

Captación, almacenamiento y distribución de agua pluvial en las instalaciones del ITSSNP

Sergio Hernández, Rafael Garrido y José Hernández

S. Hernández, R. Garrido y J. Hernández
Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, Av. José Luis Martínez Vázquez No. 2000, Jicolapa, Zacatlán,
Puebla, México
Universidad Tecnológica de Tlaxcala, Carr. a el Carmen Xalpatlahuaya S/N, Cp, 90500, Huamantla, Tlaxcala, México.
Institución, Dirección postal
Sergio2004@hotmail.com

M. Ramos.,V.Aguilera.,(eds.). Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,
Guanajuato, 2014.

Abstract

Zacatlán city is facing a lack of drinking water because the water consumed is supplied by aquifers located around the city, these aquifers have been affected by extractive mines. They are located near them causing soil erosion, landslides and diverted water, lack of culture of the population towards the care of the water caused excessive spending of this, on the other hand we have the lack of interest of the municipality to provide resources necessary for the maintenance of water facilities. The increased demand and decreased supply systems (aquifers), leakage and pollution have made it more frequent water shortages in some parts of the city. The development of this project is a response to strengthen the collection and use of rainwater not only in the ITSSNP but throughout Zacatlán city as part of a sustainable and comprehensive solution to the water problem in the basin.

3 Introducción

La tierra en que nacemos, crecemos y nos desarrollamos es hermosa a nuestros ojos, su clima, vegetación y especies animales que lo habitan le dan colorido y variedad. Todos los seres humanos formamos parte de este lugar y los recursos naturales son nuestra principal fuente de sobrevivencia, por lo tanto somos responsables de mantener y conservar el sitio donde habitamos.

Para el desarrollo de cualquier especie, incluida la humana, el agua es un curso básico: sin agua, no habría vida. Cobra mayor importancia cuando hablamos de sociedades desarrolladas, ya que se requiere de ella tanto para su uso doméstico como industrial, sobre todo en grandes ciudades como la de México.

Las lluvias, de carácter irregular e impredecible en ocasiones, se aprovecharon y canalizaron mediante sistemas naturales (manantiales, arroyos, ríos) o mediante sistemas artificiales que captaban y retenían el agua de lluvia para desviarla a los campos de cultivo. Gran parte de las obras hidráulicas que pertenecieron al señorío tenochca de fines del Siglo XVI fueron incorporadas a la red urbana actual (Villalonga, 2007:4). Los lagos de la cuenca de México fueron aprovechados y manipulados artificialmente para servir a distintos propósitos, ya fuera separar las aguas dulces de las saladas, crear suelos para uso agrícola o habitacional y para abastecer a la población. Gutierrez (2014)

En las viviendas, el agua se almacenaba en recipientes de barro, enterrados o al aire libre así como en piletas de barro, cal y canto, piedra, excavados en el suelo, recubiertos o no con piedra o argamasa y estuco CONAGUA, (2009) . Otros depósitos subterráneos eran los chultunes o cisternas mayas, muchos persisten hasta el presente.

Son variados los beneficios que puede englobar un sistema de captación de agua de lluvia y es quizá el mejor instrumento para aminorar la extrema desigualdad social que lamentablemente gira en torno al agua.

De diseño simple y costo asequible para la mayoría de los hogares populares es sin lugar a dudas una excelente alternativa a considerar durante la época de lluvias... “Durante la época de lluvias” es un instrumento útil pero ¿qué sucede con él en la época seca? ¿Se le puede considerar un instrumento inútil? Habría que redireccionar el calificativo de “instrumento” a “estrategia” .

En innumerables ocasiones los sistemas de captación de agua de lluvia cumplen largos períodos de vida útil, es porque caen en el olvido y no reciben el adecuado mantenimiento. Obviamente hay algo que está fallando al pasar de la novedad a la ambigüedad.

