación de agua pluvial.
- Planteamiento de diseño para el huerto hidropónico.
- Modelación del sistema de captación de agua pluvial en las instalaciones de la asociación.
- Construcción e implementación del huerto hidropónico en las instalaciones de la asociación.
- Creación de un video-manual para el mantenimiento del huerto hidropónico.

La metodología mencionada anteriormente se desarrolló para diseñar un sistema de recolección de agua pluvial para contribuir al abastecimiento de agua en el municipio de Chiquilistlán, Jalisco, así como para diseñar e implementar un huertohidropónico en las instalaciones de la asociación “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.” para impulsar a

la comunidad a realizar actividades de integración social, tomando en cuenta los siguientes objetivos:

- Diseñar y modelar un sistema de captación de agua pluvial para las instalaciones de la asociación.
- Diseñar e implementar un huerto hidropónico para la producción de hortalizas dentro de las instalaciones de la asociación.
- Desarrollar un video-manual para el correcto uso e instalación del jardín hidropónico.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

El municipio de Chiquilistlán se encuentra localizado en el estado de Jalisco. Este tiene una superficie de 315.52 km², en donde el 86% tiene un clima semicálido y semihúmedo (IIEG, 2021). En el 2020 contaba con una población de 5,983 personas; esta es una comunidad que cuenta con un grado importante de pobreza y migración, así como diversos problemas tales como la salud de la comunidad (ya que hay un aumento de enfermedades crónico-degenerativas como la diabetes), la desintegración familiar y el aislamiento de otras comunidades (IIEG, 2018). A continuación, se describe el contexto de la localidad y su relación con las problemáticas identificadas.

1.1.1 Situación Económica y Demográfica de Chiquilistlán, Jalisco

En el 2015, el 78.4% de la población de Chiquilistlán se encontraba en situación de pobreza (esto indica que los habitantes tienen un ingreso menor al valor de la línea de bienestar y padecen al menos de una carencia social), el 15.2% era vulnerable por carencias sociales, el 2.4% era vulnerable por ingresos y solo el 3.9% no es ni pobre ni vulnerable. Estos datos lo posicionan como uno de los cuatro municipios de Jalisco con mayor porcentaje de pobreza multidimensional (IIEG, 2018).

Tomando en cuenta el índice de marginación (compuesto por factores como la falta de acceso a educación, la residencia en viviendas inadecuadas, bajos niveles monetarios y la residencia en localidades de menores de 5 mil habitantes), se encontró que el 52.7% de la población de Chiquilistlán se encuentra en pobreza moderada, mientras que el 25.7% se encuentra en un estado de pobreza extrema (IIEG, 2021).

Además, como se mencionó anteriormente, según el Consejo Nacional de Población se considera que la población de Chiquilistlán tiene un grado alto de intensidad migratoria a Estados Unidos (IIEG, 2018). Este fenómeno se presenta principalmente en la población joven, por lo que dentro de la comunidad existe una población de adultos mayores importante.

1.1.2 Situación de Escasez de Agua en Chiquilistlán, Jalisco

La zona tiene una precipitación media anual de 899 milímetros según la SIEG (2014), con un régimen de lluvias en los meses de junio a septiembre. De acuerdo a un estudio hidrológico realizado para el municipio de Chiquilistlán, en 2015 el 98.97% del agua subterránea era utilizada para actividades agrícolas, el 0.66% para actividades pecuarias y el 0.37% para el abastecimiento público urbano; sin embargo, en el estudio se menciona que existe un déficit de aguas subterráneas en el acuífero de Autlán (en el cual está localizado el municipio) de -1.85 mm³ por año, por lo que no existe volumen disponible para realizar nuevas concesiones (Comisión Estatal del Agua del Estado de Jalisco, 2015). Debido a lo expuesto anteriormente, cuando no es época de lluvia los habitantes de Chiquilistlán sufren de escasez de agua y falta de recursos hídricos para abastecer sus necesidades.

1.2 Caracterización de la organización

La asociación civil “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.” (GANA) está localizada en el municipio de Chiquilistlán, Jalisco; esta fue fundada hace 25 años para atender a las necesidades y contribuir al desarrollo de ancianos, niños, personas con capacidades especiales y otros grupos vulnerables de escasos recursos. Los servicios que ofrece la asociación son talleres productivos (como huertos familiares, artesanías, manualidades y actividades para hacer productos como mermeladas, escobas, entre otros), servicios de salud (como terapias de rehabilitación, rayos X, entre otros), educación y cultura y un programa de despensas que cuenta con entrega mensual a 250 familias.

Las personas involucradas en este PAP tienen tareas específicas para poder llevar a cabo un trabajo ordenado y eficiente. En la Tabla 1, se menciona los roles asociados a los integrantes del equipo y sus respectivos asesores para la elaboración de los resultados.

Tabla 1. Asignación de actividades para el PAP

Responsable	Actividad/ Entregable	Días de Duración	Asesor	Comienzo	Fin
María Fernanda y Nuria	Plan para el diseño del sistema de captación de agua pluvial	21	Anahí Salas, Melissa Ley y Yolotxóchitl Ramírez	18/02/22	11/03/22
Roberto	Plan para el diseño del sistema del huerto hidropónico	21		18/02/22	11/03/22
María Fernanda y Nuria	Modelo del sistema de captación de agua pluvial	48		12/03/22	29/04/22
María Fernanda, Nuria y Roberto	Sistema construido e implementado del huerto hidropónico	49		12/03/22	29/04/22
María Fernanda, Nuria y Roberto	Video-Manual del proceso del sistema de huerto hidropónico	14		22/04/22	06/05/22

Fuente: Elaboración propia

1.3 Identificación de las problemáticas

Como se mencionó anteriormente, el municipio de Chiquilistlán se encuentra en un espacio geográfico aislado de otras comunidades y además la población presenta diversas carencias y necesidades. Al realizar un diagnóstico de manera colaborativa entre el equipo PAP y la organización, se identificó que unas de las mayores problemáticas es la escasez de agua y la falta de integración social entre los adultos mayores.

Actualmente, la población sufre de escasez de agua en los meses de sequía, los cuales son de octubre a mayo. Durante este periodo, la comunidad se ve privada de realizar sus actividades domésticas y de bienestar personal (como aseo personal e incluso actividades recreativas que involucran el uso del agua).

El municipio de Chiquilistlán cuenta con un alto grado de intensidad migratoria de acuerdo con datos de IIEG (2021), y según la población local, la mayoría de las personas que emigran son jóvenes y adultos que dejan a adultos mayores en la localidad, resultando en una población compuesta en su mayoría por personas de la tercera edad. Las mujeres mayores en estos hogares sufren de alguna enfermedad o impedimento para realizar actividades, además de vivir en una situación de discriminación por género o abandono familiar. Una solución actual a este problema es la implementación de talleres semanales en la Asociación GANA para impulsar a mujeres y hombres a salir de sus casas y participar en actividades que les garanticen una vejez digna, productiva y saludable.

1.4 Planeación de alternativas

Durante este proyecto se planea diseñar un sistema de captación de agua pluvial e implementar un huerto hidropónico dentro de las instalaciones de la asociación como un proyecto piloto para resolver la problemática de escasez de agua, así como proporcionar un espacio de vinculación comunitaria para el adulto mayor, respectivamente. Estos sistemas funcionarán para el aprovechamiento de recursos mediante soluciones sustentables con el medio ambiente.

Para lograr tales objetivos y productos, se establecieron las siguientes actividades para el plan de trabajo:

- Identificación de las dimensiones y distribución de las áreas en donde se planea construir y desarrollar ambos sistemas.
- Conocimiento del presupuesto proporcionado por la asociación.
- Planteamiento de diseño para el sistema de captación de agua pluvial.
- Planteamiento de diseño para el huerto hidropónico.
- Modelación del sistema de captación de agua pluvial.

- Construcción e implementación del huerto hidropónico en las instalaciones de la asociación.
- Creación y desarrollo de un video-manual del huerto hidropónico.

A continuación, se muestra un Diagrama de Gantt con los entregables a realizar, así como la duración de la elaboración de cada uno de estos.

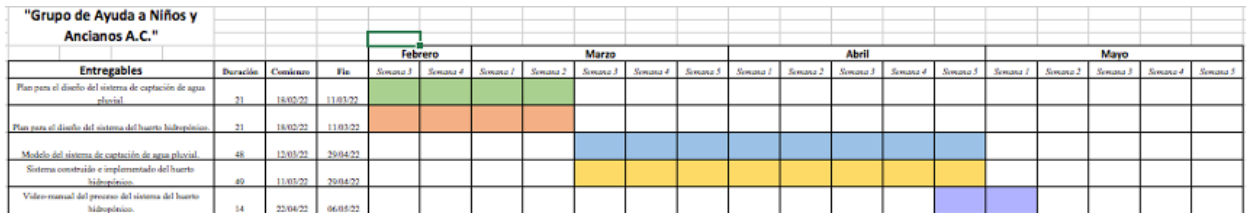


Figura 1. Diagrama de Gantt

Entregables	Duración	Comienzo	Fin
Plan para el diseño del sistema de captación de agua pluvial.	21	18/02/22	11/03/22
Plan para el diseño del sistema del huerto hidropónico.	21	18/02/22	11/03/22
Modelo del sistema de captación de agua pluvial.	48	12/03/22	29/04/22
Sistema construido e implementado del huerto hidropónico.	49	11/03/22	29/04/22
Video-manual del proceso del sistema del huerto hidropónico.	14	22/04/22	06/05/22

Figura 2. Tareas del Diagrama de Gantt

1.5 Desarrollo de la propuesta de mejora

1.5.1 Descripción del Sistema de Captación de Agua Pluvial

Para contribuir a reducir el problema de escasez de agua de la comunidad de Chiquilistlán se propuso el diseño de un Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT), el cual permite coleccionar, conducir, tratar y almacenar el agua que se precipita para su uso, debido a que las variables climatológicas y geográficas de municipio son favorables (ya que en la temporada de lluvias la precipitación es mayor a 100 mm) (Sedema, 2020).

A continuación, se describen las generalidades, componentes y funcionamiento de un Sistema de Captación de Agua Pluvial, así como las consideraciones que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la propuesta del proyecto.

1.5.1.1. Sistema de Captación de Agua Pluvial

Un Sistema de Captación de Agua Pluvial está formado por elementos de recolección, conducción, tratamiento y almacenamiento para el aprovechamiento del agua de lluvia (Sedema, 2020). A continuación, se muestra una tabla en donde se exponen las ventajas y desventajas de la implementación de este tipo de sistemas:

Tabla 2: Ventajas vs Desventajas de los Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos

Ventajas	Desventajas
<p><i>Ambientales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumenta la disponibilidad de agua sin tener que transportarla por largas distancias, disminuyendo el bombeo, el uso de pipas y otros medios de distribución • Disminuye la extracción de agua de los acuíferos • Disminuye el escurrimiento a drenajes y calles durante los aguaceros, por lo que minimiza el riesgo de encharcamiento o inundaciones <p><i>Económicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • El costo se limita casi exclusivamente a la instalación inicial y el retorno de inversión será mayor cuando el área del techo de captación es grande • Mano de obra y materiales locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo inicial • La cantidad de agua captada depende de la precipitación y del área de captación • En algunas regiones la lluvia es estacional, por lo que existen meses muy lluviosos y otros secos, por lo que probablemente la captación no sirva como fuente única de agua

<p><i>Sociales y de salud</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comodidad y ahorro de tiempo en la recolección de agua • Alta calidad fisicoquímica del agua; para ello es imperativo darles mantenimiento a todas las partes del sistema y a los techos • Sistema independiente, ideal para comunidades dispersas y alejadas • Fácil de mantener • Fomenta la cultura de cuidado y uso responsable del agua 	
--	--

Fuentes: (Gleason, 2005); (Sedema, 2020)

Para la implementación de estos sistemas se deben de tomar en cuenta tres factores: el técnico, el económico y el social. Para el factor técnico se debe de tomar en cuenta la producción/oferta de agua considerando la precipitación durante el año con sus variantes estacionales. El factor económico depende del área de captación y el almacenamiento disponible para la implementación del sistema. Por último, en el aspecto social se deben de tomar como referencia los hábitos y costumbres de la comunidad que puedan incidir directamente en el sistema de captación (Gleason, 2008).

1.5.1.1. Componentes de un Sistema de Captación de Agua Pluvial

Un Sistema de Captación de Agua Pluvial está formado por componentes como canaletas, tubos, filtros, tanques, bombas y otros que recolectan, tratan y almacenan el agua de lluvia (Figura 3). Este funciona de la siguiente manera:

1. El agua de lluvia es captada en la azotea por medio de canaletas de PVC.
2. El agua recolectada sigue su trayectoria a través de las tuberías de PVC; éstas tienen una inclinación del 2%.
3. El agua de las primeras lluvias se desvía a un tanque interceptor; ésta lava el área de captación, para asegurar que el agua que se vaya a almacenar y usar tenga una alta calidad.

4. El resto del agua se dirige al tanque de almacenamiento; antes de llegar a éste, el agua pasa a través de un filtro expandible y de un filtro pluvial para remover las partículas y sedimentos que puede contener el agua.
5. Después del filtrado, el agua es almacenada en el tanque y está lista para su uso.
6. Cuando el nivel del agua llega al límite del tanque, una tubería dirigirá el agua hacia el drenaje.
7. El agua se extrae del tanque de almacenamiento usando una bomba de agua. Es importante recalcar que esta agua no es potable, por lo que no es adecuada para su consumo; sin embargo, se puede utilizar para diversas actividades domésticas como el riego de jardines, en el WC y para lavar pisos, platos, ropa y autos.

(KeObra, 2020)



Figura 3. Sistema de Captación de Agua Pluvial

A continuación, se explican los componentes principales de un Sistema de Captación de Agua Pluvial, así como los lineamientos técnicos para su diseño y operación:

A) Superficie de captación

Área sobre la que cae y escurre el agua de lluvia. El tamaño de esta superficie junto con la precipitación de la zona determina la cantidad de agua que se puede captar. El tipo de material de esta superficie y la limpieza son imperativos para asegurar la buena calidad del agua a almacenar y aprovechar (Sedema, 2020).

A continuación, se mencionan los tipos de superficie aceptables e ideales para la implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial para usos no potables.

