

Sistema de presas sustentables en cuencas para captar agua de lluvia, limpiarla y distribuirla por gravedad

Sustainable Dam System in Watersheds to Capture Rainwater, Clean it, and Distribute it by Gravity

María Milagros Campos Vargas^{1*} y Carlos Alejandro Pérez García²

¹ Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, Cerro Coatepec s/n Ciudad Universitaria, Toluca de Lerdo, México, C.P. 50110. mcamposv724@profesor.uaemex.mx, <https://orcid.org/0009-0008-6781-6414>

² Empresa Idea Geomatica SA de CV Las Chiapanecas 390 Int 2. Col. Benito Juárez. Nezahualcóyotl. Estado de México. CP 57000. eozar@yahoo.com, <https://orcid.org/0009-0005-0551-3256>

*Autor(a) de Correspondencia

Recibido: 15/09/2025. Aceptado: 12/01/2026. Publicado: 05/02/2026.

Cómo citar este artículo: Campos Vargas, M. M. y Pérez García, C. A. (2026). Sistema de presas sustentables en cuencas para captar agua de lluvia, limpiarla y distribuirla por gravedad. *Geografía Aplicada*, 2(1), 26-49.

Resumen

La propuesta plantea el diseño de un modelo de gestión colaborativa como alternativa de solución en materia de recursos hídricos, enfocado a la recuperación de agua de lluvia en zonas de recarga. El modelo se construye bajo una visión que integra el campo de la

hidrología, biología e ingeniería hidráulica para mayor precisión disciplinar, así como en el entendimiento sobre procesos socioeconómicos, culturales y políticos que intervienen en su gestión. El objetivo de la investigación va en dos sentidos; por un lado, se busca brindar la posibilidad de una gestión económica que beneficie a la población de bajos recursos con problemas de desabasto de agua potable; y por otro lado, se trata de impulsar proyectos con perspectiva sustentable y de prevención de escases, los resultados brindan un estudio integral de solución en cuanto a la gestión del recurso, que apoya a las comunidades que sean vulnerables a un sistema ineficiente de distribución de agua. En conclusión, se propone contemplar una visión que logre que tanto los gobiernos como las comunidades cuenten con elementos básicos para estar preparados en caso de tener que afrontar una situación severa de crisis de agua.

Palabras Clave: Sustentabilidad, modelo de gestión, tecnificación, manejo de agua, visión comunitaria.

Abstract

The proposal suggests the design of a collaborative management model as an alternative solution for water resources, focused on rainwater harvesting in recharge zones. The model is built on a vision that integrates the fields of hydrology, biology, and water engineering, as well as an understanding of the socioeconomic, cultural, and political processes involved in its management. The research objective is twofold: first, to provide the possibility of economic management that benefits low-income populations with drinking water shortages; and second, to promote projects with a sustainable perspective and the prevention of water scarcity. The results provide a comprehensive study of solutions for water resource management, supporting communities vulnerable to an inefficient water distribution system. In conclusion, it is proposed to consider a vision that ensures both governments and communities have the basic elements to be prepared in case they have to face a severe water crisis.

Keywords: Sustainability, management model, technology implementation, water management, community vision.

1. Introducción

En la actualidad uno de los temas cruciales a nivel global es el aprovechamiento, manejo y gestión del agua, circunstancia que se entiende como un tema ambiental y en el que la idea principal gira en la creciente escases del líquido a nivel mundial. Dentro de este contexto, la investigación utiliza el argumento de la correlación de lo social y lo biológico desde una postura científico-técnica, en el que, el hombre produce cambios radicales en las condiciones naturales, cambios que, a su vez ejercen presión, y en el que se acentúa la responsabilidad de la humanidad en la protección del medio ambiente (Fedoseev, 1978).

En este contexto la idea que se persigue en esta investigación se refiere a delinear una propuesta de gestión integrada de los recursos hídricos desde una perspectiva de desarrollo sustentable. Donde, la unidad territorial del análisis es la cuenca, ya que de acuerdo Dourojeanni et al. (2002), esta es ampliamente aceptada para la planificación integrada del recurso hídrico, siendo el punto de partida para coordinar acciones adecuadas a la provisión eficiente y de conservación del recurso, mediante estructuras participativas de coordinación y concentración de actores locales en la formulación de decisiones sobre la gestión de agua en el ámbito de cuenca.

Con base en lo antes mencionado, la propuesta trabaja en tres ejes principales de base sustentable; el primero consiste en proveer y/o desarrollar un sistema económico y eficiente de autogestión del recurso; segundo brindar una alternativa adecuada para un abasto más accesible y equitativo del líquido a comunidades de bajos recursos y/o con limitantes de accesos orográficos, y tres, promover la prevención de escenarios de desastres, emergencias, escases y desabasto.

El proyecto está dirigido a localidades que se ubican en zonas de difícil acceso debido a condiciones orográficas de laderas escarpadas y pendientes pronunciadas, en las cuales, se

problematiza el abastecimiento de agua y obstaculiza el suministro al requerir sistemas robustos y de alto costo para el bombeo y re-bombeo, la extracción y el traslado del líquido.

El trabajo se puede considerar como una alternativa que toma como ejes de acción el cuidado de la tierra y la comunidad, esto, desde una perspectiva de sostenibilidad, atractiva tanto para las autoridades locales como para las comunidades en su conjunto. Se integra en dos fases, la primera corresponde a talleres comunitarios con perspectiva colaborativa y la segunda al proceso de construcción del sistema de micro presas. En ambas fases, se tiene como resultado el diseño de las propuestas de acción. Con el modelo se busca aportar a una distribución equitativa del recurso y minimizar efectos negativos en cuanto a la desecación de manantiales y el detrimento de fuentes de agua y daños a la infraestructura de las ciudades causados por la subsidencia, inundaciones, entre otros.