Se puede atribuir el fracaso de muchos sistemas de captación de agua de lluvia a la carencia de visión para considerarlos como parte de un entorno social y espacial que es propenso a modificarse con el tiempo. La garantía del buen uso y mantenimiento. Del sistemas de captación de agua de lluvia no radica en una correcta instalación sino en el lograr generar sentido de pertenencia e identidad para con éste que no es posible si no se incluye a los beneficiarios o comunidad local en un proceso participativo, equitativo e incluyente que debería considerar el pre, durante y post instalación del sistema de captación de agua de lluvia, no es una obra contemplativa de realización a corto plazo sino una estrategia de construcción colectiva de actualización “permanente”.

Las organizaciones de la sociedad civil en colaboración con académicos y estudiantes universitarios, pueden ser el binomio que solventa tareas específicas de los gobiernos locales o regionales. Pueden ser más *no deben ser* la solución, lo que se debe lograr es un apoyo político para que estas iniciativas perduren. Crear ciudadanía. Es así que surgen acciones locales que demuestran el potencial de experimentar con nuevas formas de administración de los recursos naturales para contribuir a elevar el nivel de vida en las propias comunidades y mejorar la calidad de los ecosistemas que administran (Barkin, 2011). Es así que surgen acciones locales que demuestran el potencial de experimentar con nuevas formas de administración de los recursos naturales para contribuir a elevar el nivel de vida en las propias comunidades y mejorar la calidad de los ecosistemas que administran. Barkin, (2011).

En el municipio de Zacatlán, los mantos acuíferos que abastecen a la ciudad se han visto dañados debido al deterioro del ecosistema del lugar y de la erosión del suelo, que han sido dañados por diversos factores como lo son:

- El municipio por su falta de interés y apoyo en el mantenimiento de la red de agua potable, ha contribuido al deterioro de este vital líquido.
- La población por su falta de interés, cultura y educación han contribuido al agotamiento del agua.
- Las empresas extractivas (minas) han afectado con sus excavaciones, provocando derrumbes, erosión del suelo y el desvío del agua.
- El ciclo hidrológico se ha visto alterado debido a la contaminación excesiva que existe y el daño al ecosistema.

Todos estos factores han contribuido de diferentes maneras al deterioro de los mantos acuíferos que abastecen a la ciudad de Zacatlán. Además la red de distribución de agua potable (SOSAPAZ) tiene un área de abastecimiento de 32,000 habitantes que en promedio se destinan 220 litros por persona/día, obteniendo un consumo diario de 7,040,000 litros de agua potable en la ciudad, distribuidos de la siguiente manera: El 40% es usado para la agricultura, el 30% es para industrias, 20% para descargas de baño y 10% para el consumo humano provocando el agotamiento del agua en la región.

3.1 Materiales y métodos

El tipo de investigación que va a aplicarse en el proyecto de captación de agua pluvial es cuantitativa porque nos permitirá analizar los datos obtenidos para definirlos, limitarlos y saber exactamente qué dirección va a llevar dicha investigación.

Un sistema de captación de agua de lluvia consiste en la recolección o acumulación y el almacenamiento de agua precipitada, para ser utilizada posteriormente para cualquier uso. Un sistema básico de captación de agua pluvial está compuesto por: Captación, recolección-conducción y almacenamiento. Existe conocimiento sobre una gran variedad de técnicas relacionadas con sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Dichas técnicas se pueden clasificar con base en sus diferentes fuentes, tipo de escorrentía, técnicas de manipulación, tipo de almacenamiento y a los diferentes usos que se le da al recurso. La viabilidad técnica y económica dependerá de la pluviosidad de la zona de captación y del uso que se le dé al recurso agua. Aun así, aquellos lugares del mundo con alta o media precipitación son los candidatos más atractivos donde implementar el sistema. Antes de establecer un sistema de captación de agua de lluvia, se debe recopilar información, principalmente, la cantidad de precipitación pluvial mensual. Los datos deben cubrir el período de los últimos 10 años para determinar el patrón de precipitación pluvial. También debemos incluir en los cálculos la medición del área total de recolección, es decir, medir el área del techo para averiguar el porcentaje de lluvia que se recolectará, así como el factor de pérdida o la cantidad de agua de lluvia que no cae en el tanque. Además, debemos proveer la demanda de agua, que puede determinarse simplemente contando el número de personas que utilizarán el agua y averiguando qué promedio del líquido utilizan diariamente para los distintos propósitos: beber, cocinar, lavar, etc. Sistema para calcular cuánta agua se podría aprovechar de la lluvia: Precipitación Anual x metros cuadrados del área de captura (como un techo) = cantidad de litros/año que se pueden obtener.