Tabla 3. Tipos de superficie para el área de captación

<p>Superficies aceptables</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina de asbesto • Lámina de cartón • Teja de barro sin sellar • Impermeabilizante en roll con terminado en gravilla
<p>Superficies ideales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Lámina plástica • Fibrocemento • Membranas plásticas de HDPE • Tejas cerámicas • Loseta cerámica, porcelanato o similar • Losa de concreto con terminado liso o pulido • Losa de concreto con enladrillado • Losa de concreto con impermeabilizante acrílico

Fuente: (Sedema, 2020)

Además, el techo en donde se capta el agua debe tener una pendiente suficiente para que toda el agua que cae sobre este escurra por gravedad y se dirija hacia el punto de recolección; por lo tanto, entre mayor sea la pendiente, mejor será la recolección de agua pluvial (Sedema, 2020). Algunas recomendaciones y requisitos son:

- La pendiente debe ser por lo menos del 2% (2 cm de caída por cada metro lineal).
- El agua se debe dirigir hacia el lado del Sistema de Captación de Agua Pluvial en donde se instalará el contenedor de almacenamiento para minimizar la distancia de conducción.
- Si la pendiente no cumple con el requisito mínimo debido a que el techo es plano o cuenta con irregularidades, se recomienda utilizar algún material para generar una pendiente.

(Sedema, 2020)

B) Recolección y conducción

Se requieren canaletas, tubos y otros elementos para transportar el agua de la superficie de captación al tratamiento y almacenamiento. Esta se debe conducir hacia una sola bajante de agua pluvial que dirija el agua hacia los otros elementos del sistema (Sedema, 2020). Algunas características con las que deben contar las tuberías y canaletas son:

- Minimizar el traslado de agua.
- Evitar cruzar puertas, ventanas u obstaculizar elementos de la edificación.
- Las tuberías horizontales deben tener de preferencia una pendiente del 2%.
- Las canaletas deben tener una pendiente mínima del 0.5%.

Es importante mencionar que a las canaletas se les debe de dar mantenimiento, sobre todo antes del comienzo de temporal de lluvias (Gleason, 2008).

C) Interceptor

Es importante que el sistema cuente con un mecanismo para desviar el agua de las primeras aguas (las cuales arrastran una gran cantidad de contaminantes y tienen como propósito lavar el área de captación), la lluvia que ocurra durante alguna contingencia ambiental por la mala calidad del aire o presencia de cenizas por incendios o actividad volcánica y en caso de que el área de captación se encuentre muy sucia o los tanques no se encuentren en funcionamiento por mantenimiento; para ello se necesita instalar un tanque, tinaco o contenedor conocido como “interceptor” y así evitar el almacenamiento y futuro uso de agua contaminada (Sedema, 2020).

En el caso de la limpieza del área de captación, la Comisión Nacional del Agua (2016) menciona que se necesitan aproximadamente 0.4 L de agua por m² de techo para remover la suciedad, contaminantes y otros elementos no deseados que pueden ser nocivos. Este es un método muy efectivo para lograr una captación de agua de alta calidad.

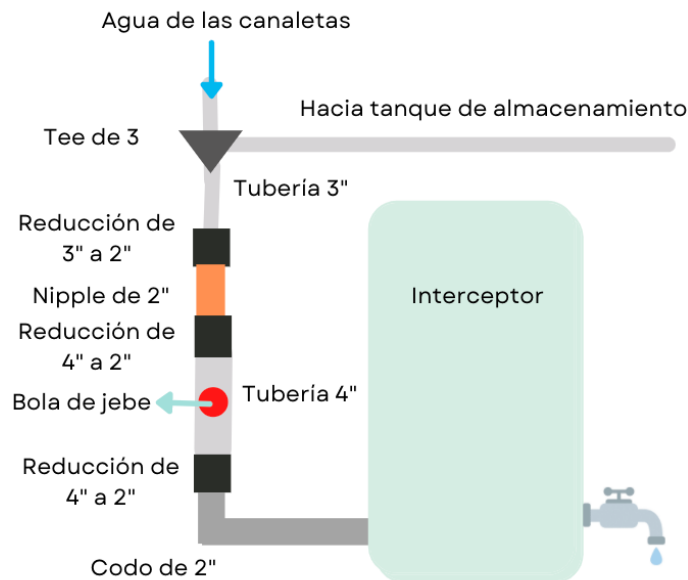


Figura 4. Diagrama del tanque interceptor

El interceptor funciona de la siguiente manera:

- Cuando la tubería de 4" está llena, la bola de jebe tapa la entrada, dirigiendo el agua hacia el tanque de almacenamiento.
- Cuando la tubería de 4" se está llenando, la bola de jebe asciende.
- Cuando la tubería de 4" está vacía, está lista para recibir agua de la siguiente lluvia.

(Gleason, 2005)

D) Tratamiento

Es el proceso de limpieza del agua que ocurre dentro del sistema previo a su uso. Su objetivo es eliminar la mayor cantidad de contaminantes antes de que esta llegue al almacenamiento. Dependiendo del uso que se le dé al agua recolectada (por ejemplo, consumo humano, para

usos no potables –sanitarios, limpieza, riego y uso industria –, recarga de mantos acuíferos o uso agrícola) es el tipo de tratamiento que requiere. En el caso de que el agua se utilice para fines no potables, como es el de este proyecto, se requiere de filtros o mallas que eviten el paso de hojas, ramas, sedimentos o elementos que puedan tapar los medios de conducción del sistema o afectar la calidad la del agua (Sedema, 2020).

El medio de filtración es un componente clave en el Sistema de Captación Pluvial para la retención de partículas orgánicas y minerales del agua. Este debe estar conformado por materiales no degradables e inertes que no afecten las características del agua (Gleason, 2005).

E) Almacenamiento

El almacenamiento del agua de los Sistemas de Captación de Agua Pluvial puede realizarse en cisternas, aljibes, tambos o tanques. Es importante que este no contenga elementos tóxicos, que sea opaco (para evitar el paso de la luz y así eludir el crecimiento de algas que son usadas como alimento por organismos nocivos) y que no permita la entrada de materia orgánica, insectos u otro tipo de animales (Sedema, 2020).

También se requiere que el contenedor de almacenamiento cuente con una salida hacia el drenaje, así como un borde libre para evitar el derrame del agua en caso de que esta exceda el volumen del tanque (Sedema, 2020). Algunas condiciones con las que debe contar el rebosadero son:

- Asegurar que el agua desalojada sea dirigida a un lugar seguro o al drenaje para que esta no genere problemas de inundaciones.
- Evitar retornos utilizando una válvula anti-retorno o válvula check.
- El drenaje debe estar localizado más bajo que el rebosadero y contar con una pendiente del 2% para asegurar el flujo efectivo del agua.
- El diámetro mínimo de la tubería debe ser igual al de la tubería vertical.

(Sedema, 2020)

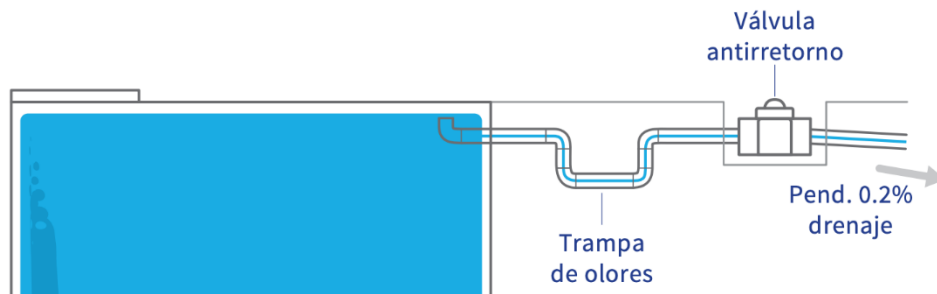


Figura 5. Diagrama de cisterna con rebosadero a drenaje

Fuente: (Sedema, 2020)

Existen tres diferentes métodos para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento: bajo el enfoque de demanda (el cual considera el consumo de la edificación de interés), bajo el enfoque de abasto (el cual toma en cuenta la disponibilidad de agua en la zona) y una metodología propuesta por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS) (la cual toma en cuenta la cantidad de agua que es capaz de recolectar el sistema así como la demanda de agua utilizando los datos de precipitación promedio mensual y la demanda de agua en cada uno de los meses del año) (Gleason, 2008).

1.5.1.2. Manejo y mantenimiento de un Sistema de Captación de Agua Pluvial

La buena calidad del agua captada depende del mantenimiento periódico del sistema. Para ello se debe de considerar lo siguiente:

- La superficie de captación y las canaletas deben mantenerse limpias y en buen estado. En el caso del área de captación esta se debe lavar antes de cada temporada de lluvia y después de varios días de sequía. Por otro lado, en el caso de las canaletas, se recomienda que estas se limpien retirando la basura cada semana. Si hay árboles encima de la superficie de captación, se sugiere que el retiro de basura de las canaletas sea diario o lo más frecuentemente posible.
- El interceptor debe drenarse por completo después de las primeras lluvias.
- Los filtros deben limpiarse con frecuencia.

- El contenedor de almacenamiento debe ser accesible para su limpieza y mantenimiento.

(Sedema, 2020)

En cuanto al mantenimiento del sistema, la Comisión Nacional del Agua (2016) determina los siguientes lineamientos:

Tabla 4. Mantenimiento del tanque de almacenamiento

Frecuencia	Instrucciones de mantenimiento
Al inicio de cada mes	<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar las áreas cercanas al tanque de almacenamiento retirando la maleza y otros materiales que puedan convertirse en criadero de vectores contaminantes. • Para mantener en buen estado el agua ya almacenada se deben agregar 3 ml de sulfato de cobre (en caso de no contar con esta sustancia se puede usar cloro) por cada m³ de agua. • Para conocer el volumen de agua en el tanque se deberá instalar una regla de medición al exterior con la escala de niveles que indiquen el volumen que se encuentra almacenado en el tanque.
Cada 6 meses	Verificar que no existan fugas y en su caso repararlas mediante el sellado de la fuga por la parte externa.
Una vez al año	Al finalizar la época de secas e inicio de lluvias, limpiar el techo o área de captación,

	las canaletas, bajantes y la parte superior del tanque de almacenamiento.
Una vez cada dos años	<p>Al finalizar la época de secas e inicio de la de lluvias, cuando el nivel del tanque de almacenamiento se encuentre al mínimo se deberá vaciar toda el agua y recolectarla en otros recipientes para su uso, realizando las acciones de limpieza como sigue:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Limpiar las paredes y el fondo con una escoba suave. 2) Usar agua limpia con 1 L de cloro por cada 10 L de agua. 3) Esparcir la solución con la escoba. 4) Esperar 30 minutos. 5) Enjuagar con agua limpia. 6) Retirar toda el agua utilizada en la limpieza.

Fuente: (CONAGUA, 2016)

1.5.2 Diseño del Sistema de Captación Pluvial para la asociación “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”

En el caso de este proyecto, se diseñó el Sistema de Captación de Agua Pluvial para su futura implementación en las instalaciones de la asociación “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.” como proyecto piloto, con la idea de que después pueda ser adoptado por los habitantes de Chiquilistlán en sus propias casas.

Tomando en cuenta que el Sistema de Captación de Agua Pluvial se implementará en las instalaciones de la asociación, se consideró un abastecimiento de agua de 719.2 mm/año (así como los respectivos datos de lluvia promedio mensual según el sitio web WeatherSpark que contiene datos climatológicos provenientes de MERRA-2 Modern-Era Retrospective

Analysis de la NASA) y una demanda de agua para el personal de la asociación de 180 L/día y de 20 L/habitante/día de la población flotante (que son las personas que asisten a los talleres de la asociación, las cuales son aproximadamente 50 por semana) tomando en cuenta su tiempo de residencia dentro de las instalaciones de la asociación y las actividades para las que utilizan el agua.

Se diseñaron dos propuestas para el Sistema de Captación de Agua Pluvial: la Propuesta 1 se diseñó para su instalación en el techo del auditorio de la asociación, mientras que la Propuesta 2 para el techo que se encuentra cerca del aljibe ya existente. A continuación, se exponen los detalles y consideraciones de cada una de las propuestas.

1.5.2.1 Propuesta 1

El área de captación considerada es la del techo del auditorio de la asociación que es de lámina plástica, tiene forma de domo y una dimensión de 508.4 m². Se propuso esta ubicación debido a que es un área grande (lo cual, como se mencionó anteriormente, resulta conveniente para la recolección y, por lo tanto, el aprovechamiento del agua pluvial) y a que el material del que está hecho favorece la captación del agua. La recolección y conducción será a través de canaletas y tuberías de PVC. Las canaletas van adosadas a los bordes bajos del techo y, como se mencionó anteriormente, se les debe de dar mantenimiento antes de la temporada de lluvias que generalmente comienza en junio en el municipio de Chiquilistlán.



Figura 6. Vista lateral de la propuesta del Sistema de Captación de Agua Pluvial para la Propuesta 1

El interceptor, el cual es un tanque de plástico que recibe el agua de las primeras lluvias, deberá tener una capacidad de 250 L debido a que, como menciona la Comisión Nacional del Agua (2016), se necesitan aproximadamente 0.4 L de agua por m^2 de techo para su limpieza, por lo que el volumen requerido para lavar el techo del auditorio de la asociación es de 203.4 L; por lo tanto, se recomienda que el interceptor sea un tanque de plástico de 250 L.

En el caso del actual proyecto, se propone para el tratamiento del agua recolectada el uso de dos tipos de filtro. Primero se propone el uso de filtros expandibles para bloquear el paso de hojas y sedimentos grandes, los cuales se deben colocar en la salida de las canaletas hacia la tubería de PVC. Es importante mencionar que estos filtros deberán de limpiarse después de cada aguacero y desarmarse para su limpieza profunda cada mes. Además, se propone instalar un filtro de acero inoxidable de la marca Amiad de microfiltración antes de que el agua entre al tanque de almacenamiento; éste detiene todos los sólidos de más de 50 micras o 0.05 mm. Éste debe limpiarse periódicamente a mano y para ello no es necesario ningún equipo especial (Zurciendo el Planeta, 2019).

Después de realizar los cálculos utilizando los tres métodos para el volumen de almacenamiento (como se muestra en el Anexo), se decidió considerar los resultados del método del CEPIS para establecer las dimensiones del tanque de almacenamiento debido a que es un resultado más representativo e integral porque considera la demanda de agua de la asociación, así como el abastecimiento de agua en el municipio de Chiquilistlán y la variabilidad de estos valores en cada mes. Por lo tanto, se determinó que el tanque de almacenamiento para el área del techo del auditorio de la asociación deberá tener una capacidad de 100.4 m^3 . A continuación se muestra un diagrama del tanque de almacenamiento propuesto; en este se consideró un bordo libre de 0.5 m para evitar derrames u otros inconvenientes.