1.1. El problema del agua

De acuerdo con la UNESCO (2020) las causas de primer orden que intervienen en la situación crítica del agua corresponden a los efectos del cambio climático, la contaminación y la explotación intensiva de acuíferos para actividades agrícolas e industriales; como muestra de esta situación se tiene que han incrementado los eventos extremos como son las sequías e inundaciones, lo que repercute en su disponibilidad, también el crecimiento poblacional y la creciente urbanización ejercen presión sobre los sistemas de saneamiento, acrecentando problemas de contaminación (UNESCO, 2021).

En México la principal problemática es la contaminación de las aguas superficiales (ríos, arroyos, lagos, lagunas, etc.) por aguas servidas y/o residuales domésticas, industriales, agrícolas o ganaderas. En cuanto a las aguas subterráneas (acuíferos), se encuentran en sobreexplotación, para 2018 el 18 % ya se encontraban en esta situación, lo que eleva los costos de extracción y subsidencia del terreno y un 5 % tiene problemas de salinización lo que deteriora los parámetros de calidad. Finalmente, otro tipo de recurso que se ve afectado es la precipitación, ya que el régimen de lluvia registra aproximadamente de 1.5

millones de hm^3 de precipitación anual, concentrándose el 67% durante los meses de junio a septiembre, de los cuales, el 72% vuelve a la atmósfera por evaporación, el 22% se concentra en escurrimientos superficiales, y el 6% restante se infiltra de manera natural al subsuelo, favoreciendo en gran medida la recarga acuífera (Instituto Mexicano para la Competitividad, 2023). Sin embargo, de acuerdo con Chávez et al. (2014) estas condiciones se ven amenazadas, debido a que el 29.61% de la superficie continental del país se considera altamente sensible ante las oscilaciones climáticas, lo que significa un incremento de $0.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, suficiente para provocar afectaciones en el 34.65% de estas superficies, reubicándolas en regiones con mayor temperatura y con menor disponibilidad de humedad.

San Juan Flores (2025) presenta un ejemplo claro de la afectación que se tiene en el sistema hídrico de México, en el que el sistema Cutzamala (embalse que provee a la cuenca de la Ciudad de México), muestra una capacidad de almacenamiento ubicada en 32.5% por debajo de la media histórica, en la actualidad se cuenta con 344.5 millones m^3 de agua cuando el promedio histórico para 1996 y 2020 era de 510.4 millones, lo que genera la reducción de los recursos hídricos, el deterioro de la calidad del agua y un saneamiento insuficiente, condiciones que dan lugar a problemáticas sociales que impacta en su mayoría a las poblaciones de bajos recursos. De acuerdo con Pedrozo (2021) estos impactos van directo al desarrollo económico ya que estos dependen del abasto de agua.

Por otro lado, en México son los grandes sistemas de presas el modelo tradicional para la gestión de los recursos hídricos, esto las coloca como beneficiosas o necesarias desde su función de administración, sin embargo, su construcción, operación y mantenimiento van acompañados de costos físicos como la alta evaporación, la baja infiltración, la sobrecarga de flujo de sólidos, y/o el alto potencial de sedimentación dentro del embalses.

En cuanto a los impactos socioambientales, este tipo de sistemas pueden provocar evento de inundación reflejando que la infraestructura es limitada y no cuenta con la capacidad para regular el caudal del río, derivando en desbordamientos o avenidas extraordinarias,

además de la disminución de agua durante breves periodos de sequía (Aboites Aguilar, 2012).

Un ejemplo de lo antes mencionado es el caso presentado en la Ciudad de México y en su área metropolitana donde se supera la capacidad para una planeación y administración adecuada del agua (Ángeles-Serrano et al., 2008) circunstancia que se refleja en la sobre explotación de los acuíferos debido a la marcada dependencia de los sistemas distantes como el Lerma y el Cutzamala, que suministran el 29 % del total del agua destinada a su consumo (Bernardino, 2017).

Como se puede observar los desafíos son importantes en términos de gestión, lo que hace necesario abordar las problemáticas desde una visión intersectorial (Castro, 2025). En este sentido, se requiere desarrollar una gestión integral que se centre en la investigación científica e innovación tecnológica en apoyo a la construcción de propuestas que integren sistemas económicos y eficientes de autogestión, siendo esto, una alternativa adecuada para lograr un abasto más accesible y equitativo, así como, la prevención de escenarios de desastres, emergencias, escases y desabasto.

1.2. La gestión del agua con perspectiva sustentable y colaborativa

La intervención de múltiples actores en distintos niveles en combinación con la fragmentación del recurso hídrico da lugar a diversas problemáticas relacionadas con la escasez del agua, por lo que es imperante la integración de prácticas mediante mecanismos de gobernanza hídrica, que fomenten la conservación de la biodiversidad, mejoren la resiliencia ecosistémica y garanticen la equidad social (Cabral et al., 2024).

La idea es proponer recomendaciones desde una visión científico-técnica que fortalezca las prácticas de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, donde el enfoque sea dirigido a involucrar la contribución de agentes importantes, destacando al gobierno, las comunidades locales y organizaciones, con la finalidad de brindar una gestión equilibrada del recurso (Wezel et al., 2020).

De acuerdo con Ostrom (2014) la coordinación entre diversos centros de decisión que sean distribuidos autónomamente entre los actores principales, son necesarios para lograr una gestión integrada del recurso contemplando las necesidades específicas, consiguiendo una adaptabilidad a diferentes escalas.

Para México la implementación de esta modalidad de gobernanza podría favorecer la participación de las comunidades rurales dentro de la administración y aprovechamiento del agua, mediante procesos flexibles que incorporen las particularidades socioculturales. Bajo esta perspectiva la sostenibilidad no solo remite el cuidado, disponibilidad y calidad del agua, sino también a la participación comunitaria y la construcción de conocimiento compartido (Castro, 2025).