Fases de desarrollo:

- Construir una cisterna de abastecimiento de agua.
- Abastecer el consumo de agua para las diferentes actividades generadas en la institución.
- Capacitar al personal académico y alumnos sobre la implementación de un sistema de captación de agua pluvial.
- Realizar actividades de difusión sobre este sistema a otros usuarios potenciales de agua potable en Zacatlán.
- Evaluar el interés de los diferentes usuarios en la aplicación de este sistema de cisternas de agua pluvial para cumplir con sus demandas de agua potable.
- Proporcionar información acerca del funcionamiento de los sistemas de recolección de agua pluvial y los beneficios al medio ambiente y a diferentes aspectos económicos que este brinda al sector educativo.
- Proporcionar a la sociedad visitas al ITSSNP acerca de cómo funcionan los sistemas de recolección de aguas pluviales y los beneficios de a la salud, medio ambiente y del ahorro económico que este servicio brinda.

Pasos para calculo de la lluvia a recolectar

- Calculo del área de la estructura que se utilizara para la captación.
- Comparar con datos del pluviómetro.
- Una pulgada de lluvia en un pie cuadrado de área de superficie produce 0,623 galones (2,35 litros).
- Para 0,623 galones (2,35 litros) por el número de metros cuadrados de superficie. En este caso se trataría de 30 pies (9,14 metros) x 50 pies (15,24 metros) = 1500 pies cuadrados (139,35 m²) x 1 pulgada (2,54 cm) x 0,623 galones (2,35 litros) por pie cuadrado por pulgada de lluvia. Eso viene a 9,345 galones (35,37 litros) por pie cuadrado.

La cantidad de agua caída después de un aguacero se mide en litros por unidad de superficie. Los meteorólogos asumen para estimar el volumen de agua caída, que en una superficie determinada cae, aproximadamente, la misma cantidad de agua por metro cuadrado. Para calcular la cantidad de agua de lluvia que cae sobre una región, como no se puede hacer directamente, se recurre al siguiente procedimiento: se transforman los litros caídos por unidad de área, en una longitud que puede ser medida utilizando una regla. Esta transformación proporciona un modelo sencillo para determinar el agua caída. El aparato que permite esta transformación se llama pluviómetro. El pluviómetro recoge una caja cuadrada de 1m de lado de agua de lluvia caída. Cuando cesa la lluvia, se mide la altura del agua recogida en la caja, por medio de una regla métrica. Cada milímetro de altura de agua es equivalente a 1 litro/m². Por ello, cuando los boletines meteorológicos hablan de una precipitación de tantos milímetros, en realidad se están refiriendo a los litros/m².

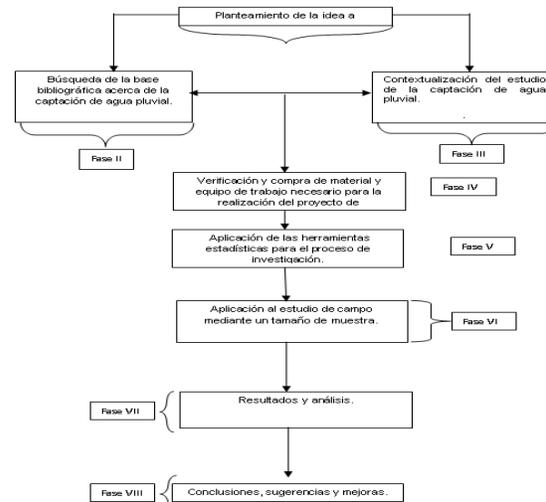
Zacatlán es un municipio localizado en el Estado de Puebla, México, es reconocido con el nombre de Zacatlán de las Manzanas, por ser uno de los principales centros productores de manzana.

La extensión territorial de Zacatlán es de 512. 82 Km cuadrados, ubicándolo en el séptimo lugar de los municipios del estado de Puebla.