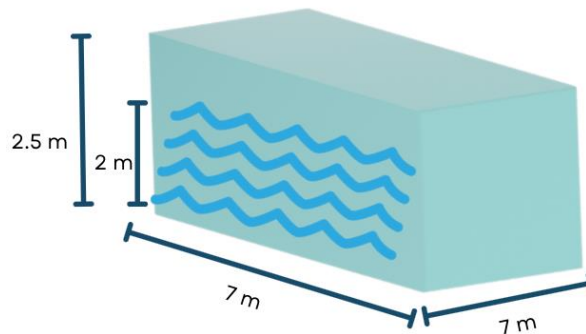


Figura 7. Diagrama de las dimensiones del tanque de almacenamiento para la Propuesta 1

Algunas consideraciones importantes que se deben tomar en cuenta para el diseño del tanque de almacenamiento son que éste debe ser:

- Impermeable para evitar las pérdidas de agua por goteo o transpiración.
- Hermético para evitar la contaminación, el ingreso de luz solar y la proliferación de insectos.

- Accesible y con tapa sanitaria opaca lo suficientemente grande (aproximadamente de 60 cm X 60 cm) para permitir el ingreso de una persona para su limpieza y mantenimiento.
- Protegido en la entrada y salida con una malla para evitar el ingreso de partículas no deseadas.
- Contar con un dispositivo para el retiro del agua.

(Gleason, 2005)

En la siguiente figura se muestra el diagrama con las medidas del Sistema de Captación de Agua Pluvial propuesto.

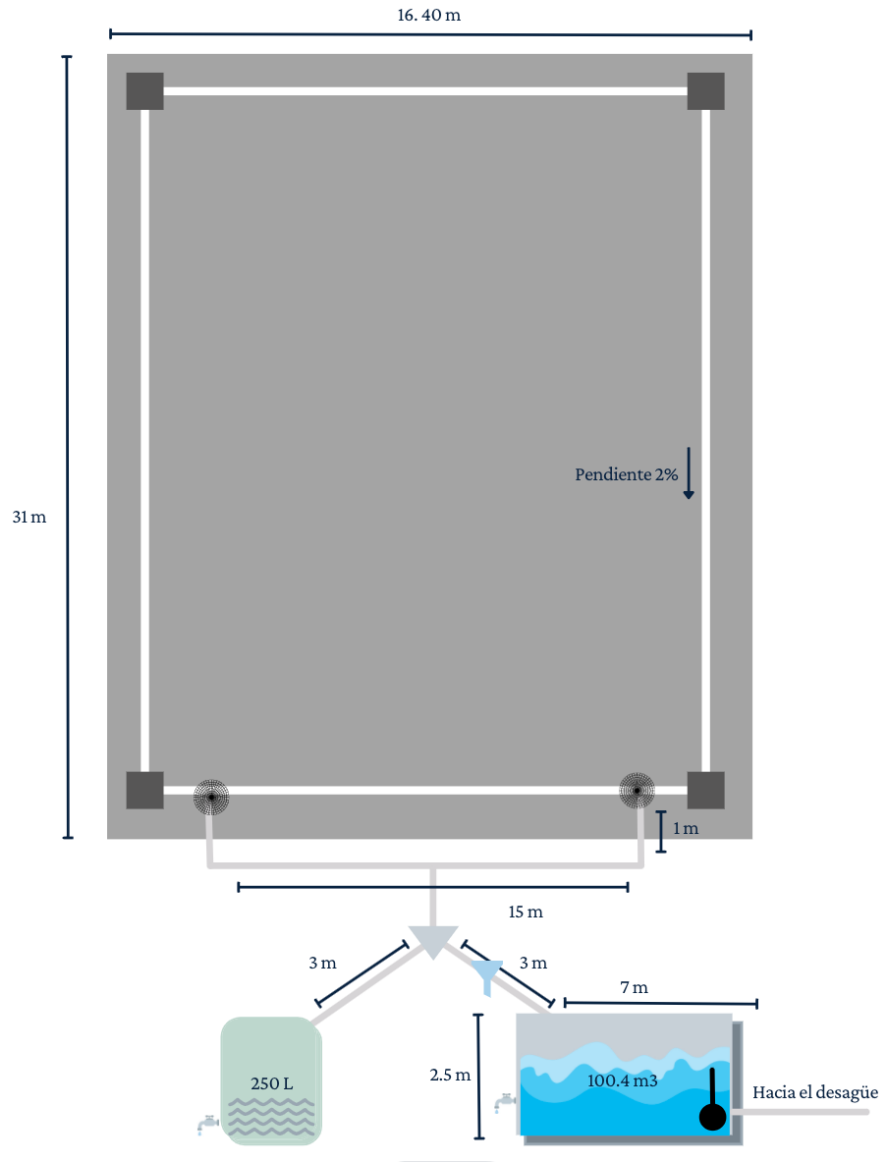


Figura 8. Diagrama de la vista superior del Sistema de Captación de Agua Pluvial para la Propuesta 1

El presupuesto considerado para esta propuesta se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 5. Presupuesto de la Propuesta 1

Pieza	No. de Piezas Requeridas	Metros Requeridos	Precio Unitario	Costo
-------	-----------------------------	----------------------	--------------------	-------

3.07 metros Canaleta plana	-	94.8	\$169.00	\$5,218.63
Codo para canaleta plana	4	-	\$30.00	\$120.00
1 metro Tubería de PVC de 3 pulgadas	-	23	\$75.00	\$1,725.00
Codo de PVC de 3 pulgadas	2	-	\$14.56	\$29.12
Tee de PVC de 3 pulgadas	1	-	\$30.00	\$30.00
Filtro de agua pluvial	1	-	\$1,200.00	\$1,200.00
Filtro expandible	2	-	\$296.00	\$296.00
Tanque Interceptor de 250 L	1	-	\$1,479.00	\$1,479.00
Bomba de agua	1	-	\$1,299.00	\$1,299.00
			Costo Total	\$11,396.75

Es importante mencionar que para la elaboración de la tabla anterior no se tomaron en cuenta los costos de la construcción e instalación (mano de obra) para el establecimiento del tanque

de almacenamiento. Se realizaron algunas cotizaciones para ilustrar el costo aproximado de la elaboración del tanque de almacenamiento con las dimensiones propuestas y utilizando como material el concreto hidráulico (el cual se recomienda ampliamente para la construcción de tanques de almacenamiento de agua), encontrando un costo aproximado de \$25, 824.40.

1.5.2.2. Propuesta 2

Para esta propuesta se tomó en cuenta como área de captación un techo que se encuentra ubicado cerca del aljibe ya existente dentro de las instalaciones de la asociación. Este tiene una dimensión de 36m². Se propuso esta ubicación porque su localización resulta conveniente para aprovechar el aljibe con el que ya cuenta la asociación para el almacenamiento de agua.

Se tendrían que hacer adecuaciones para que el techo cumpla con las características deseables de un área de captación. Debido a que se trata de un techo plano, se deberá implementar otro material, por ejemplo, la loseta, para crear una pendiente que cumpla con el mínimo del 2% para el escurrimiento de agua. Por otro lado, al igual que la Propuesta 1, la recolección y conducción será a través de canaletas y tuberías de PVC.

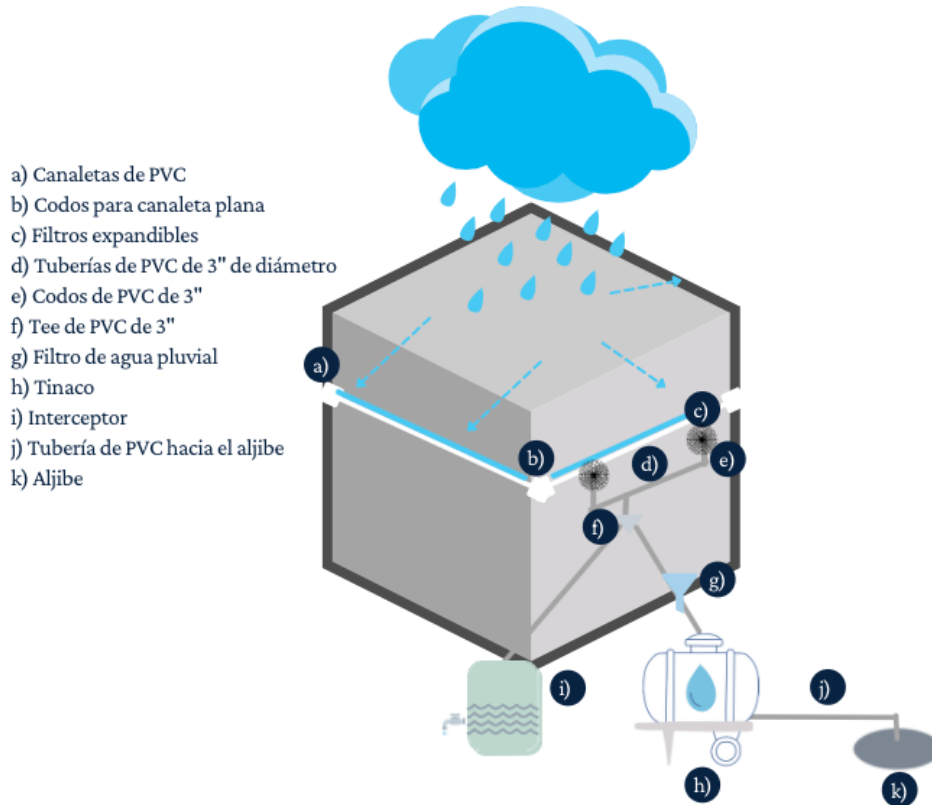


Figura 9. Vista lateral de la propuesta del Sistema de Captación de Agua Pluvial para la Propuesta 1

Según los requerimientos de la Comisión Nacional del Agua, para esta área de captación se requieren 14.4 L para su lavado, por lo que se recomienda la instalación del tanque de plástico más pequeño que se encuentre en el mercado, por ello se seleccionó un tanque de 50 L.

Al igual que lo expuesto en la Propuesta 1, para esta propuesta también se recomienda el uso de los dos tipos de filtro: el filtro expandible para evitar el paso de hojas y sedimentos grandes y el filtro de marca Amiad para partículas finas y otros contaminantes.

Después de realizar los cálculos del volumen de almacenamiento utilizando los tres métodos mencionados anteriormente (como se muestra en el Anexo) se seleccionaron los resultados del Método bajo el enfoque de abasto debido a que éste toma en cuenta la disponibilidad de agua de la zona. En este caso no fue posible utilizar el Método CEPIS (el cual ofrece un resultado más representativo) debido a que el sistema no cubre la demanda total de agua de la asociación. Por lo tanto, según el resultado considerado para el área del techo cercano al

aljibe, el almacenamiento deberá tener una capacidad de 8.8 m^3 tomando en cuenta que para el almacenamiento del agua también se utilizará el aljibe de la asociación, el cual tiene una capacidad de 5 m^3 . En este caso y debido a que comercialmente si existen contenedores de tal capacidad, se recomienda la adquisición de un tinaco de 10 m^3 en lugar de la construcción de un tanque de almacenamiento como en la Propuesta 1.

A continuación, se muestra el diagrama con las medidas del Sistema de Captación de Agua Pluvial para esta propuesta.

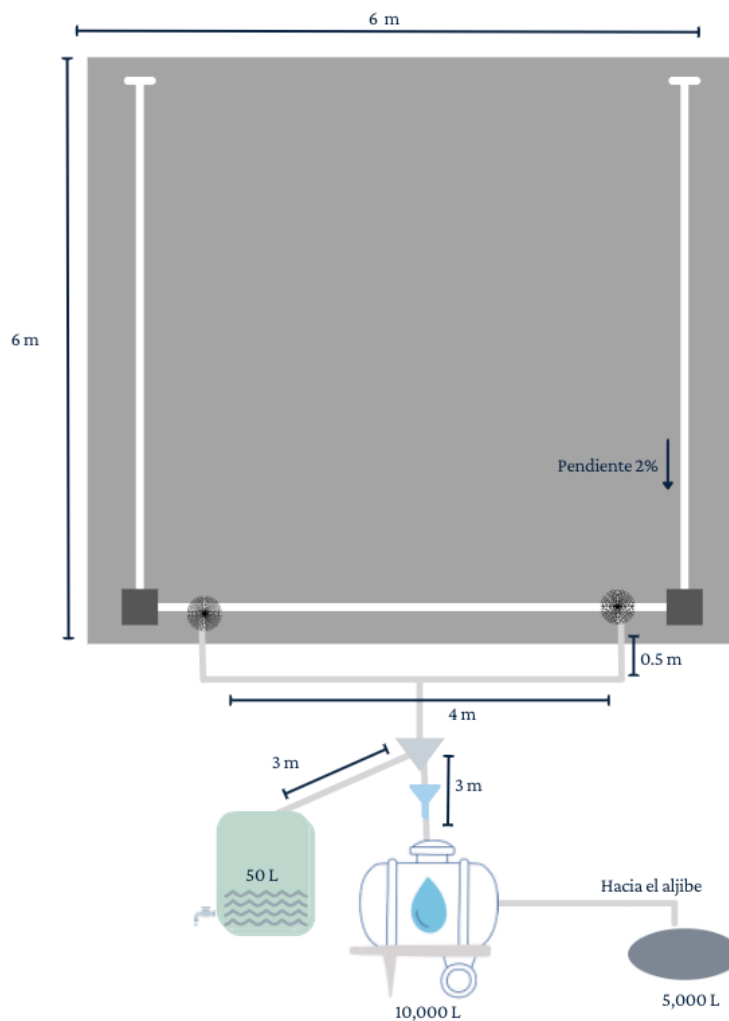


Figura 10. Diagrama de la vista superior del Sistema de Captación de Agua Pluvial para la Propuesta 1

El presupuesto considerado para esta propuesta se especifica en la siguiente tabla.

Tabla 6. Presupuesto de la Propuesta 2

Pieza	No. de Piezas Requeridas	Metros Requeridos	Precio Unitario	Costo
3.07 metros Canaleta plana	-	18	\$169.00	\$990.88
Codo para canaleta plana	2	-	\$30.00	\$60.00
1 metro Tubería de PVC de 3 pulgadas	-	11	\$75.00	\$825.00
Codo de PVC de 3 pulgadas	2	-	\$14.56	\$29.12
Tee de PVC de 3 pulgadas	1	-	\$30.00	\$30.00
Filtro de agua pluvial	1	-	\$1,200.00	\$1,200.00
Filtro expandible	2	-	\$296.00	\$296.00
Tanque Interceptor de 50 L	1	-	\$308.94	\$308.94
			Costo Total	\$3,739.84

En la tabla anterior no se considera el precio del tinaco de 10 m³ debido a que en el mercado existe una gran variedad de opciones. Sin embargo, es importante que este sea opaco, no permita el paso de insectos y otros elementos, que no sea un material tóxico y que permita el acceso para su limpieza y mantenimiento. Tomando en cuenta estas características se encontró una cisterna marca Rotoplas de \$40, 185.