Este trabajo aborda el diseño de un modelo de gestión sostenible del agua mediante la implementación de prácticas de ingeniería y gobernanza ambiental como alternativa a las consecuencias negativas a nivel social y ambiental del uso y manejo del agua.

2. Metodología

El modelo de gestión sustentable y colaborativa de recursos hídricos en zonas de montañas se plantea en dos fases principales. La primera consiste en el diseño técnico de las micro presas de provisión de agua, bajo el esquema de captación de agua de lluvia, potabilización por medios biológicos (Wen, 2024), bajo consumo de bombeo, y distribución por gravedad.

En un segundo momento se trabaja sobre la delineación y/o la propuesta de autogestión del sistema por parte de la población civil.

2.1. Diseño e instalación y funcionamiento de las micro presas

En este apartado se explica la construcción y funcionamiento de las Micro presas en diferentes etapas:

1. Planificación en cuanto a la definición de las necesidades de agua y energía, así como los objetivos de la construcción (almacenamiento, distribución);

2. Diseño del proyecto ejecutivo de costos del sistema de presas, de la planta de tratamiento y del tanque de almacenamiento;
3. Modelado de simulación del comportamiento del sistema de presas para optimizar el diseño;
4. Análisis de prefactibilidad que asegure se construya en tiempo previsto y a costos aceptables;
5. La ingeniería básica que integra criterios de seguridad contemplando la estabilidad estructural, la resistencia frente a sismos previstos, minimización de sismicidad inducida y evaluación de impacto ambiental, entre otros aspectos;
6. La rentabilidad asociada a los niveles de almacenamiento que permitan la operatividad del diseño durante su vida útil, misma que debe ser de al menos 30 años o más (León-Escobedo, 2024);
7. Selección del emplazamiento y evaluación del sitio adecuado para el establecimiento de la presa, considerando factores como: la profundidad, superficie de captación, la geología del terreno, y la ausencia de fracturas rocosas que puedan causar fugas;
8. Evaluación de Impacto Ambiental, a partir de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente;
9. Permisos para realizar obras de infraestructura hidráulica en el que la metodología y los pasos a seguir están basados y estructurados de acuerdo con el trámite “Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica en cauces y zonas federales” que se presentaron mediante un proyecto ejecutivo en la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2019).

La información que se genera para la instalación de las micro presas contempla diferentes áreas de investigación, que se mencionan a continuación.

La cartografía de las secciones transversales de topografía: trazos que se levantan a cada 20 metros a lo largo del río, dibujados en una cuadrícula escala de 1:100 o menor tanto horizontal como vertical, en sentido de encadenamiento que irá de aguas arriba hacia aguas abajo.

La geología regional y de la zona de trabajo por medio de sondeos, pruebas del laboratorio; se trata de levantamiento geológico, utilizando fotografías aéreas, imágenes satelitales y bases topográficas. Este estudio es la base para los estudios, de hidrogeología, recursos minerales, energéticos, ordenamiento territorial, vulcanología y peligros geológicos.

Los estudios geotécnico-estructurales incluyen análisis en ambas márgenes del río donde se realiza la obra, se incluye el análisis de los contactos entre las unidades geológicas, la ubicación de fallas ocultas bajo sedimentos y suelos en laderas, y por supuesto, las aceleraciones de las ondas sísmicas en conjunto con los parámetros elásticos dinámicos de las rocas. En esta labor, se contempla la aplicación de dos métodos geofísicos: el geoeléctrico y el sísmico de refracción. Esta dualidad metodológica contribuye a la complementación del modelado geológico, facilitando la identificación de zonas donde existen fallas, cuerpos de agua, áreas de material arcilloso y sistemas kársticos subterráneos. Además, este método contribuye a mejorar la caracterización litológica del área estudiada y de sus materiales presentes. En cuanto al análisis de los costos de exploración indirecta mediante geofísica, se considerarán únicamente las técnicas del tendido de refracción sísmica (TRS) y del sondeo eléctrico vertical (SEV) consideradas fundamentales para el estudio del subsuelo en zonas destinadas a presas (Vázquez, *et al.*, s. a.)

Técnicas geofísicas de exploración indirecta y semi-indirecta en pozo, que incluyen: la tomografía eléctrica, cross-hole, tomografía sísmica entre pozos, gravimetría, magnetometría y registros geofísicos de pozo. Es relevante mencionar que el método de tomografía eléctrica se identifica como una técnica secundaria misma que ha cobrado relevancia en las exploraciones de presas, junto con la tomografía sísmica entre pozos.

La cartografía del riesgo geológico de desestabilización de laderas, aplicando métodos de compresibilidad y bolsones de alta presión de poro, sondeos de barrenación para obtener información directa a partir de la excavación de socavones en forma de galerías que den guía con mayor precisión acerca de la presión de agua, e indiquen los principales sistemas de fallas, propiedades geométricas del sustrato rocoso, esto con el objetivo de conocer de forma detallada dentro de un marco geológico local las márgenes del río donde se debe llevar a cabo la investigación y dar continuidad a zonas de fractura.

Finalmente, y de acuerdo con los requisitos y recomendaciones de la Comisión Nacional del Agua, se construyeron los planos de proyecto del arreglo conceptual de las obras, el plano general y la localización del arreglo conceptual de las obras, planos particulares del arreglo conceptual de las obras, y el catálogo, programa de ejecución del proyecto (CONAGUA, 2019).