Se localiza a una altitud de 2.010 metros sobre el nivel del mar, latitud 19° 56' N, longitud 97° 57' O. Es una excelente región productora de manzanas, maíz, frijol, cebada, habas, papas, aguacates y ciruelas. Cuenta, además, con ganadería bovina y ovina.

Zacatlán se localiza en la vertiente hidrografía septentrional del Estado de Puebla, que está formada por las cuencas parciales RH 18 ó Balsas, RH 26 ó Pánuco y RH 27 ó Tuxpan-Nautla, que desembocan en el Golfo de México y se caracteriza por ríos pertenecientes a la cuenta del Río Tecolutla, afluente de varios ríos que desembocan en el golfo de México, entre los que destacan: el río Axaxalpan, los ríos Tuliman, Hueyapan, Cedazo, Maquixtla, Tepexco, la Ferrería, Tlayaquia y Atlixcala. La hidrología de Zacatlán se completa con los manantiales de las comunidades de San Pedro, pero principalmente del manantial que brota en Santa Martha, el arroyo Metlaxitla y el arroyo Los Baños, el cual constituye la fuente más importante de abastecimiento del Sistema Operador del Agua Potable y Alcantarillado de Zacatlán.

El clima de Zacatlán es templado, sin embargo a lo largo de su extensión se presentan las siguientes variantes: Clima templado subhúmedo: con lluvias en verano, temperatura media anual entre 12 y 18 °C; se presenta al extremo suroeste y extremo sureste. Clima templado húmedo, con abundantes lluvias en verano; temperatura media anual entre 12 y 18 °C, precipitación del mes más seco menor de 40mm, es el clima predominante, se presenta en una franja latitudinal que cruza el municipio por el centro. Clima templado húmedo, con lluvias todo el año, temperatura media anual entre 12 y 18 °C. Precipitación del mes más seco, mayor de 40 mm por ciento de lluvia invernal con respecto a la anual es menor de 18. Se presenta en el norte del municipio. Clima semicálido subhúmedo con lluvias todo el año temperatura media anual mayor de 18 °C precipitación del mes más seco mayor de 40 milímetros; por ciento de lluvia invernal con respecto a la media anual menor de 18°. Se identifica en un área muy reducida del extremo norte. La figura 1 muestra un diagrama de la estructura a desarrollar en esta investigación.

Figura 3. Propuesta de investigación

Diseño del sistema de captación de agua pluvial instalado en el ITSSNP: En base al análisis realizado a los diferentes sistemas de captación de agua pluvial implementados ya en la región por diferentes asociaciones, se realizó el diseño del sistema a implementar en las instalaciones del ITSSNP, tomando en cuenta todos los aspectos esenciales para la aplicación de dichos sistemas. El proyecto de captación, almacenamiento y distribución de agua pluvial se llevara a cabo en diferentes etapas con la finalidad de cubrir las diferentes demandas existentes en el Instituto.

3.2 Resultados

La instalación se llevo a cabo en el edificio del centro de cómputo tomando solo una cuarta parte del techo, esto se determinó de acuerdo a la demanda de agua potable que se tiene en este edificio, dichos datos fueron proporcionados por Ingeniero vera Sánchez encargado del departamento de recursos materiales, como se muestra en la tabla

Tabla 3 Demanda promedio mensual del centro de cómputo
centro de computo

demanda mensual	10.98 m ³
------------------------	----------------------

El área del techo es calculada: $30.5 * 30.5 = 930.25 \text{ m}^2$. La precipitación se obtiene al sacar el promedio anual de lluvia en la región de Zacatlán, la cual es: 1000mm al año.

El Coeficiente de aprovechamiento del agua de lluvia es determinado de acuerdo al tipo de material del que está construido el techo, para ello existen varios coeficientes tales como se muestra en la tabla

Tabla 2 Tabla de coeficientes de captación.