1.5.3 Análisis comparativo de ambas propuestas para el Sistema de Captación Pluvial

Al comparar y evaluar ambas propuestas se observa que mientras que la Propuesta 1 cubre con la demanda anual de agua de la asociación, la Propuesta 2 cubre sólo con el 11.3% de esta. Esto ocurre debido a que el área de la superficie de captación de la Propuesta 1 (508.4 m²) es mucho mayor a la de la Propuesta 2 (36 m²), permitiendo una mayor recolección de agua.

Comparando los presupuestos se observa que la inversión de la Propuesta 1 es mayor; además, como se mencionó anteriormente, falta incluir el costo de la construcción del tanque de almacenamiento, la mano de obra y, en caso de que se requiera, la excavación para colocar el tanque. Por otro lado, la inversión de la Propuesta 2 es moderada porque en este caso no se requiere de la construcción de un tanque de almacenamiento debido a que ya existen en el mercado tinacos de la capacidad requerida; por lo tanto, se ahorraría en mano de obra, construcción e instalación del tanque.

Ambos sistemas tienen sus desventajas. En la Propuesta 1 el problema radica en encontrar la ubicación adecuada para la instalación del tanque de almacenamiento dentro de las instalaciones de la asociación; es importante recalcar que cuando se determine esta ubicación será necesario ajustar el presupuesto elaborado durante este proyecto. Por otro lado, como se mencionó anteriormente, la Propuesta 2 no cubre la demanda de agua de la asociación, por lo que esta tendrá que seguir dependiendo de otros sistemas (como la red pública) para el abastecimiento de agua.

En conclusión, se determina que el Sistema de Captación de Agua Pluvial es una alternativa viable para cumplir con la demanda de la asociación debido a las características climáticas de Chiquilistlán. A partir de los cálculos realizados se concluye que es recomendable la implementación del sistema en una superficie de captación grande (como es el caso de la Propuesta 1) para poder cumplir con la demanda de agua la asociación en los tiempos de estiaje y poder contribuir al ahorro en el consumo de agua proveniente del servicio público. Al ser un sistema de fácil instalación y mantenimiento que utiliza materiales accesibles, se espera que en un futuro cercano sea implementado en la asociación y además pueda ser replicado en las casas de los habitantes de Chiquilistlán.

1.5.4 Descripción del Huerto Hidropónico

En años anteriores, la asociación GANA ha implementado *Huertos Familiares* como una dinámica de inclusión intergeneracional para ayudar a mitigar la desintegración familiar, y ahora proponen agregar a su catálogo de talleres educativos para adultos mayores un huerto hidropónico.

Dichos sistemas se han implementado en sitios recreativos como método de horticultura terapéutica para la demencia (Lee et al., 2017a, 2017b; Pompilio Ortiz, 2019; Yasukawa, 2009), terapia ocupacional para la promoción del envejecimiento activo (Campero Cuenca et al., 2008; Nieto Riveiro, 2017; Pompilio Ortiz, 2019; Sordo Noriega, 2018), y mecanismo inclusión social (Helen Juárez et al., 2020; Pompilio Ortiz, 2019).

La implementación de talleres educativos enfocados en la productividad del adulto mayor potencia el empoderamiento en su comunidad, promueve su autonomía, les aleja de la soledad, y acerca el diálogo intergeneracional (Pompilio Ortiz, 2019), y los huertos “han significado un espacio donde se pueden llevar a cabo múltiples actividades que despiertan el interés, la curiosidad y los sentidos” (Helen Juárez et al., 2020, p. 38).

Existe una amplia gama de sistemas hidropónicos que se adaptan al tipo de cultivo que se desea plantar, y los recursos económicos con los que se cuentan para mantenerlo. Se dividen en: 1) circulantes; 2) no-circulantes; y 3) aeropónica (Imagen 8). En los sistemas circulantes, las plantas son germinadas hasta tener raíces desarrolladas para después sembrarse en tubos opacos llamados “canales” que circulan una solución nutritiva es puesta en circulación por

una bomba que mueve la solución desde un reservorio hasta un punto más alto para su descenso; la solución debe ser reabastecida cada cierto tiempo, dependiendo de los cultivos.

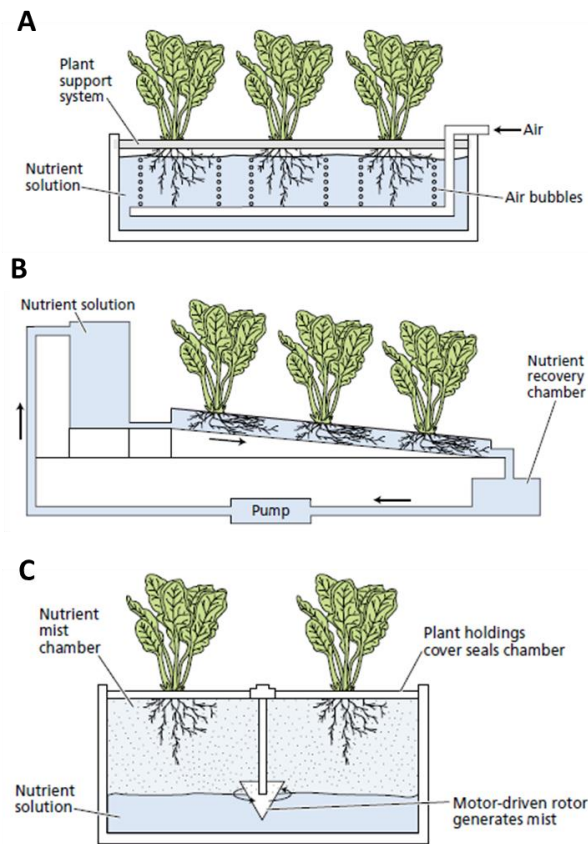


Figura 11. Diagramas de los distintos modelos de sistemas hidropónicos. (a) No-circulantes; (b) Circulantes; y (c) Aeropónicos. Ilustraciones tomadas de (Taiz & Zeiger, 2010).

Uno de los más comunes es el tipo Deep Flow Technique (DFT), un sistema circulante que es fácil de diseñar, implementar y mantener en contraste con sistemas aeropónicos, y con un rendimiento alto y robusto en comparación a los no-circulantes (Taiz & Zeiger, 2010). La solución nutritiva en estos sistemas se acumula en los canales durante largos periodos de tiempo (horas) hasta tener que volver a ser puesta en movimiento, reduciendo los tiempos de operación de la bomba, pero disminuyendo la oxigenación de las raíces.

Resumiendo, la información presentada en la Tabla 4 nos dice que los sistemas hidropónicos DFT son buenas herramientas para llevar a cabo terapia de hortalizas para personas mayores, dado que el cuidado de las plantas y el mantenimiento del sistema es más sencillo que en

jardines o invernaderos, por eso la mayoría de las actividades pueden ser realizadas sin tener que depender de personas más jóvenes para llevarlas a cabo. Sin embargo, el principal problema de estos sistemas para poblaciones empobrecidas o marginales son los costos de inversión y de mantenimiento, pero pueden verse como áreas a tomar en cuenta al momento de diseñar las unidades, así como áreas de oportunidad de inclusión social al involucrar a varios hogares para formar un jardín hidropónico comunitario.

Tabla 4. Ventajas y desventajas generalizadas para sistemas hidropónicos de uso casero (Sheikh, 2006; Asao, 2012).

Ventajas	Desventajas
<p>No depende del suelo. No dependen de la calidad de suelo para crecer, se pueden plantar cultivos exóticos (que no crecen en esa zona) y sin riesgo a contraer plagas por patógenos derivados de suelos. Mayor resiliencia.</p>	<p>Consumo de luz. Para mantener el agua en circulación, es necesario contar con bombas en operación, más sensores (si se busca automatizar el sistema).</p>
<p>Mayor productividad. Las plantas crecen en un ambiente controlado en la que las plantas pueden crecer en condiciones óptimas, aumentando la velocidad de crecimiento para poder ser cosechadas en días.</p>	<p>Alta inversión inicial. La construcción de estos sistemas puede variar de los \$5,000 - 20,000M XN dependiendo de los materiales y el nivel de tecnificación que se implemente</p>
<p>Fácil monitoreo. Solamente es necesario medir (al nivel más básico) el pH y la cantidad de sales disueltas para mantener en funcionamiento al sistema.</p>	<p>Educación para mejoras. Al ser sistemas que dependen altamente del conocimiento sobre temas básicos de química, biología y matemáticas, las áreas de mantenimiento, mejoras o la implementación de un nuevo sistema puede verse reducido con usuarios de bajo nivel educativo.</p>
<p>Menos espacio. Al no requerir de suelos, el sistema puede ser diseñado para acomodar el cultivo al lugar en donde se desea acomodar.</p>	<p>Disponibilidad de nutrientes. Si no se cuenta con acceso a una tienda de agroquímicos que cuente con las soluciones nutritivas, no se puede correr el sistema.</p>
<p>Mayor resiliencia. No requiere de mucho esfuerzo físico. El monitoreo, germinación y sembrado de las plantas puede realizarse directamente en mesas de trabajo y el diseño de los sistemas se puede acomodar a las necesidades de los usuarios.</p>	

Dado a los altos costos iniciales y como unidad piloto, la construcción de estos sistemas debe realizarse dentro de la asociación GANA con una inversión externa, sea con donaciones que ya reciba la asociación o con dinero proveniente de ITESO. Es necesario también tomar en cuenta la capacitación de las personas que vayan a instalar el sistema, se necesitan personas que sepan de: 1) plomería; 2) carpintería; 3) agricultura en los niveles más básicos.

Un diseño inicial fue realizado tomando estas consideraciones. El sistema es un DFT de 4 canales con la posibilidad de ser expandido usando tuberías sanitarias de PVC 2" Ced. #40 de 3m con capacidad para 20 – 25 plantas por canal selladas por ambos lados con tapas PVC 2". Cada canal está conectado por tuberías PVC hidráulicas de 1/2" Ced. #40 y reguladas por válvulas de globo de PVC con el objetivo de variar la presión de entrada de solución nutritiva a medida que sube el fluido por la tubería principal y evitando el flujo de regreso para permitir el estancamiento en los canales. La solución, entonces, también tiene un flujo de salida por el cual se recircula a un tanque cerrado y opaco de 61L que se utiliza como reservorio. Aquí, el reservorio se conecta con una válvula *check* que en seguida va hacia una bomba centrífuga que mandará en circulación la solución nutritiva en ciclos de 15min cada 8h utilizando un temporizador de corriente comercial.

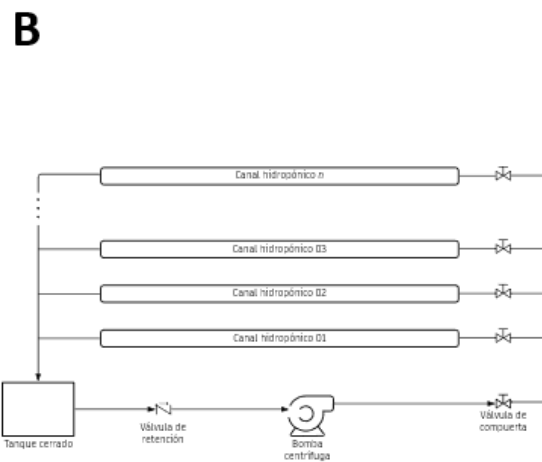
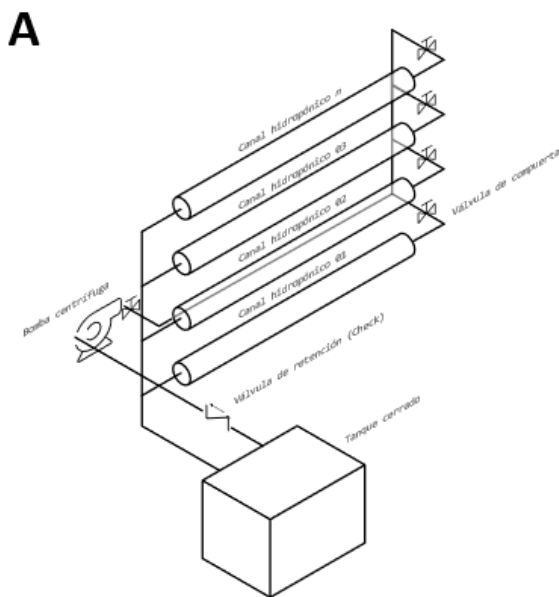


Figura 12. Diagrama de accesorios para un sistema hidropónico tipo DFT. (a) vista isométrica; (b) vista plana. Este diagrama no debe ser considerado como diseño final del sistema para hacer un presupuesto completo, falta tomar en cuenta el sistema de soporte.

1.5.5 Diseño del Huerto Hidropónico

Un análisis económico de costos de inversión inicial y costos de operación se realizó para probar la viabilidad del sistema piloto de la asociación, considerando las desventajas que este podría traer para su posible implementación a futuro por miembros de la localidad.

El costo de inversión inicial para montar una unidad con capacidad de 4 canales hidropónicos es de \$4,959.90; tomando en cuenta las características de la bomba centrífuga que se mencionan más abajo. El componente con mayor costo es la bomba centrífuga que pondrá en circulación la solución nutritiva del sistema DFT, seguido de la madera a utilizar y los tubos de PVC sanitario que se usarán como los canales hidropónicos.

Respecto a los costos de operación del sistema, distintas formulaciones de macro y micronutrientes fueron tomadas en cuenta para 50L de solución nutritiva por unidad, priorizando el menor costo posible y su disponibilidad. Una versión comercial de la Solución Modificada de Hoagland propuesta por Soto Bravo (2015) se tomó como formulación base, puesto que es versátil para crecer distintos cultivos en diferentes condiciones y sus componentes son insumos básicos para cultivos convencionales que pueden encontrarse en tiendas de agroquímicos. El precio por kilogramo de estos agroquímicos oscila entre los \$97–140, dando un total de \$701.03 al año; un kilogramo es suficiente para abastecer una unidad por más de un año.

Dentro de los costos de operación se incluyó el cálculo de consumo de luz de la bomba fue partiendo de la potencia mínima de una bomba para operar una unidad de 1.8m de alto con 3.5m de ancho a 2050L/h con la ecuación de conservación de energía (Ec. 1)

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (1)$$

Se determinó que se necesitan 0.26 hp para una unidad, y 0.13 hp adicionales para cada unidad extra. Una bomba de ½ hp – 127 V es suficiente para abastecer 3 unidades DFT; para 4 unidades es necesario cotizar una bomba de 1hp – 220V. Tomando en cuenta el consumo

mensual de luz en la Asociación (\$66.68/KWh) y utilizando un temporizador comercial para prender la bomba 15min cada 8h de forma automática, el precio mensual de luz para una bomba de ½ hp es de \$231.19 al mes.