2.2. Diseño y elaboración de los talleres participativos con autoridades de los diferentes niveles de gobierno y población civil

El objetivo de los talleres se enfoca en la integración y participación comunitaria para la construcción de conocimiento compartido y buenas prácticas. En este ejercicio se propone llevar a cabo la inclusión de personas de la comunidad, de agentes gubernamentales, estatales y federales, con el propósito de homologar el entendimiento respecto a conceptos básicos, así como, cimentar las bases del proyecto. De forma particular, se trata de una capacitación y repaso general acerca de los conceptos técnicos, de las acciones y operación. En este ejercicio también se busca el planteamiento de las problemáticas desde la visión de la población desde una postura donde se compartan propuestas de solución.

3. Resultados

3.1. Talleres comunitarios de participación ciudadana del proyecto de micro pesas

Se obtuvo la propuesta de la estructura de los talleres, esta se formó por una serie de fases que se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Fases del proceso colaborativo.

Fase I Diagnóstico	Fase II. Definición transversal	Fase III Resultados y conclusiones
Sesión grupal con la participación de los gobiernos nacional, estatal, y municipal. En esta fase se explican las generalidades del proyecto y los conceptos importantes. El objetivo principal es la homologación de conocimientos. En un segundo momento la mesa de trabajo analizó la caracterización de la zona de estudio para señalar las problemáticas y las posibles zonas de instalación, para ser puntualizadas en la cartografía y obtener un mapa de sitios óptimos, en concesos.	Sesión grupal con representatividad de los gobiernos estatales y de diferentes sectores de la población civil. Los talleres iniciaron con una sesión grupal en la que se explicaron las generalidades de la sesión, el concepto de buenas prácticas y la importancia del trabajo colaborativo. El objetivo es captar las aportaciones de la población en cuanto a ideas y saberes, para complementar la asignación de los puntos de instalación de las micro-presas.	Los talleres iniciaron con una sesión grupal en la que se explica las zonas propuestas y la percepción de la población acerca del proceso técnico y participativo; visión, objetivos y ejes del proyecto. En esta fase también se lleva a cabo una concientización sobre la importancia del trabajo colectivo, el involucramiento de todas y todos los actores, así como la creación de compromisos y asignación de responsabilidades; se realiza el cierre de actividades con diversos actores clave y se presentan las siguientes actividades del proyecto.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Sistema de presas en microcuencas

Como resultados se presenta el prototipo de escalabilidad de una planta sustentable de captación de agua, con los anexos referentes a:

1. Recomendaciones para la preparación del terreno, que indica despejar las áreas mediante la limpieza del sitio de construcción, eliminando vegetación y materiales sueltos, la excavación necesaria para alcanzar una base sólida que soporte la estructura de la presa.
2. Diseño del sistema en planta en el que se describe de forma gráfica desde una vista aérea de una microcuenca y su sistema de las presas de gavión (Figura 1), presas de construcción híbridas, su área de captación, así como las tuberías y la distribución a la comunidad aguas abajo.

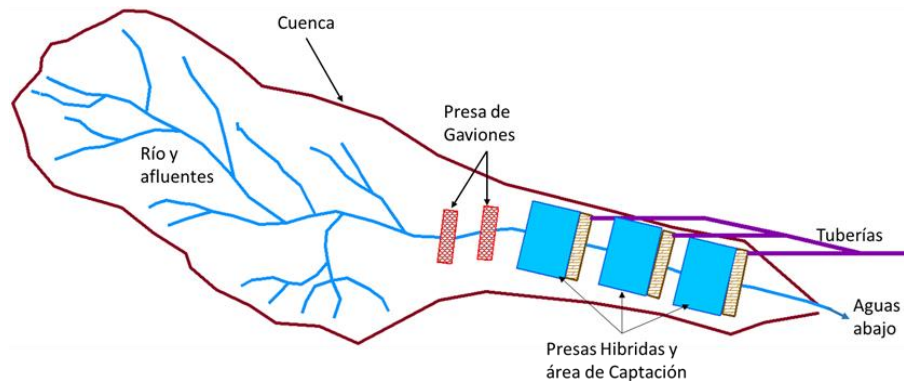


Figura 1. Modelo en planta del sistema de presas.

Fuente: elaboración propia.

3. Croquis de la primera y segunda presas de gavión (Figura 2), en vista de frente y de perfil, la cual, se utilizarán para amortiguar la fuerza de la caída del agua que de acuerdo con la pendiente puede aminorar los efectos de la velocidad. Posteriormente a pie de la estructura permitirá la infiltración y fungirá como nivel muerto para los sedimentos. Estas dos presas tienen la finalidad de detener la mayor cantidad de sedimentos en suspensión, así como de arrastre de fondo, contarán con una malla en la pared interna, para detener sedimentos grandes, medianos, así como los escalones malla para sedimentos pequeños.

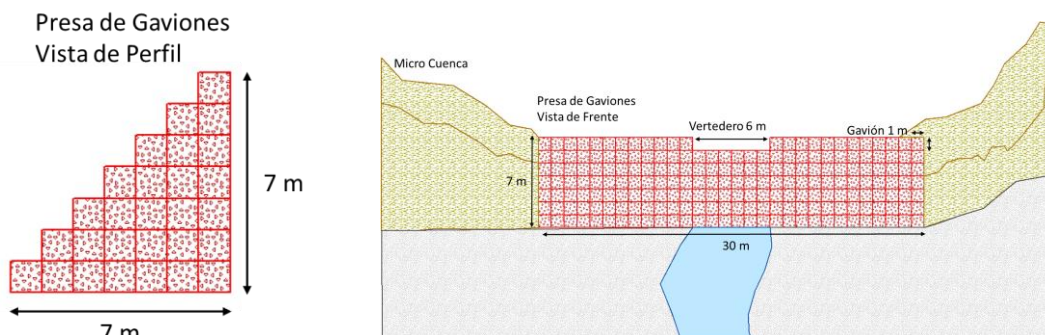


Figura 2. Presas de Gavión.

Fuente: elaboración propia.