Coefficientes de captación de superficies comunes en techos

Tipo de superficie	Coefficiente de captación A*	Coefficiente de captación B**
Lámina metálica y plástica	0.8 – 0.85	0.75 – 0.95
Teja	0.62 – 0.69	0.75
Loza de concreto	0.73 – 0.76	0.70 – 0.95
Loza con terminado en grava	---	0.70
Loza con terminado de tabique o ladrillo	---	0.70 – 0.85

* (Gould y Nissen-Petersen, 1999)

** (Mechell et al., 2010)

La obtienen los datos de los meses más lluviosos de la región que son: junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre, se muestran en la tabla.

Tabla 3 Captación de agua
CALCULO PARA SABER CUÁNTA AGUA SE PUEDE CAPTAR

Área del techo	900 m ²	225 m²
Precipitación	1000 mm/ año	1000 mm/ año
Coefficiente de aprovechamiento del techo	.73 - .76	.76
Meses lluviosos	5 – 6	6

Tomando estos datos se obtiene:

$$(225 \text{ m}^2) (1000 \text{ mm}) (.76) = 171,000 / 6 = 28,500 \text{ lts/mes}$$

En la siguiente tabla , se muestra la capacidad en metros cúbicos de la cisterna implementada en el Centro de Cómputo, esta tiene una capacidad de 19000 mil litros, fue fabricada tomando como base la demanda que tiene el edificio, aunque la capacidad de captación del techo es de 28500 litros, solo se aprovecharan 19000.

Tabla 4 Capacidad de la cisterna
Capacidad de la cisterna

Litros * metro cubico	1000 lts = 1m ³
Total	19000 lts= 19 m³

3.3 Conclusiones

Con base a todos los análisis que se han realizado a lo largo de este proyecto se pueden concluir los siguientes puntos:

Este sistema de aprovechamiento del agua de lluvia es una alternativa viable para abastecer en cantidad y calidad de agua las diferentes actividades generadas en el Instituto. El sistema instalado de aprovechamiento del agua de lluvia está integrado por el área de captación, el sistema de conducción, la infraestructura de almacenamiento, la filtración y el sistema de distribución de agua.

La difusión del sistema de captación de agua pluvial ha permitido dar a conocer y capacitar tanto a estudiantes, personal académico y demás personal del Instituto el funcionamiento e implementación de sistemas de captación de agua pluvial. La difusión del sistema de captación de agua pluvial ha permitido dar a conocer y capacitar a otros usuarios potenciales de agua potable en Zacatlán como: Instituciones educativas, mercado municipal, hospitales y población en general sobre el funcionamiento e implementación de sistemas de captación de agua pluvial.

Con la difusión del sistema se ha logrado dar a conocer los beneficios que brinda al medio ambiente, la economía y al sector educativo. Las visitas que se llevaron a cabo de diferentes instituciones, permitieron dar a conocer cómo funciona el sistema instalado, el mantenimiento que requiere y los beneficios que se obtienen al tener un sistema de captación de agua pluvial.

La implementación de un sistema de captación de agua pluvial, en una Institución, hospital, hogar, etc. Es una excelente alternativa para abastecer necesidades básicas, gracias a que el agua de lluvia es un recurso natural que los seres humanos no aprovechamos en su totalidad, siendo que este es una excelente alternativa para tener una mejor calidad de vida en el futuro.

3.4 Referencias

- Conagua (2009). Semblanza histórica del agua en México. <http://www.Conagua.gob.mx/CONAGUA/Publicaciones/Publicaciones/SGp-28SemblanzaHist>. Noviembre (2013)
- Barkin, D. (2011). La gestión popular del agua: Respuestas locales frente a la globalización centralizadora, en economía ecológica, No. 25, España.
- Batillori A. (2008). La educación ambiental para la sustentabilidad: un reto para las universidades. Centro de investigación interdisciplinarias, México.
- Gutierrez S. A., (2014). Captación de agua pluvial, una solución ancestral. Impluvium, Número 1.
- Villalonga, A., (2007) El imperialismo hidráulico de los aztecas en la cuenca de México, en Tecnología de agua, año 27, Número 288, México.
- <http://www.monografias.com/trabajos15/direccion/direccion.shtml>
<http://www.noticiasnet.mx/portal/14302-%C2%BFc%C3%B3mo-se-mide-la-lluvia-ca%C3%ADda>
<http://www.zacatlandelasmanzanas.com.mx/geografia.html>