Finalmente, un litro (1L) de peróxido de hidrógeno grado alimenticio (50% v/v, para después diluir a 3% v/v) se tomó en cuenta para realizar la sanitización de la solución nutritiva, y 5L de una solución de ácido nítrico de uso agroquímico (100% v/v) para la regulación del pH de la solución nutritiva, dando un total de \$1,150 al año. El consumo de agua no fue tomado en cuenta, puesto que se planea tomar agua del sistema de captación pluvial.

En la Figura 13 se muestra el comportamiento de los costos de mantenimiento mensual por cada unidad DFT. Podemos observar que los costos totales disminuyen al aumentar el número de unidades, observando la gráfica separada por componentes, nos damos cuenta de que el principal componente que mueve los costos es el precio de la luz por la bomba centrífuga, al aprovechar su uso para más unidades se ahorra una cantidad significativa; el precio vuelve a subir por el cambio de potencia 1/2 a 1hp.

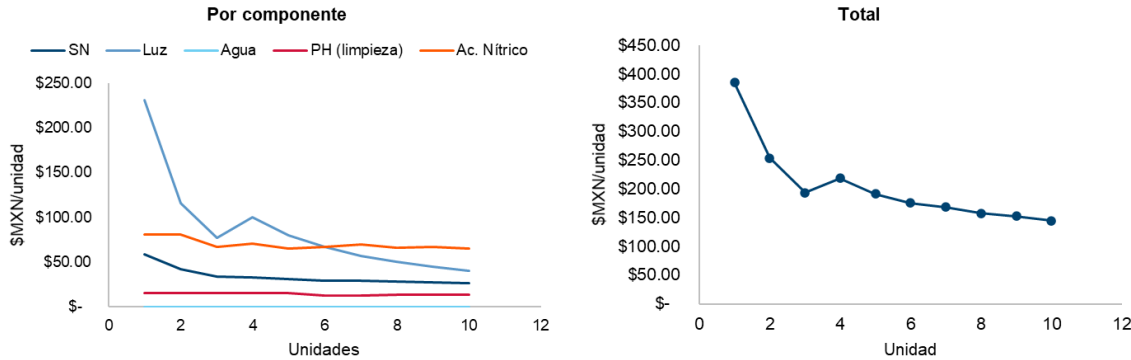


Figura 13. Análisis económico de costos de operación para un sistema DFT en función a unidades de 50L de capacidad para la solución nutritiva, y 1.8m de alto por 3.5m de largo.

El precio de los consumibles de la solución nutritiva también disminuye al aprovechar mejor su consumo anual, evitando comprar más bolsas a final de año, pero el sobrante de las bolsas al final del año puede ser aprovechado para ser utilizado al siguiente, puesto que pueden ser almacenados durante largos periodos de tiempo en las condiciones adecuadas (secos y sin luz).

En conclusión, la inversión inicial debería ser implementada en un inicio para solamente una (1) unidad hidropónica para evitar hacer un gasto mayor al que en un futuro podría ser aprovechado, hasta 3 unidades pueden ser implementadas en un futuro dadas las dimensiones del patio lateral (Figura 13) y la potencia de la bomba, la ventaja de adquirir estos sistemas no solo significa más capacidad de cosecha y personas en el taller, sino que el costo de energía y los consumibles irá disminuyendo, haciendo más barato el mantenimiento por unidad a largo plazo.

1.5.6 Implementación del Huerto Hidropónico

Una unidad del sistema piloto Deep Flow Technique (DFT) fue construido dentro de las instalaciones de la asociación GANA en Chiquilistlán, Jalisco (Figura 15 y 17) con materiales que fueron financiados por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO); los materiales fueron entregados en tiempo y forma como se solicitó (Tabla 5).



Figura 15. Unidad piloto finalizada del sistema hidropónico DFT localizado en la asociación GANA.

Inicialmente se presupuestó un total de \$7,241.40MXN en materiales que serían utilizados para la estructura del sistema (reglas de madera de pino, principalmente), la tubería (PVC sanitario e hidráulico) y demás elementos que serían necesarios para poner en funcionamiento al sistema (Figura 16a y Tabla 5).

La instalación del sistema tuvo un incremento del 24.86% (\$9,041.40MXN) en costos (Figura 16b), esto fue un aumento esperado dado que se trata de una planta piloto. El principal incremento de gastos fue en la tubería de PVC (\$4,241.68, 47% del total). Los gastos adicionales en tubería se debieron a cambios en el diseño por la incompatibilidad entre algunas piezas de tubería, fallas en el dimensionamiento del sistema, y la calidad de algunas de ellas.

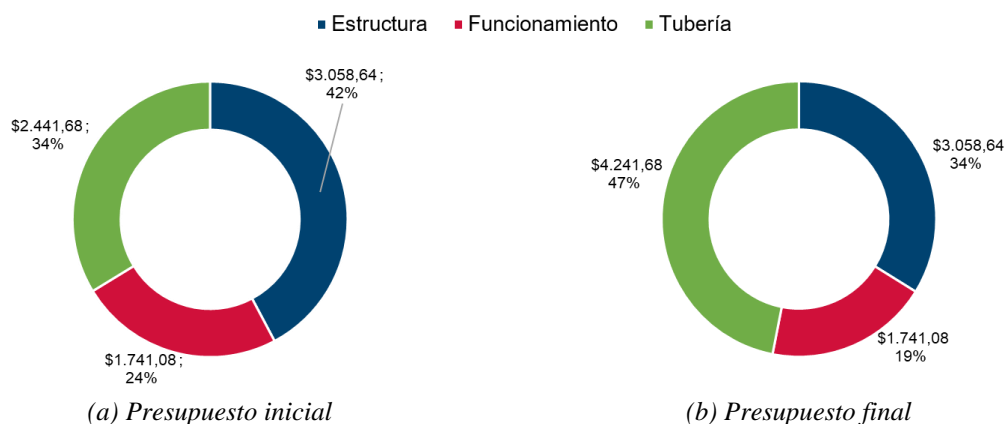


Figura 16. Distribución de costos de materiales para la instalación de la unidad piloto del sistema hidropónico DFT localizado en la asociación GANA.

1.6 Valoración de productos, resultados e impactos

1.6.1 Sistema de Captación de Agua Pluvial

En cuanto a la modelación y diseño del Sistema de Captación de Agua Pluvial, se propusieron dos sistemas con diferentes áreas de captación en distintas ubicaciones y se desarrollaron las cotizaciones para la compra de los materiales y su construcción.

La Propuesta 1 es una alternativa viable para el abastecimiento de agua ya que cubre la demanda de instalaciones de la asociación, pero presenta la desventaja de un costo de inversión alto debido a que se necesita construir e instalar un tanque para almacenar el agua captada, que será utilizada en el periodo de estiaje. Además, se debe designar un área dentro de la asociación para su construcción.

La Propuesta 2, sugerida por la asociación, tiene un área de captación menor comparada a la Propuesta 1, por lo que únicamente se cumple con el 11.3% de la demanda anual de agua. En cuanto a la inversión para la compra de materiales, el presupuesto calculado es bajo, pero

para lograr el almacenamiento total del agua captada es necesario comprar un tinaco con un costo relativamente alto como se mencionó anteriormente.

Para las futuras iteraciones de este PAP se recomienda la toma de mediciones y dimensiones directamente en la asociación, debido a que las medidas consideradas durante esta etapa del proyecto fueron proporcionadas por la asociación. Además, se recomienda discutir con los miembros de la asociación cuál propuesta es la más adecuada para cumplir con sus necesidades antes de la construcción e implementación de este sistema. Asimismo, es importante recalcar que este proyecto se puede unir con el del Huerto Hidropónico (el cual se mencionará en las siguientes secciones del documento), ya que el agua captada se podría utilizar para el funcionamiento de este.

1.6.2 Huerto Hidropónico

Trabajar con el sistema hidropónico fue un verdadero reto, no solo por el lado técnico, asegurando mantener los costos de operación y de instalación lo más bajo posibles, sino que también fue necesario pensar en cómo transmitir conocimientos complejos sobre química e ingeniería a un lenguaje coloquial, basándose en la experiencia del usuario.

Tratándose de una planta piloto, los precios aumentaron de forma esperada, ya que muchos de los equipos y tuberías no funcionaron adecuadamente o como se esperaron; se tuvieron que solucionar en el momento.

La instalación del sistema en Chiquilistlán requirió de 8 personas, algunas sin capacitación en temas de carpitería, plomería o agricultura. El contar con líderes en distintas partes del proyecto ayudó a sacar adelante la obra. Gracias a la presencia de sus conocimientos, el trabajo fue fácil y relativamente de completar, sin perder de vista los puntos de aprendizaje para cada miembro del equipo.

Como perspectivas a futuro para las y los ingenieros en biotecnología que tomen en cuenta los siguientes aspectos para asegurarse de que el sistema corra lo más eficiente posible, asegurando que este sea una máquina de aprendizaje lúdico para que las personas mayores y la gente de Chiquilistlán pueda aprovecharlo al máximo y no tenerlo como un aparato más que mantener o estar gastando.

1. Realizar un análisis de consumo de energía haciendo pruebas de tiempos de encendido de la bomba, incluso agregando las pérdidas de las tuberías para ver si será necesario escalar a una bomba de 1hp.
2. Llevar a cabo una cinética de consumo de nutrientes para conocer cada cuánto tiempo se tienen que volver a llenar con sales nutritivas.
3. Dado que uno de los problemas del DFT es la poca oxigenación de las raíces, debería realizarse un análisis de oxígeno disuelto y considerar la compra de un aireador para el reservorio.
4. Evaluar la posibilidad de utilizar agua del sistema de captación de agua pluvial para disminuir los costos del uso de agua.

El objetivo de este sistema hidropónico es consolidar y asegurar las dinámicas sociales intergeneracionales entre las y los habitantes de Chiquilistlán. A partir de nuestra experiencia en la instalación del sistema, la convivencia entre el equipo de asesoras, familia y el equipo PAP tuvo un impacto positivo en nuestras relaciones para el resto del proyecto. Falta por ver la funcionalidad del equipo como estar herramienta y espacio de convivencia, pero se ve que va por buen camino.

1.7 Anexos generales

1.7.1 Cálculos para la Propuesta 1 del Sistema de Captación de Agua Pluvial

1. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método bajo el enfoque de abasto

MÉTODO BAJO EL ENFOQUE DE ABASTO			
DEMANDA	Miembros del staff de la Asociación	1	habitantes
	Consumo del staff	180	litros/día
	Consumidores (población flotante)	8	habitantes
	Consumo de población flotante	160	litros/día
	Total de la demanda	340	litros/día
ABASTO		10200	litros/mes
	Área del techo	508.4	m ²
	Coefficiente de escorrentía	0.9	adimensional
	Promedio anual de precipitación	0.72	m
	Disponibilidad anual del agua	197.45	m ³
	197,446.29	litros	

Disponibilidad de agua diaria	0.54	m ³ /día
	540.95	litros/día

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	98.72	m ²
Lado	9.94	m

CONCLUSIÓN:

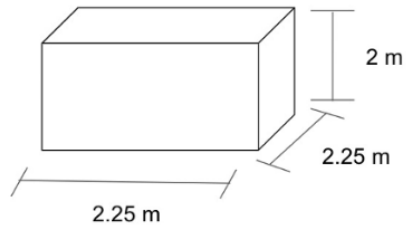
El sistema de captación de agua cubre más del 100% de la demanda de agua de un año y al día.

2. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método bajo el enfoque de demanda

METODO BAJO ENFOQUE DE DEMANDA		
Número de los miembros del staff de la Asociación	1	habitantes
Consumo del staff	180	litros/día
Consumidores (población flotante)	8	habitantes
Consumo de población flotante	160	litros/día
Promedio más largo del periodo seco	30	días
Consumo anual	124,100	litros
Almacenamiento requerido	10,200	litros
	10.2	m³

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	5.1	m ²
Lado	2.26	m

Diagrama del tanque de almacenamiento



3. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método CEPIS

Cálculo para los beneficiarios del sistema (1 persona)

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m ³)
Enero	31	5.58
Febrero	28	5.04
Marzo	31	5.58
Abril	30	5.4
Mayo	31	5.58
Junio	30	5.4
Julio	31	5.58
Agosto	31	5.58
Septiembre	30	5.4
Octubre	31	5.58
Noviembre	30	5.4
Diciembre	31	5.58

Número de usuarios que se benefician del sistema	1	habitantes
Dotación	180	litros/persona/día

Cálculo para los beneficiarios del sistema (población flotante)

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m ³)
Enero	31	31
Febrero	28	28
Marzo	31	31
Abril	30	30
Mayo	31	31
Junio	30	30
Julio	31	31
Agosto	31	31
Septiembre	30	30
Octubre	31	31
Noviembre	30	30
Diciembre	31	31

Número de usuarios que se benefician del sistema	50	habitantes
Dotación	20	litros/persona/día

Demanda total

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m³)
Enero	31	36.58
Febrero	28	33.04
Marzo	31	36.58
Abril	30	35.4
Mayo	31	36.58
Junio	30	35.4
Julio	31	36.58
Agosto	31	36.58
Septiembre	30	35.4
Octubre	31	36.58
Noviembre	30	35.4
Diciembre	31	36.58

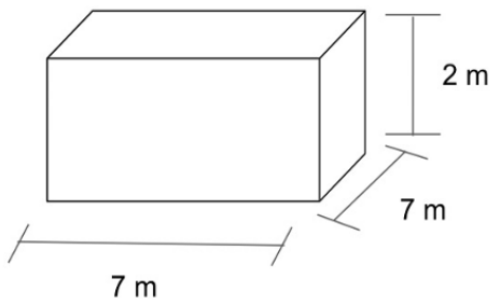
Mes	Precipitación (mm)	Abastecimiento (m³)		Demanda (m³)		Diferencia (m³)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Julio	172.90	79.11	79.11	36.58	36.58	42.53
Agosto	160.40	73.39	152.50	36.58	73.16	79.34
Septiembre	142.00	64.97	217.48	35.40	108.56	108.92
Octubre	53.20	24.34	241.82	36.58	145.14	96.68
Noviembre	14.60	6.68	248.50	35.40	180.54	67.96
Diciembre	7.40	3.39	251.89	36.58	217.12	34.77
Enero	22.50	10.30	262.18	36.58	253.70	8.48
Febrero	11.80	5.40	267.58	33.04	286.74	-19.16
Marzo	4.30	1.97	269.55	36.58	323.32	-53.77
Abril	1.20	0.55	270.10	35.40	358.72	-88.62
Mayo	13.10	5.99	276.09	36.58	395.30	-119.21
Junio	115.80	52.99	329.08	35.40	430.70	-101.62

Coefficiente de escorrentía (Ce)	0.9	adimensional
Área de Captación	508.4	m²

Diferencia máxima	108.92
Diferencia mínima	8.48
Volumen neto	100.44

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	50.22	m²
Lado	7.09	m

Diagrama del tanque de almacenamiento



CONCLUSIÓN:

Para una superficie de 508.4 m², corresponde un almacenamiento de 108.9 m³, siendo el volumen neto 100.4 m³.