4. Presas de la tercera a la quinta en método de construcción híbrido (Figura 3). Estas presas deben tener estructuras hidráulicas para el control de cauces, además de proveer seguridad estructural y resistencia contra el agrietamiento y/o la rotura del macizo. Por ser considerada una estructura monolítica, esta debe ser muy estable, para evitar algún deslizamiento por carga externa, debido a su propio peso. La propuesta incluye la instalación de un tanque amortiguador que ayude a disipar la energía de caída del agua, aminorando los efectos de socavación al pie de las presas. Se debe construir en la base de las presas, de 1 a 2 túneles, donde se colocarán rejillas para limpiar el agua de sedimentos y basura, antes de dirigir el agua a tanques de almacenamiento donde se limpiará el agua. En su parte baja se construirán los cimientos y anclajes necesarios para esta obra. Además, en la parte inferior (derecha o izquierda) se construirá un desagüe que tiene 3 rejillas para filtración de sedimentos grandes, medianos y/o basura. Así como la construcción de un canal sedimentador para limpieza de las presas.

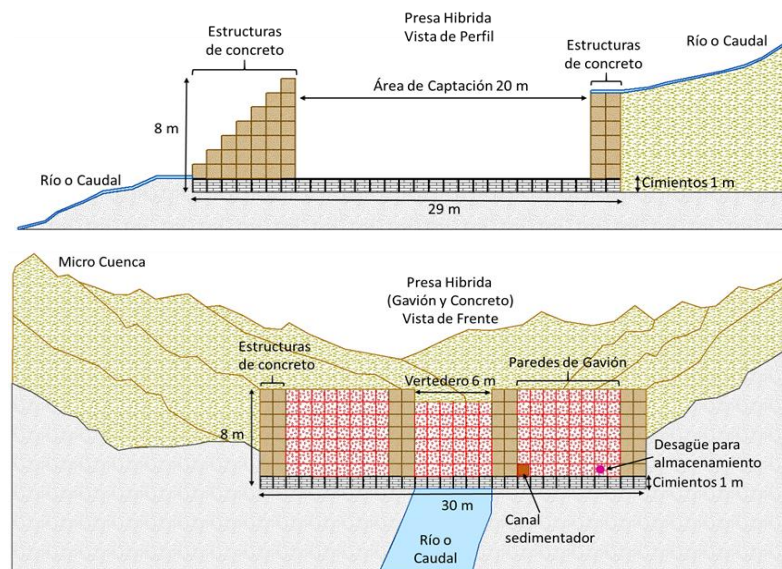


Figura 3. Perfil y frente de las presas con el método de construcción híbrido.

Fuente: elaboración propia.

5. Área de captación de agua, en vista de frente (Figura 4), la cual, tendrá una distancia de 30 metros en la parte superior y de 26 metros en su parte más baja, dejando 2 metros de pendiente en cada lado para la construcción de apoyo estructural. La vista de perfil muestra una distancia de 20 metros en la parte superior y 16 metros en su parte más baja, dejando 2 metros de pendiente en cada lado para la construcción de apoyo estructural. Lo anterior, estará recubierto por una geomembrana de polietileno de alta densidad, como barrera impermeable diseñada para evitar filtraciones de agua por la estructura, los canales o se infiltre en el subsuelo.

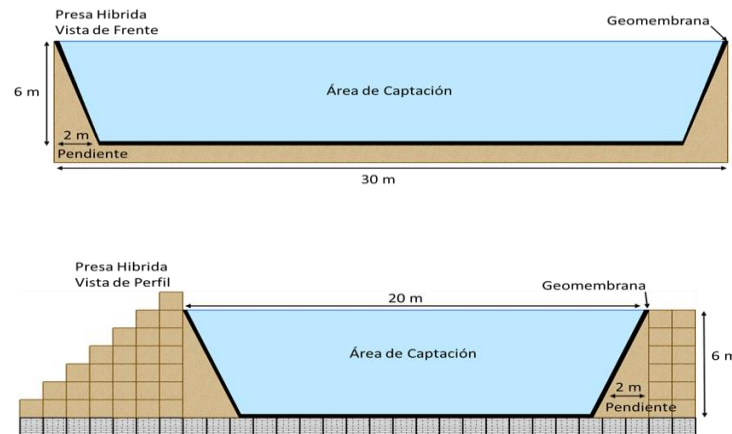


Figura 4. Área de captación de agua, en vista de frente.

Fuente: elaboración propia.

6. Roto Filtro (una unidad) fabricado con material de construcción en acero inoxidable AISI 304, malla Johnson de 1 mm de separación, caudal proporcionado 736 LPM, diámetro del cilindro 400 mm, longitud del cilindro 490 mm, diámetro de entrada 6", diámetro de salida 8", motor eléctrico de 0.25 HP (Figura 5).



Figura 5. Sistema de Roto Filtro.

Fuente: Water (2026), Sistemas de tratamiento de aguas grises.

Instalación de Sistemas Hidráulicos en la planta de tratamiento y el tanque de almacenamiento de biorreactores para limpieza biológica del agua, vertederos y drenajes: Instalar sistemas que manejen el flujo del agua durante crecidas y permitan el desagüe controlado del embalse, es crucial para la seguridad estructural del sistema (Figura 6).