1.7.2 Cálculos para la Propuesta 2 del Sistema de Captación de Agua Pluvial

1. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método bajo el enfoque de abasto

MÉTODO BAJO EL ENFOQUE DE ABASTO			
DEMANDA	Miembros del staff de la Asociación	1	habitantes
	Consumo del staff	180	litros/día
	Consumidores (población flotante)	8	habitantes
	Consumo de población flotante	160	litros/día
	Total de la demanda	340	litros/día
ABASTO		10200	litros/mes
	Área del techo	36	m ²
	Coefficiente de escorrentía	0.9	adimensional
	Promedio anual de precipitación	0.72	m
	Disponibilidad anual del agua	13.98	m ³
		13,981.25	litros

Disponibilidad de agua diaria	0.04	m ³ /día
	38.30	litros/día

Capacidad Aljibe	5000	Litros
	5	m ³

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	4.49	m ²
Lado	2.12	m

CONCLUSIÓN:

El sistema de captación de agua cumple sólo con el 11.3% de la demanda de agua al año.

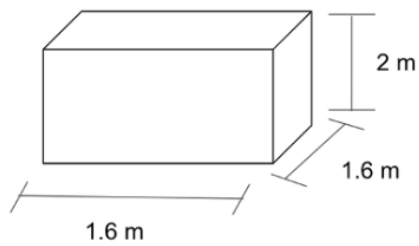
2. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método bajo el enfoque de demanda

METODO BAJO ENFOQUE DE DEMANDA		
Número de los miembros del staff de la Asociación	1	habitantes
Consumo del staff	180	litros/día
Consumidores (población flotante)	8	habitantes
Consumo de población flotante	160	litros/día
Promedio más largo del periodo seco	30	días
Consumo anual	124,100	litros
Almacenamiento requerido	10,200	litros
	10.2	m ³

Capacidad Aljibe	5000	Litros
	5	m ³

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	2.6	m ²
Lado	1.61	m

Diagrama del tanque de almacenamiento



3. Cálculo de la dimensión del tanque de almacenamiento con el método CEPIS

Cálculo para los beneficiarios del sistema (1 persona)

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m ³)
Enero	31	5.58
Febrero	28	5.04
Marzo	31	5.58
Abril	30	5.4
Mayo	31	5.58
Junio	30	5.4
Julio	31	5.58
Agosto	31	5.58
Septiembre	30	5.4
Octubre	31	5.58
Noviembre	30	5.4
Diciembre	31	5.58

Número de usuarios que se benefician del sistema	1	habitantes
Dotación	180	litros/persona/día

Cálculo para los beneficiarios del sistema (población flotante)

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m ³)
Enero	31	31
Febrero	28	28
Marzo	31	31
Abril	30	30
Mayo	31	31
Junio	30	30
Julio	31	31
Agosto	31	31
Septiembre	30	30
Octubre	31	31
Noviembre	30	30
Diciembre	31	31

Número de usuarios que se benefician del sistema	50	habitantes
Dotación	20	litros/persona/día

Demanda total

Mes	Número de días al mes	Demanda mensual (m³)
Enero	31	36.58
Febrero	28	33.04
Marzo	31	36.58
Abril	30	35.4
Mayo	31	36.58
Junio	30	35.4
Julio	31	36.58
Agosto	31	36.58
Septiembre	30	35.4
Octubre	31	36.58
Noviembre	30	35.4
Diciembre	31	36.58

Mes	Precipitación (mm)	Abastecimiento (m³)		Demanda (m³)		Diferencia (m³)
		Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	
Julio	172.90	5.60	5.60	36.58	36.58	-30.98
Agosto	160.40	5.20	10.80	36.58	73.16	-62.36
Septiembre	142.00	4.60	15.40	35.40	108.56	-93.16
Octubre	53.20	1.72	17.12	36.58	145.14	-128.02
Noviembre	14.60	0.47	17.60	35.40	180.54	-162.94
Diciembre	7.40	0.24	17.84	36.58	217.12	-199.28
Enero	22.50	0.73	18.57	36.58	253.70	-235.13
Febrero	11.80	0.38	18.95	33.04	286.74	-267.79
Marzo	4.30	0.14	19.09	36.58	323.32	-304.23
Abril	1.20	0.04	19.13	35.40	358.72	-339.59
Mayo	13.10	0.42	19.55	36.58	395.30	-375.75
Junio	115.80	3.75	23.30	35.40	430.70	-407.40

Coefficiente de escorrentía (Ce)	0.9	adimensional
Área de Captación	36	m²

Diferencia máxima	-30.98
Diferencia mínima	-235.13
Volumen neto	-

Dimensiones del tanque de almacenamiento		
Profundidad	2	m
Área	-	m²
Lado	-	m

CONCLUSIÓN:

No fue posible calcular las dimensiones para el tanque de almacenamiento debido a que la demanda de agua es mayor al abastecimiento o disponibilidad de agua en

1.7.3 Huerto Hidropónico



Figura 17. Patio lateral de la Asociación de Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos en Chiquilistlán, JAL. Aquí se implementarán la(s) unidad(es) del sistema hidropónico DFT.

Tabla 5. Lista de materiales para la cotización de inversión inicial del sistema hidropónico DFT propuesto

Etiquetas de fila	Suma de Total
[-] Estructura	\$ 3.058,64
Abrazadera Everbilt Acero Inoxidable Med 3/4 A 1-3/4"	\$ 78,88
Abrazadera Omega 1"	\$ 30,16
Abrazadera Omega 3"	\$ 904,80
Barniz Transparente de Exterior Para Madera	\$ 329,00
Pijas de 1 1/2"	\$ 169,00
Pijas de 1"	\$ 180,00
Reglas Madera de Pino Cepillada de 1"X 2" X 8`	\$ 300,00
Reglas Madera de Pino Cepillada de 1"X 3" X 12`	\$ 450,00
Reglas Madera de Pino Cepillada de 1"X 3" X 6`	\$ 450,00
Tornillos de 1/4" X 2 1/2" Con Tuerca Ancla.	\$ 166,80
[-] Funcionamiento	\$ 1.741,08
Bomba de Agua Periférica 1/2 Hp 127 Volts 40 L/Min 25.4 Mm Npt	\$ 645,00
Caja de Plástico 61 L Negra	\$ 137,00
Medidor Ph+Conductímetro+Buffers Ph+ Buffers Tds Hidroponia	\$ 551,08
Sierra Corta Círculos de 2"	\$ 119,00
Temporizador (Timer) Digital de 20 Eventos	\$ 289,00
[-] Tubería	\$ 2.441,68
Adaptador Macho PVC Hidráulico 1/2"	\$ 6,96
Cinchos Sujetacables 35.56 Cm Negro Commercial Electric 10 Piezas	\$ 35,00
Cinta Aislante Eléctrica de Vinilo 19 Mm X 18 MBI	\$ 21,00
Codo de 1 1/2"	\$ 16,24
Codo de 90° de 1/2"	\$ 52,20
Manguera Tramada 1 Pulgada Verde Surtek	\$ 99,00
Pegamento Azul Para PVC Presto	\$ 129,00
Reducción Bushing PVC Hidráulico 1" A 1/2"	\$ 20,00
Sellador Thermotek Poliuretano Arena Pistola de 300 Ml	\$ 210,00
Tapa Para Tubo de 1/2"	\$ 6,96
Tapas Ciegas Para Tubo de PVC 3"	\$ 129,92
Tubería "T" de 1/2"	\$ 34,80
Tubería de PVC de 1/2" C-40	\$ 229,00
Tubería de PVC de 3" C-40	\$ 866,00
Tubo PVC Hidr Ced 40 1 1/2 X 3 Mts	\$ 253,00
Válvula Check Retención Uniflujo de 1/2 Pulgada Pedrollo	\$ 166,00
Válvula de Esfera PVC Para Cementar Dica 4577	\$ 166,60
Total general	\$ 7.241,40

1.8 Bibliografía y otros recursos

- Campero Cuenca, C., Hernández Flores, G., Klesing-Rempel, Ú., Méndez Puga, A. M., Ruiz Muñoz, M., Arévalo Guízar, G., Guzmán Máximo, G., Fernández Zayas, C., & Mendieta Ramos, M. (2008). *El Desarrollo y el Estado de la Cuestión Sobre el Aprendizaje y la Educación de Adultos (AEA)*.
- CONAGUA. (2016). *Lineamientos Técnicos: Sistema de Captación de Agua de Lluvia con Fines de Abasto de Agua Potable a Nivel Vivienda*. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/152776/LINEAMIENTOS_CAPTACI_N_PLUVIAL.pdf
- Gleason, J.A. (2005). *Manual de Aprovechamiento de Agua Pluviales en Centros Urbanos*. Recuperado de: https://www.riudg.udg.mx/visor/pdfjs/viewer.jsp?in=j&pdf=20.500.12104/73693/1/B_CUAAD00075.pdf
- Gleason, J.A. (2008). *Metodologías de Diseño de Sistemas de Captación de Aguas Pluviales en edificaciones*. [Presentación PowerPoint].
- Helen Juárez, N., Bernal Joaquín, A., & Trukillo Torres, A. (2020). *Horticultura terapéutica: una propuesta para el desarrollo de habilidades sociales y la inclusión*. En *Aplicaciones multidisciplinarias sobre la cognición y el comportamiento* (pp. 37–68). Editora Nómada. <https://books.google.com.mx/books?id=tL7yDwAAQBAJ>
<https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/ManualCosecharLaLluvia.pdf>
- IEEG. (2018). *Chiquilistlán: Diagnóstico del Municipio*. Recuperado de: <https://ieeg.gob.mx/contenido/Municipios/Chiquilistlan.pdf>
- IEEG. (2021). *Chiquilistlán: Diagnóstico del Municipio*. Recuperado de: <https://ieeg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2021/10/Chiquilistlan-1.pdf>
- KeObra. (2020). *Conoce cómo Funciona un Sistema de Captación de Agua Pluvial en una Casa*. Recuperado de: <https://keobra.com/sistema-de-captacion-de-agua-pluvial>

- Lee, J.-H., Choi, H.-S., Yun, S.-Y., Choi, B.-J., & Jang, E.-J. (2017a). Effects of Horticultural Activities and Flower Tea Drinking Based on Reminiscent Storytelling on Demented Elders' Cognitive and Emotional Functions. *Journal of Korea Society for Plants People and Environment*, 20(4), 351–360. <https://doi.org/10.11628/ksppe.2017.20.4.351>
- Lee, J.-H., Choi, H.-S., Yun, S.-Y., Choi, B.-J., & Jang, E.-J. (2017b). Effects of Horticultural Activities and Flower Tea Drinking Based on Reminiscent Storytelling on Demented Elders' Cognitive and Emotional Functions. *Journal of People, Plants, and Environment*, 20(4), 351–360. <https://doi.org/10.11628/KSPPE.2017.20.4.351>
- Nieto Riveiro, L. (2017). *Proyecto de envejecimiento activo con personas mayores institucionalizadas: una experiencia a través de la horticultura terapéutica*. <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/19194>
- Pompilio Ortiz, H. (2019). *El impacto de los programas educativos en el envejecimiento activo, la calidad de vida y la ocupación humana de la población adulto mayor del centro de protección social “El Bosque”*. Fundación Universitaria los Libertadores.
- Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Sedema). (2020). *Cosechar la Lluvia: Manual para instalar un sistema de captación pluvial en tu vivienda*. Recuperado de:
- Sordo Noriega, M. (2018). *El envejecimiento activo: propuesta de un programa intergeneracional*. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/32843>
- Soto Bravo, F. (2015). *Hidroponía familiar en sustrato: Hágalo fácil* (G. Guitiérrez Mejía, N. Orias Montes, M. M. Padilla Monge, D. Zúñiga van der Laat, & G. Guzmán Díaz (eds.)). Escuela de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10809.pdf>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Mineral Nutrition*. En *Plant physiology and development* (5a ed., p. 69). Sinauer Associates, Inc., Publishers.

Yasukawa, M. (2009). Horticultural Therapy for the Cognitive Functioning of Elderly People with Dementia. En *International Handbook of Occupational Therapy Interventions* (pp. 431–444). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-75424-6_46

Zurciendo el Planeta. (2019). *Cómo filtrar el agua de lluvia para consumo humano*. Recuperado de: <https://zurciendoelplaneta.com/2019/09/30/como-filtrar-el-agua-de-lluvia-para-consumo-humano/>

2 Productos

Nombre y código del PAP	PAP 4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL
Nombre del proyecto	Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto Hidropónico
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es)	Modelo del Sistema de Captación de Agua Pluvial: Diseñado para las instalaciones del “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”, para estimar la demanda de agua de la población, y diseñar el tanque para su almacenamiento.
Autores	María Fernanda Andrade Ríos y Nuria Fábregas Moctezuma
Nombre y código del PAP	PAP 4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL
Nombre del proyecto	Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto Hidropónico

<p>Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es)</p>	<p>Manual para el Diseño del Sistema de Captación de Agua Pluvial: Diseñado para las instalaciones del “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”, con el propósito de explicar a detalle los requerimientos necesarios para la construcción, implementación y mantenimiento del sistema de captación de agua pluvial.</p>
<p>Autores</p>	<p>María Fernanda Andrade Ríos y Nuria Fábregas Moctezuma</p>
<p>Nombre y código del PAP</p>	<p>PAP 4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL</p>
<p>Nombre del proyecto</p>	<p>Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto Hidropónico</p>
<p>Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es)</p>	<p>Manual de mantenimiento preventivo para un sistema hidropónico DFT de uso casero:</p> <p>Redactado para el personal en “Grupo de Ayuda a Niños y Anciano A.C.” y la población de Chiquilistlán para explicar a detalle los requerimientos necesarios para la construcción, implementación, mantenimiento y uso seguro del huerto</p>

	hidropónico. Se incluyen notas para las y los futuros ingenieros que darán continuidad al proyecto.
Autores	Roberto Olvera Hernández
Nombre y código del PAP	PAP 4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL
Nombre del proyecto	Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto Hidropónico
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es)	Producto Construido del Huerto Hidropónico: Diseñado para las instalaciones del “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”, para uso recreativo por personas que asistan a la asociación.
Autores	María Fernanda Andrade Ríos, Nuria Fábregas Moctezuma y Roberto Olvera Hernández
Nombre y código del PAP	PAP 4F04C PROGRAMA PARA MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y LOGISTICA EN LA INDUSTRIA REGIONAL

Nombre del proyecto	Diseño e Implementación de un Sistema de Captación de Agua Pluvial y Huerto Hidropónico
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es)	Video Manual para la Construcción del Huerto Hidropónico: Diseñado para las instalaciones del “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”, con el propósito de explicar a detalle el proceso de la construcción del sistema.
Autores	María Fernanda Andrade Ríos, Nuria Fábregas Moctezuma y Roberto Olvera Hernández

3 Reflexión crítica y ética de la experiencia

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

3.1 Sensibilización ante las realidades

María Fernanda Andrade Ríos

Durante el desarrollo del PAP aprendí a través de la investigación, pero de manera más importante, al ir a Chiquilistlán y platicar con las personas que habitan en este, la realidad que viven. De esta manera me fue posible empatizar con las problemáticas de la comunidad y verlas desde su punto de vista, lo cual fue esencial para el planteamiento del proyecto.