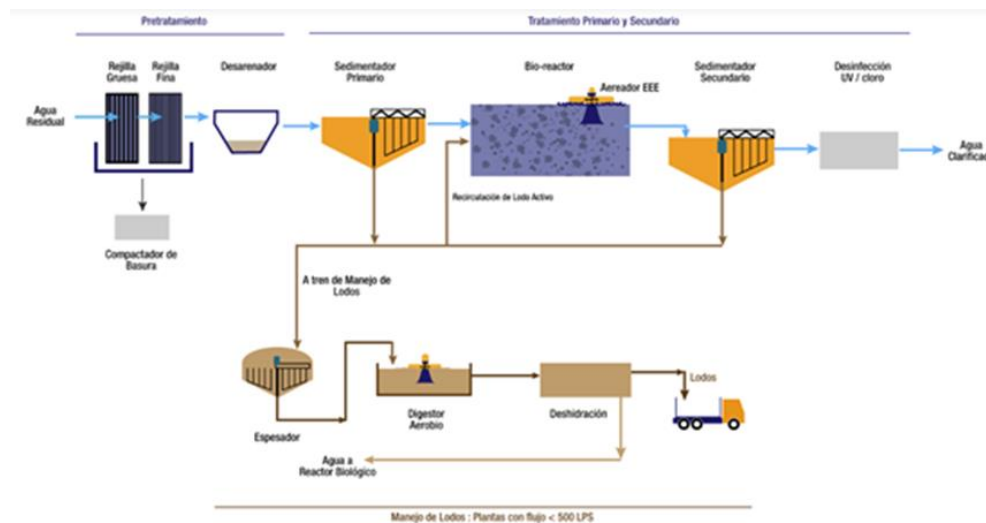


Figura 6. Descripción grafica de los tanques de almacenamiento y manejo de lodos.

Fuente: SEPTAR, s.f.

7. Diagrama del tanque metálico de almacenamiento de agua, cilíndrico vertical atmosférico para almacenar 1,060,000 litros de agua, compuesto de placa de acero galvanizada atornillada con liner interno de 1.1 mm. Cumple con la norma de agua

potable NSF, con un tiempo de vida de 20 años. Incluye escalera y boquillas (Figura 7).

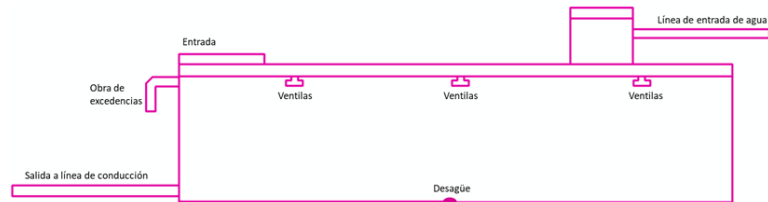


Figura 7. Diagrama del tanque metálico de almacenamiento de agua.

Fuente: elaboración propia.

8. Tubería metálica y de PVC de alto rendimiento para conducción y distribución de agua (Figura 8).



Figura 8. Tubería metálica y de PVC.

Fuente: elaboración propia.

9. Cuarto rompedor de presión para disminuir la velocidad del agua y así poder distribuirla a través de la infraestructura de tomas municipales (Figura 9).

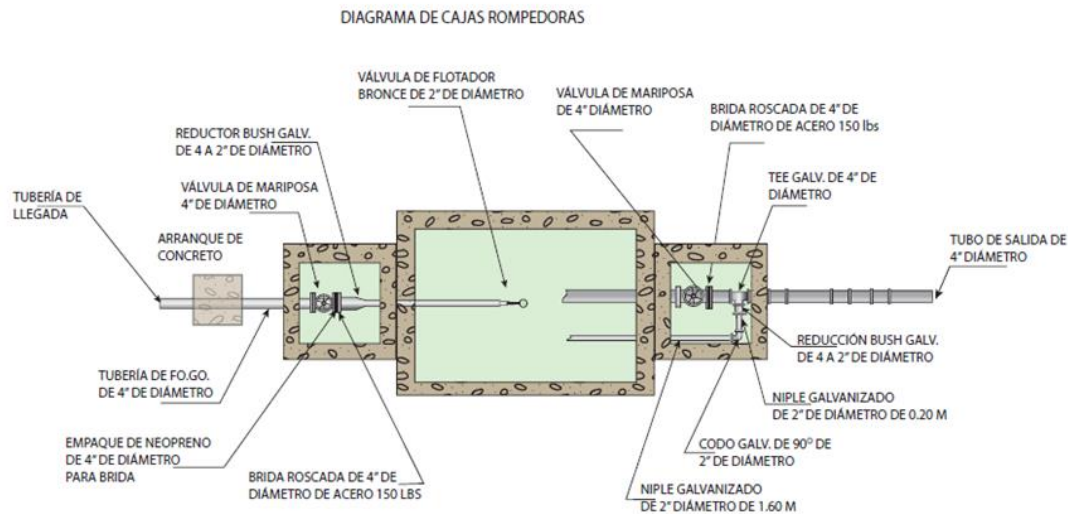


Figura 9. Cuarto rompedor de presión.

Fuente: Imagen tomada de internet sin autor.

10. Vista aérea del esquema del sistema de las presas de gavión, presas de construcción híbridas, su área de captación, así como las tuberías para llevar el líquido al área de cribas en el tanque de almacenamiento; posteriormente mediante tuberías y por gravedad se enviará a una caja rompedora de presión para poder conectarse y distribuir a la comunidad aguas abajo (Figura 10).

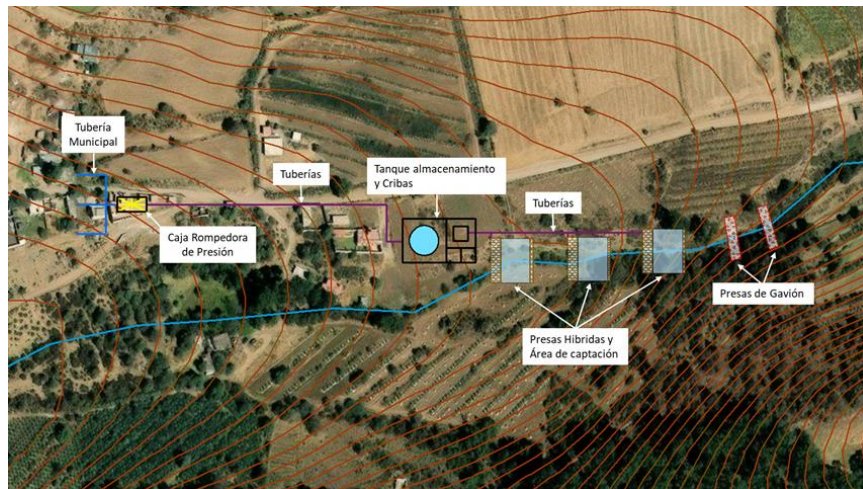


Figura 10. Vista aérea del esquema del sistema de las presas de gavión.

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, en cuanto a los alcances esperados de los beneficios territoriales de las micro presas se enmarcan en la siguiente lista:

1. Almacenamiento, suministro y distribución del agua de lluvia por gravedad en las comunidades urbanas y rurales que se localicen aguas abajo del sistema de presas, se estima un alcance de tres colonias o de una población de 10,000 habitantes, contribuyendo a la salud pública y el bienestar de la población en general.
2. Control de caudales para evitar inundaciones, encharcamientos o desastres en la comunidad aguas abajo de la presa. Al regular el flujo del agua, las presas pueden proteger a las poblaciones aguas abajo de inundaciones, lo que es especialmente importante en áreas propensas a desastres por estos fenómenos naturales.
3. Infiltración del excedente de agua a los mantos freáticos con recargas de acuíferos por embalses para contribuir a la no sobreexplotación del vital líquido en un periodo de 5 a 7 meses al año.
4. Disminución en extracción de agua del subsuelo por 5 o 7 meses y al mismo tiempo evitar bombearla hacia arriba y después distribuirla aguas abajo.

5. Mejorar la infraestructura hidráulica y promover un desarrollo comunitario más equitativo e inclusivo en las comunidades locales, asegurando que el agua se distribuya en los sectores de la población que más la necesiten.

6. Generar una base de datos de los regímenes de lluvia en asociación con el estado, identificando temporadas de huracanes que propicien lluvias abundantes y puedan desencadenar desastres a nivel nacional, con base en esto desarrollar escenarios de captación de lluvias.

7. Disminuir y prevenir el impacto ambiental desde la óptica por una situación de arranque determinada, para establecer diferentes efectos que se generan por la instalación de las presas, como puede ser la retención de sólidos producto de la erosión producida aguas arriba, la regeneración de nuevas especies en los hábitats originados, la distribución regulada de los nutrientes suspendidos en las corrientes de agua, la mejora paisajística, por la aparición de lámina de agua, la regulación climática en cuanto a la frecuencia y tipo de lluvias.

Como se puede observar la intención de los talleres se enfoca en tres puntos relevantes: 1) socializar la información a los actores clave, 2) capacitar sobre conceptos y cuestiones técnicas, y 3) La toma de decisiones y responsabilidades de forma colaborativa

4. Discusión

De acuerdo con el objetivo del proyecto, el diseño de una propuesta como es el sistema de captación de aguas en microcuencas proporciona una alternativa bajo un enfoque sustentable, económico y eficiente, que impulsa modelos de autogestión del recurso agua en el que se integra la visión comunitaria.

Este proyecto de investigación científica e innovación tecnológica toma como fundamento el concepto de cosecha de agua (captación, almacenamiento y posterior distribución por gravedad a las comunidades que se ubiquen tanto en zonas de montaña como aguas abajo). A partir de esto, se formula la idea de lograr beneficios desde una visión sustentable y

ambientalmente responsable, de la participación comunitaria y de la equidad en cuanto a la distribución del líquido a un bajo costo. El modelo permite concretar un suministro aproximado de tres colonias o una población aproximada de 10,000 personas por Micro presa, así como, la disminución del costo actual del recurso; actualmente su costo promedio es de \$85 pesos por metro cubico en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y con el sistema se calcula tener un precio de \$1.36 a \$2.00 pesos por metro cubico, esto beneficiaría a las comunidades tanto urbanas como rurales asentadas en zonas de difícil acceso (cerros, laderas medias, altas, o en barrancas) y bajo o nulo suministro de agua de calidad.

Complementando el punto anterior, el proyecto contribuye a dar una alternativa de solución en cuanto a el control de caudales lo que reduciría el número de inundaciones, encharcamientos y/o desastres en las comunidades aguas abajo. Por último, y no menos importante, es lograr infiltrar el excedente de agua a los mantos freáticos para ayudar a recargar los acuíferos a través de embalses para disminuir la sobreexplotación del líquido esencial en un periodo de 5 a 7 meses al año.

5. Conclusiones

La propuesta de presas sustentables de captación de agua de lluvia almacenamiento y distribución por gravedad plantea:

- a) Ahorro de energía de bombeo de agua a zonas altas.
- b) Evitar la sobreexplotación de pozos de agua y afectación en el nivel freático.
- c) Impulsar un manejo integrado de cuencas para reducir la erosión, evitando fuentes de contaminación puntual y difusas, modificando los procesos de erosión y su respectiva área de sedimentación.
- d) Apoya a la prevención de riegos por inundación en zonas de planicie y a la recarga de agua del subsuelo.

- e) Por ser estructuras de presas pequeñas, no representa la destrucción de los procesos vitales de los ríos.
- f) La reducción de los costos del agua, al capturar el agua de lluvia en partes altas de las microcuencas amortiguando los gastos de traslado, de bombeo y re-bombeo, cada metro cúbico de agua.
- g) Aplicación de la gobernanza por medio de la interacción de la población civil en las decisiones de gestión del agua por medio de un consejo comunitario.