Esta experiencia me despertó el sentimiento de empatía y me abrió el panorama para entender que las problemáticas, aunque sean las mismas o similares, cambian de lugar a lugar según el contexto en el que se desarrollan; por ejemplo, la problemática de falta de agua nos afecta de diferente manera a nosotros que a los habitantes de Chiquilistlán. Por ello aprendí que, antes del desarrollo de propuestas y soluciones, es importante comprender el contexto político, social, cultural y ambiental del sitio de interés.

Desde la Ingeniería Ambiental estoy segura de que sensibilizarme ante realidades diferentes a las mías me ayudará a tomar decisiones más integrales y a enfocar los proyectos de ingeniería que realice para cumplir con las necesidades de los beneficiarios.

Nuria Fábregas Moctezuma

Al trabajar en este proyecto pude desarrollarme como estudiante, profesionalista y como persona, ya que este proyecto atiende a las necesidades de una comunidad rural en particular. Al escoger este proyecto, considero que tomé una decisión correcta, ya que me desenvolví en un área a la cual desconocida y, además, aporté mi trabajo y conocimientos para enriquecer y ayudar a un sector muy específico. Además de que el enfoque que tiene mi carrera se mantuvo presente, ya que, al enseñar y ayudar a la comunidad a gestionar el uso del agua de lluvia, apporto un bien al medio ambiente, el cual es valorar y administrar el agua de la región.

Roberto Olvera Hernández

Desde que inicié mi formación como Ingeniero en Biotecnología siempre he tenido presente y tomado en cuenta el contexto en el que se encuentran las personas que estarán disponiendo de la tecnología o el producto que se le presente a las y los usuarios, así que considero que participar en este PAP fue la culminación de toda la preparación que he llevado durante mi carrera en el ámbito social. Me fue un verdadero reto diseñar un sistema que se adaptara a las condiciones económicas de las personas en Chiquilistlán y de la Asociación GANA para asegurarme que fuera un producto fácil de entender, utilizable y costeable para presentarle a la comunidad una opción más para resolver los problemas sociales que presentan.

3.2 Aprendizajes logrados

Reflexiones sobre aprendizajes

María Fernanda Andrade Ríos

Durante el desarrollo del proyecto adquirí una gran cantidad de aprendizajes y competencias profesionales. Primeramente, aprendí a desarrollar un plan de trabajo de acuerdo con los objetivos planteados. Además, aprendí a tener un plan concreto pero flexible en cuanto las actividades a realizar para lograr los entregables planeados, ya que el proyecto se tuvo que ir adaptando a ciertas modificaciones y ajustes que se realizaron para lograr que este se ajustara a las necesidades de la asociación y a los límites de tiempo.

En cuanto a la problemática, este proyecto me sirvió como Ingeniera Ambiental para reforzar mi interés en el estudio de los recursos hídricos. Asimismo, a través de este proyecto adquirí herramientas para plantear prototipos y soluciones eficaces, económicas y con materiales de fácil accesibilidad que puedan beneficiar a comunidades de escasos recursos. Esto me servirá en el futuro laboral ya que aprendí que un proyecto se debe plantear teniendo en cuenta el contexto socioambiental de la zona de interés.

Por otro lado, aprendí la importancia de ser creativa y de escuchar las ideas de mis compañeros para la generación de propuestas.

Nuria Fábregas Moctezuma

Durante todo el proceso logré desarrollar mis habilidades de aprendizaje e investigación por mi cuenta, ya que desconocía el cómo se debía diseñar un sistema de captación de agua. Esto

consistió básicamente en la revisión de bibliografías y asesoramiento por parte de expertos para poder completar el proyecto. Al desarrollar el proyecto, tuve que aprender modelaciones para diseñar el sistema, así como recopilar información necesaria, y por supuesto que obtener el presupuesto para reportarlo. Previo a este proyecto, yo ya tenía conocimiento sobre algunos temas que engloban esta área, pero fue un reto completamente nuevo para mí, y del cual me gustaría seguir aprendiendo y desarrollando esta materia.

Roberto Olvera Hernández

Reflexiones éticas

María Fernanda Andrade Ríos

Durante este proyecto adquirí aprendizajes éticos al momento de la toma de decisiones y de trabajar en equipo. Para la toma de decisiones y diseño de ambos sistemas del proyecto existió el respeto (a pesar de las diferencias de opiniones) entre todos los miembros del equipo, así como la responsabilidad de no perder de vista el objetivo y las necesidades de la comunidad.

Nuria Fábregas Moctezuma

Durante el proceso para lograr los objetivos propuestos desde un inicio, existieron algunos retos que modificaron el trabajo que se estaba llevando a cabo. Las situaciones existentes no obstaculizaron el trabajo, por lo que siempre el equipo modificó lo planeado para poder continuar trabajando. Considero que siempre se visualizó el bien común, tanto para el equipo de trabajo, como para el grupo que conforma a la asociación.

Roberto Olvera Hernández

Al inicio del proyecto aprendimos que Chiquilistlán ha sido foco para partidos políticos en tiempo de campaña, presentando proyectos que solo quedaron en el recuerdo de las personas como falsas promesas. A partir de estas experiencias, la gente de Chiquilistlán creció desconfianza para las personas fuera de la municipalidad que traían promesas de mejora. Desde entonces, sentimos una gran responsabilidad con este proyecto, no solamente dejarlo terminado, sino que la gente supiera que su forma de vida estaba siendo tomada en cuenta para tener un sistema que fuera sostenible y funcional que pudiera ser utilizado por ellos y ellas mismas.

Llevar a cabo proyectos de ingeniería, no solo para su uso como herramienta social sino también en la industria, implica entregar un producto impecable para la o el cliente porque espera que las personas a las que les está pidiendo un servicio cumpla con ello, es (de cierta forma) una promesa que conlleva una gran responsabilidad para nosotros las y los ingenieros.

Reflexiones sociales

María Fernanda Andrade Ríos

Este proyecto me inspiró a guiar los aprendizajes que he obtenido en la carrera de Ingeniería Ambiental hacia el ámbito social, ya que este proyecto se realizó para el beneficio de la comunidad de Chiquilistlán.

La parte del Sistema de Captación de Agua Pluvial aún se encuentra en etapa inicial, por lo que solo se realizaron los diseños y cálculos para las propuestas; sin embargo, considero que de esta parte aprendí que es esencial para un proyecto conocer el medio antrópico en el que se desarrolla, así como escuchar las recomendaciones, preocupaciones y propuestas de las personas para las que desarrollas el proyecto, en este caso del representante de la asociación GANA. Por otro lado, en la parte del desarrollo del huerto hidropónico, aprendí que es imperativo tener en cuenta las necesidades de la población para el diseño de un proyecto, así como desarrollar material (como los manuales) dependiendo de las personas a las que va dirigido (ya sean miembros de la comunidad sin conocimiento técnico del sistema o alumnos que retomarán este PAP).

Además, aprendí que con materiales accesibles y económicos se pueden crear proyectos para solucionar las problemáticas de una comunidad, obteniendo así soluciones para el alcance de todos.

Nuria Fábregas Moctezuma

Creo que durante este semestre, y específicamente en este PAP, tanto en el ámbito personal y como estudiante, elegí el proyecto adecuado porque me ayudó a visualizar que no solo las situaciones laborales sino también las responsabilidades sociales también debe abordarse. Al elegir este proyecto, tomé la decisión debido a que el enfoque era meramente ambiental y de prestar un servicio a la comunidad. Dicho esto, entiendo que al emprender este tipo de proyectos, me han ayudado a entender y ver posibles soluciones que se pueden encontrar en mi carrera y en el trabajo en general.

Roberto Olvera Hernández

De la mano con mi aportación anterior, el llevar a la mesa un proyecto de ingeniería no solamente se trata de llevar un producto que funcione a la perfección, sino de llevar uno que las y los usuarios puedan utilizar con facilidad. Entender las realidades de las personas, platicando con ellas y viendo a través de sus ojos el labor que hacen todos los días nos ayuda a comprender, aunque sea un poco, la forma en la que trabajan y encontrar cómo brindar un servicio útil.

Reflexiones personales

María Fernanda Andrade Ríos

Concluyo este proyecto muy satisfecha con mi trabajo y el de mi equipo y muy orgullosa de lo que logramos, ya que a pesar de que fuimos pocos alumnos involucrados en este, logramos los objetivos planteados al inicio del semestre. Asimismo, también me siento muy satisfecha con todo lo que aprendí a través de nuestras profesoras, de las cuales aprendimos desde la parte social del proyecto de cómo acercarnos a una comunidad ajena a proponer un proyecto y la parte de ingeniería de los cálculos necesarios para el desarrollo de este, hasta la parte técnica de la construcción e implementación de un proyecto. Considero que este fue un proyecto bastante enriquecedor porque se trabajó en la parte de planeación y diseño de ambos sistemas (Sistema de Captación de Agua pluvial y huerto hidropónico) así como en la construcción del huerto.

Estoy segura de que las habilidades y aprendizajes obtenidos serán esenciales tanto para mi vida laboral/profesional, como para mi vida personal.

Nuria Fábregas Moctezuma

Me encuentro satisfecha con los resultados del proyecto, así como del trabajo grupal y el individual. Considero que es un proyecto que vale la pena llevar al siguiente nivel de mejoramiento e implementación, porque serviría como proyecto piloto que puede desarrollarse en otras comunidades. Además de servir a la comunidad con los problemas que presenta, ayuda un mantenimiento y cuidado del medio ambiente.

El trabajo realizado por el equipo siempre fue puntual y preciso. Además de la ayuda por parte de los asesores, que brindaban muchos puntos rescatables.

Puedo decir que el proyecto fue exitoso en esta primera etapa, pero aún queda mucho trabajo por llevar a cabo para que finalice por completo.

Al trabajar en este tipo de proyectos he aprendido a desarrollar mis habilidades adquiridas en el estudio, así como el desarrollo de mi calidad humana.

Roberto Olvera Hernández

Como mencioné al inicio de mis reflexiones, el participar en este PAP significó para mí ver el resultado de años de práctica como ingeniero con una perspectiva social, procurando en todo momento traer al frente las necesidades y los problemas que podrían presentar las personas que costearían y utilizarían nuestros productos. Es un refuerzo a mi filosofía personal como (futuro) ingeniero en biotecnología, la ingeniería no es una disciplina que se aleja del entendimiento social, sino una herramienta más que se necesita para atender las problemáticas de las que sufren las personas y mejorar su calidad de vida. Espero en un futuro tener más oportunidades como esta, aplicar mis conocimientos al servicio de la gente para mostrar de lo que es capaz la ciencia y la biotecnología, y posiblemente inspirar a más personas a seguir este camino para apoyar a sus comunidades.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

María Fernanda Andrade Ríos

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Conocimientos de Ingeniería	He llevado varias clases de cálculo, física y química	Son los conocimientos básicos para llevar a cabo un proyecto que involucre soluciones a través de la ingeniería
	Microbiología	Proyecto de laboratorio en	Es importante para poder caracterizar una

	<p>donde se estudiaron los microorganismos de una muestra de agua y en el PAP anterior realicé biofiltros y evalué su efectividad a través del estudio de coliformes fecales del agua contaminada y el agua tratada</p>	<p>muestra, evaluar un proyecto (como en el caso del PAP) y saber qué soluciones proponer</p>
<p>Caracterización, manejo y biorremediación de sitios contaminados</p>	<p>Proyecto de caracterización y propuesta de manejo para un sitio contaminado, así como laboratorios donde se estudiaron diversos métodos de biorremediación</p>	<p>A través de investigación sé cómo realizar una caracterización de un sitio y, además, a partir de esta información, proponer una técnica de biorremediación o una solución para remediar el sitio</p>
<p>Química Analítica</p>	<p>Proyecto en donde se realizó el análisis de una muestra de agua a través de distintas técnicas de química analítica</p>	<p>Sé realizar distintos métodos y técnicas de análisis químico para poder determinar las características de una muestra</p>

Conocimientos adquiridos en el PAP

Modelación de sistemas ambientales	Prácticas en donde se realizaron distintos modelos a través de la aplicación de Vensim	Modelar con distintas variables modelos ambientales para la toma de decisiones de proyectos
Sistemas de Información Geográfica y Geoestadística	Proyectos en donde se estudiaron a través de diferentes programas los cambios en los cuerpos de agua y el uso de variables regionalizadas	Es importante para mi carrera saber cómo se relacionan ciertos fenómenos con el espacio físico y el territorio.
Sistemas de Captación de Agua Pluvial	Desarrollo de un manual sobre su funcionamiento, implementación y mantenimiento	Como Ingeniera Ambiental este conocimiento es importante porque estos sistemas pueden ayudar a solucionar muchos problemas de escasez de agua.
Modelación y cálculo de un Sistema de Captación de Agua Pluvial mediante el método bajo el enfoque de	Elaboración de una herramienta para el cálculo del almacenamiento para un Sistema de Captación de Agua pluvial	Ahora ya cuento con el conocimiento para obtener el almacenamiento para un Sistema de Captación de Agua pluvial a partir de la cantidad de lluvia y de

	demanda, bajo el enfoque de abasto y la metodología del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria		la demanda de agua de una zona.
	Funcionamiento y construcción de un huerto hidropónico	Huerto hidropónico construido en las instalaciones de la asociación “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”	Como Ingeniera Ambiental es importante conocer este tipo de alternativas sustentables y económicas para la agricultura.
Habilidades	Investigación en distintas fuentes bibliográficas	A lo largo de la carrera he desarrollado esta habilidad para desarrollar proyectos, reportes de laboratorio y en el trabajo también la utilizo para escribir artículos	Es muy importante consultar varias fuentes de información en sitios confiables para tener las bases de un proyecto y proponer soluciones justificadas
	Trabajo en equipo	A lo largo de la carrera, en el PAP anterior y en el trabajo me ha tocado trabajar en equipo y colaborar	Es fundamental saber trabajar en equipo para poder lograr un proyecto verdaderamente colaborativo y enriquecido por los

	con personas que trabajan en diversas áreas	conocimientos de los integrantes del equipo.
Manejo de equipos de laboratorio	Diversas materias con prácticas de laboratorio durante la carrera y durante mi PAP anterior	Es importante saber cómo usar estos equipos y para qué se usan para poder analizar una muestra
Redacción	Durante la carrera he aprendido a redactar reportes de laboratorio y en el trabajo también he aprendido diferentes herramientas de redacción	Saber cómo comunicar ideas y propuestas dependiendo del fin que quieres lograr
Uso de programas como Excel, Matlab y Vensim	Durante toda la carrera he aprendido a utilizar estas herramientas para diversos proyectos	A través de estas herramientas se pueden analizar datos y evaluar resultados
Habilidades adquiridas Toma de decisiones	Durante el desarrollo del PAP tuve que tomar decisiones junto con mis compañeros	Es relevante que como profesionalista pueda tomar decisiones colectivas bajo presión, eligiendo lo mejor para

		el proyecto y para los beneficiarios de este	
	Uso de herramientas de construcción	Durante la elaboración e instalación del huerto hidropónico en la asociación	A través de esta habilidad puedo construir, implementar e incluso reparar sistemas
Actitudes	Responsable	Siempre he sido muy responsable en cuanto a lo que me corresponde hacer y los plazos en los que lo debo de entregar en el ámbito escolar y laboral	Es importante porque me comprometo a cumplir con mis responsabilidades, se vuelven mi prioridad
	Organizada	Llevo una agenda en donde organizo mis entregas y las ordeno por nivel de prioridad	De esta manera realizo mis trabajos con tiempo y los entrego a tiempo
	Comprometida	Soy muy comprometida porque además de cumplir con mis actividades invierto en ellas mis conocimientos y habilidades	Siempre doy mi mayor esfuerzo en todo lo que hago