Como se puede observar la gestión de los recursos hidráulicos, así como, de las problemáticas de riesgo de inundación o sequías, requieren ser abordados desde una visión integral, entre los que se incluyen como alternativa económica y eficaz la construcción de embalses y presas, en el que sus beneficios tangibles a la población se enfocan al abastecimiento de agua a poblaciones, y mejoras medioambientales, turismo y demás actividades.

6. Agradecimientos

Agradecemos a la Empresa Idea Geomática S.A. de C.V.

7. Conflicto de intereses

Los/as autores/as de este trabajo declaran bajo protesta de decir la verdad que este es un trabajo original y que no existen conflictos de interés. Así mismo, los autores de este artículo nos responsabilizamos del contenido del mismo, donde se aplicaron las mejores prácticas éticas.

8. Referencias

Anand, M., Naik, M. K., Ramegowda, G., & Rani, G. D. (2010). Biocontrol and plant growth promotion activity of indigenous isolates of *Pseudomonas fluorescens*. Consultado: s11032-010-9397-1.pdf

- Angeles-Serrano, G., Perevochtchikova, M., & Carrillo-Rivera, J. J. (2008). Posibles controles hidrogeológicos de impacto ambiental por la extracción de agua subterránea en Xochimilco, México. *Journal of Latin American Geography*, 39-56.
- Aboites Aguilar L., 2012. Aventuras con el agua. La administración del agua de riego: historia y teoría. Texcoco, Colegio de Posgraduados. Región y sociedad vol.24 spe 3 Hermosillo. 437 pp.
- Bernardino, L. T. (2017). La gestión del agua potable en la Ciudad de México: los retos hídricos de la CDMX: gobernanza y sustentabilidad.
- Cabral, J. J. V., Medina, I. O., & Ortiz, M. H. (2024). Hacia una gestión sostenible del agua en México: Innovación agroecológica y gobernanza policéntrica. *Scientia et PRAXIS*, 4(8), 1-31.
- Castro, Carlos Geovanny Delgado. "Efectividad de la colaboración intersectorial en la gestión sostenible del recurso hídrico: un análisis sistemático." *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria* 11.2 (2025): 5-31.
- Comisión Nacional del Agua. (2019, febrero 27). Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica en cauces y zonas federales. Gobierno de México. Consultado en: <https://www.gob.mx/conagua/es/documentos/permiso-para-realizar-obras-de-infraestructura-hidraulica?idiom=es>
- Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica.
- Domínguez, J. (2019). La construcción de presas en México. Evolución, situación actual y nuevos enfoques para dar viabilidad a la infraestructura hídrica. *Gestión y política pública*, 28(1), 3-37.
- Fedoseev, P. (1978). Lo social y lo biológico en filosofía y sociología. *Ciencias Sociales*, (33).

- Chávez Durán, Á. A., Flores López, H. E., Mora Orozco, C. D. L., Ruíz Corral, J. A., Ramírez Ojeda, G., & Rubio Camacho, E. (2014). Sensibilidad de zonas bioclimáticas de México frente al cambio climático. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE10), 2021-2033. Consultado: 2007-0934-remexca-5-spe10-2021.pdf
- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2023). *Aguas en México, ¿escasez o mala gestión?* IMCO. <https://agua.org.mx/biblioteca/aguas-en-mexico-escasez-o-mala-gestion-imco/>
- León-Escobedo, D. D. (2024). Retrofit of seismic damage on a school building based on risk/benefit analysis. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 25(1). Consultado en: León-Escobedo, D. D. (2024). Retrofit of seismic damage on a school building based on risk/benefit analysis. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 25(1).
- LEY DE AGUAS NACIONALES. Última Reforma DOF 08-05-2023. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Secretaría General y Secretaría de Servicios Parlamentarios. 118 pp.
- Pedrozo Acuña, A. (2021). La sobreexplotación de acuíferos: camino seguro hacia la quiebra hídrica.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2020: agua y cambio climático. Programa Mundial de la UNESCO de Evaluación de los Recursos Hídricos. Consultado: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373611>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2021). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2021: valorar el agua. Consultado el 21-Nov-2024, de: <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2021/en/download-report>

- Ostrom, E. (2014). Más allá de los mercados y los Estados: gobernanza policéntrica de sistemas económicos complejos. *Revista mexicana de sociología*, 76, 15-70.
<http://132.248.234.52/index.php/v76sup/158-v76sup-a2pt2>
- San Juan Flores, P. (2025, septiembre 21). La cara buena de los diluvios: el sistema Cutzamala del que bebe Ciudad de México deja seis años de sequía y roza su máximo histórico. *El País*. <https://elpais.com/mexico/2025-09-21/la-cara-buena-de-los-diluvios-el-sistema-cutzamala-del-que-bebe-ciudad-de-mexico-deja-seis-anos-de-sequia-y-roza-su-maximo-historico.html>
- SEPTAR. (s.f.). [Imagen de infraestructura hidráulica en México] [Fotografía]. SEPTAR.
<https://septar.com.mx>
- Serre, J. P. (2002). *Trees*. Springer Science & Business Media.
- Vázquez Contreras, A., Dávila Serrano, M., Acosta Quevedo, R., & Sánchez Pérez, J. (s.f.). La importancia de la exploración geológica y geofísica en los costos de construcción de presas hidroeléctricas. Ejemplos comparativos en México. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica*.
- Wen, J. (2024). Diseño de un biorreactor de membranas para el tratamiento del agua residual del campus de Vera de la Universitat Politècnica de València (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Wezel, A., Gemmill Herren, B., Bezner Kerr, R., Barrios, E., Rodrigues Gonçalves, A., y Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40. doi: <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>
- Water. (s.f.). *Sistemas de tratamiento de aguas grises*. Water. Recuperado el 26 de enero de 2026, consultado en: <https://maswater.com.mx/division-de-agua/sistemas-de-tratamiento-de-aguas-grises/>