Creativa	Al proponer soluciones o temáticas en los proyectos soy muy creativa. Además, en este momento me encuentro trabajando dentro del área de Marketing, por lo cual he desarrollado aún más mi creatividad	Es importante al momento de proponer soluciones
----------	--	---

Ganas de aprender	Siempre he tenido disposición a aprender cosas nuevas y a preguntar cuando desconozco algo	De esta manera puedo ampliar mis conocimientos y habilidades
-------------------	--	--

Actitudes adquiridas en el PAP

Paciente	Aprendí a respetar y ser tolerante con la manera de trabajar de los miembros de mi equipo	Es importante porque aprendí a respetar que no todos trabajan de la misma manera que yo o de la manera que me gustaría que lo hicieran
Empática	Aprendí a tener en cuenta las necesidades de la comunidad durante	Es importante para desarrollar un proyecto que verdaderamente sea funcional y cumpla con

		todas las etapas del proyecto	lo que el beneficiario busca y necesita.
	Flexible	Aprendí a adaptar y ajustar las propuestas del proyecto según fue necesario	Es importante como ingeniero no aferrarse a una idea o proyecto y aprender a adaptarlo según las condiciones y límites que se presenten

Nuria Fábregas Moctezuma

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	
Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Co no ci mi ent os	<i>Legislación ambiental</i>	Proyecto de la universidad de creación de una MIA.	Se realizó el capítulo 4, 5, 6 y 7 de una MIA, donde se realizó una investigación del área y se cuestionaron los posibles impactos ambientales.
		<i>Conocimientos básicos de ingeniería</i>	Clases de cálculo, física y química.	Siempre me han apasionado las matemáticas y la química y son dos campos muy usados dentro de mi carrera.
		Microbiología	Proyecto de laboratorio de estudio de	Se realizaron estudios microbiológicos de aguas crudas obtenidas de una planta de

	microorganismos en aguas crudas.	tratamiento de agua, por lo que se estudiaron los métodos necesarios y correctos.
Energías renovables	Prácticas de laboratorio con distintos sistemas de energías renovables.	Se estudiaron las eficiencias de calentadores solares, colectores solares y turbinas de aire generadoras de energía eléctrica.
<i>Caracterización y manejo de sitios contaminados</i>	Proyecto de caracterización y manejo de un sitio real que se encontraba contaminado.	Se planteó el manejo para la restauración de un sitio contaminado, dependiendo de las características del terreno y el contaminante.
Modelación de sistemas ambientales	Proyecto de modelación de contaminación en cuerpos de agua.	Se realizó una modelación de la calidad de un cuerpo de agua que recibía contaminantes.
Desarrollo de Layout	Proyecto de creación de un Layout para la planta de la Empresa Cal Peña.	Ya que la empresa no contaba con planos que describieran su planta, se les propuso la creación de un Layout.

	Análisis Termogravimétrico	Reporte químico de Análisis Termogravimétrico para combustibles de la Empresa Cal Peña.	Se realizó un análisis termogravimétrico para cuatro combustibles y poder obtener su poder calorífico.
	Determinación de Cenizas	Reporte químico de Determinación de Cenizas para combustibles de la Empresa Cal Peña.	Se realizaron pruebas químicas para determinar de cenizas para cuatro combustibles, después de su combustión.
	Diseño de un sistema de captación de agua pluvial	Diseño y Modelación del sistema de captación de agua para el “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”	Se realizó un diseño y modelación para la construcción de un sistema de captación de agua pluvial.
	Diseño de un huerto hidropónico	Diseño y Construcción del huerto hidropónico para el “Grupo de Ayuda a Niños y Ancianos A.C.”	Se diseñó y construyó un huerto hidropónico.
Habilidad	Investigación previa	Realicé un proyecto con la	El proyecto fue por parte de una beca que

da des	Búsqueda de soluciones	Universidad de Nuevo México, para la	ofreció la Universidad de Nuevo México para su programa “The
	Búsqueda de asesoramiento	biorremediación de 53 hectáreas en un terreno cercano	Academy for Women of the Americas: Women, Climate and Power”. Se
	Aplicación	a la universidad, mediante la creación de composta a base de viruta, biocarbón y residuos orgánicos, con la ayuda de un microorganismo específico.	asignaron proyectos de problemas reales, y se tenían que proponer soluciones alcanzables. El proyecto era realizado por estudiantes de distintos países.
	Trabajo en equipo	Durante el proyecto PAP anterior reforcé el trabajar en equipo y poder crear un canal de comunicación donde todos nos entenderíamos.	Anteriormente había trabajado en equipo, pero al ser un proyecto con una dificultad mayor, comprendí que se necesita de todos los integrantes para lograr los objetivos.
	Trabajo individual	Reforcé mi capacidad para trabajar por mi cuenta durante varios procesos del PAP anterior.	Aprendí que por mi cuenta puedo ser muy eficiente y lograr lo que me proponga. Es bueno buscar asesoramiento por parte de otras

		personas, pero la investigación propia puede ser exitosa.
Toma de decisiones	Durante el PAP del semestre pasado, tuve que tomar decisiones difíciles que se presentaron día a día.	Hubo momentos donde lo planeado no salía como se esperaba, por lo que tuve que analizar la situación y elegir la mejor opción que se presentaba para resolver el problema.
Cambio de planes	Durante el PAP tuve que acomodar mis planes y objetivos de acuerdo a los cambios de objetivos que ocurrieron en el proyecto.	Al empezar a trabajar en el sistema de captación de agua tuvimos que desarrollar una segunda propuesta porque la primera no fue la óptima para las necesidades de la asociación.
Actitudes	Responsable	Siempre me he responsabilizado de todas las tareas que se me asignan, ya sean profesionales o personales.
	Comprometida	En cuanto a la escuela y el trabajo son de las prioridades más importantes de mi vida, por ello les doy mucha importancia.
		En cualquier actividad que me encuentre haciendo ya sea

	porque cumplo con todas mis responsabilidades.	profesional o personal, siempre le dedico el tiempo necesario.
Puntual y organizada	Siempre he tratado de entregar mis trabajos a tiempo, por ello organizo mi tiempo desde antes para hacerlo de una manera calmada y bien hecha.	La puntualidad es algo que traigo presente porque no me gusta realizar mis responsabilidades de forma apresurada.
Apasionada	Estudio ingeniería ambiental, precisamente por mi preocupación ante la degradación al medio ambiente.	Me apasiona el hecho de poder ayudar de alguna manera al ambiente y a las personas, además de que me gusta mi carrera por todo lo que aprendo cada día.
Eficiente	Me gusta realizar el trabajo lo mejor posible desde el primer momento, por ello me aseguro siempre de seguir todas las instrucciones.	Si en algún momento algo no quedó claro para mí, trato de buscar asesoramiento para entenderlo de una mejor manera.
Liderazgo	Durante todo el proceso del PAP	El ser líder no implica tomar decisiones por los

		anterior me consideré como una de los líderes del equipo, para la toma de decisiones.	demás, sino buscar la mejor solución posible para todos y para el proyecto.
	Paciencia	Aprendí a ser paciente ya que no todos trabajan a un mismo ritmos.	Tuve que acoplarme a las distintas maneras de trabajar de mis compañeros y siempre sacar provecho de ello.
	Empatía	Durante el proyecto del PAP anterior desarrollé mi empatía respecto a las situaciones que se presentaron tanto a mis maestros, como a mis compañeros.	Comprendí que en el equipo, cada uno tenía diferentes contextos por lo que el trabajo debía ser equitativo, pero siempre respetando el proceso de cada persona.
	Asertividad	Aprendí a comunicarme asertivamente con mi equipo para generar un equilibrio.	Durante el PAP tuve que desarrollar mi asertividad cuando existían conflictos y poder comunicar mis necesidades sin ofender a los demás.

Aptitudes iniciales

Aptitudes finales

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
<p>Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,</p>	Ingeniería de bioprocesos	<p>Mi formación académica</p>	<p>Aumentar la eficiencia de procesos actuales, generar productos de alto valor agregado, y solucionar problemas de salud, nutrición, medio ambiente, etc.</p>
	Biología molecular e ingeniería genética		
	Análisis de datos	<p>Organización y análisis de las bases de datos en mi trabajo. Materia optativa.</p>	<p>Altamente requerido en empresas para tomar decisiones.</p>
	Administración de proyectos	<p>Gestión de un equipo multidisciplinario para una competencia internacional. Materia optativa.</p>	<p>Cumplir con las metas y objetivos de un proyecto de forma efectiva, eficiente y económica.</p>
	Logística e inventarios	<p>Administración de reactivos y material en mi trabajo. Logística de transporte en eventos deportivos de preparatoria.</p>	<p>Gestionar recursos para minimizar los gastos de compra, y aprovecharlos al máximo.</p>
	Trabajo manual	<p>Construcción del sistema hidropónico</p>	<p>Entender el trabajo que se necesita llevar a cabo de forma manual, sus herramientas y habilidades, y el tiempo que se necesita</p>

		Ética	Coordinación del área de Ciencias	Análisis crítico de las implicaciones éticas de un proyecto en diferentes contextos sociales/culturales.
	Habilidades	Liderazgo	Dirección de un proyecto internacional, y de un grupo de voluntariado.	Impulso, promuevo y guío cambios significativos dentro de un equipo.
		Comunicación efectiva y transparente	Lo uso todos los días en mi trabajo.	Mensajes claros y directos de forma
		Pensamiento crítico	Siempre trato de adoptar un escepticismo sano ante cualquier nueva situación.	Formar criterio propio sobre problemas basado en evidencias, y analizar problemas desde lo que conozco (si no, lo investigo).
		Creatividad	Siempre trato de proponer soluciones poco convencionales a problemas reales.	Buena adaptabilidad para resolver diversos obstáculos.
		Comunicación escrita	Elaboración de reportes de laboratorios bien estructurados y con información relevante.	Dejo mensajes claros y concretos sobre los resultados de un proceso o una toma de decisión, o generar solicitudes.
		Toma de decisiones	Siempre trato de evaluar la mayor cantidad de dimensiones en una situación para tomar la decisión más adecuada.	Encontrar soluciones a problemas que necesitan de su atención urgente.
		Actitu	Honesto	Creo que cada mentira se endeuda con la

			verdad, y es dura a la hora de cobrar.	le pueden contar abiertamente.
		Responsable	Todas mis acciones, y las de mi equipo, tienen un impacto en nuestro ambiente. No estamos aislados.	Las personas pueden confiar en mi para ayudar con trabajo importante.
		Empático	Siempre estoy dispuesto a escuchar y entender las dificultades de mi equipo para apoyar en lo que pueda (si me requieren)	Genero un buen ambiente de trabajo.
		Eficiente	Siempre busco formas más sencillas de hacer las cosas.	Mi trabajo siempre queda bien hecho y en el tiempo correspondiente.
		Inquieto/curioso	Cuando me interesa un tema o un problema, no lo suelto hasta que salgo satisfecho.	Alta atención a situaciones que lo requieren para buscar respuestas o soluciones relevantes y poco convencionales.
		Adaptable	Ahora me es más fácil poder entrar en equipos de trabajo ya formados.	Entrar en la toma de decisiones y expresar mi opinión frente a un equipo nuevo.

3.4 Dimensión persona

María Fernanda Andrade Ríos

Durante las sesiones de dimensión persona aprendí a ver el PAP como parte de un viaje lleno de aprendizajes tanto profesionales como personales. Al ver este proceso como un agente externo, pude valorar todo el trabajo que realicé, cómo resolví obstáculos de una manera satisfactoria y cómo cada persona dentro de este proyecto (mis compañeros, mis profesores PAP y los profesores de las sesiones que se impartieron a lo largo del PAP) me enseñó lecciones que definitivamente marcaron mi crecimiento profesional. Por último, me gustaría recalcar que disfruté mucho de este espacio para poder conectar conmigo misma y para ver más allá del aspecto técnico y académico del PAP, verlo también como un proceso de crecimiento y enriquecimiento profesional y personal.

Nuria Fábregas Moctezuma

Al atender las sesiones impartidas por Andrés, pude visualizar mi camino dentro del proyecto y dentro de la carrera. No solamente como profesionista, sino como persona. Considero que este tipo de acompañamientos son necesarios durante nuestra carrera como profesionistas ya que te retan a pesar sobre los pros y contras de las situaciones que se viven. Me encuentro muy satisfecha con el trabajo realizado y apoyo la decisión de este tipo de actividades enriquecedoras para los alumnos que continúen dentro de este PAP.

Roberto Olvera Hernández

Compartir las sesiones con Andrés fue siempre una gran adición a este PAP, el tener presente sus recomendaciones y comentarios me ayudaron a no perder de vista el fuerte de este proyecto: su significativo social. Contar con este tipo de apoyo refuerza la necesidad de contar con equipos multidisciplinarios para entender los distintos puntos de vistas de todas las disciplinas que entren en el proyecto. Estoy atento al trabajo que queda por delante para ver los frutos del trabajo realizado durante este semestre.