

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA UNA INDUSTRIA CERÁMICA EN DOLORES HIDALGO, GUANAJUATO

Aguilar Rodríguez José Jesús (1), Delgado Galván Xitlali Virginia (2)

1 [Ingeniería Hidráulica, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [jaguilar333@hotmail.com]

2 [Departamento de Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [xitchumyo1@gmail.com]

## Resumen

Dolores Hidalgo, Guanajuato es una ciudad dedicada en gran parte a la producción de piezas cerámicas. Debido a esto y a la competencia que tiene con los productos asiáticos, se propone usar la captación de agua de lluvia para optimizar el uso del agua suministrada por el sistema operador en sus procesos, así bajar los costos de producción y hacer un modelo sustentable de producción, todo esto determinando y analizando el potencial de captación de la zona de estudio.

## Abstract

Dolores Hidalgo, Guanajuato is a city dedicated to the production of the ceramic pieces. Because of this and the competition he has with asian products, it is proposed to use the rainwater catchment to optimize the water supplied by the water company in their processes, well lower production costs and make a sustainable model of production, all this by determining and analyzing the potencial catchment of the study área.

## Palabras Clave

Agua de lluvia; Captación; Precipitación; Viabilidad; Optimización.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Dolores Hidalgo se mueve económicamente en gran medida por la fabricación de productos cerámicos y artesanías a base de cerámicas, la creciente globalización de los mercados y la competencia con países asiáticos en especial China, han hecho que los artesanos busquen bajar los costos en la producción de sus artesanías, para competir de mejor manera en esta industria.

Por ejemplo, China es el principal competidor de las maquiladoras mexicanas ya que en ese país se pagan salarios tres veces más bajos que en México, en zonas industriales del sur del país como Shenzhen. La población total de China supera 10 veces a la de nuestro país y ocupa anualmente 27 millones de trabajadores en la manufactura contra un poco más de 2 millones en México [1].

En esta investigación se analiza la inversión en un sistema de captación de agua de lluvia, que les evitaría el pago al sistema municipal de agua potable y utilizarían un recurso que no se explota como debería y al contrario se desperdicia. Esto verificando previamente de manera hidrológica y meteorológica la viabilidad de la captación basándose en las precipitaciones existentes a lo largo del tiempo

En Malasia la creciente demanda de agua ha dado lugar a iniciativas para buscar alternativas de suministro de agua. La cosecha de aguas pluviales fue propuesta por el gobierno como parte de las soluciones para mitigar el problema de la escasez de agua. Donde se prevé que la cosecha de agua de lluvia va a jugar un papel importante como fuente alternativa de agua en el país [2].

Al igual que en Malasia, en México se está incrementando el uso del agua con el crecimiento demográfico, que junto con la sobreexplotación de los mantos acuíferos es necesaria una fuente alterna de abastecimiento para la industria y tomas domésticas.

La Captación de agua de lluvia es una opción viable de abastecimiento, aunque pueden existir desventajas como que podría ser contaminada por bacterias y peligrosos productos químicos que

requieren tratamiento antes de su uso. La filtración lenta y la tecnología solar son métodos para reducir la contaminación. Es por ello que se debe determinar la calidad del agua y si es adecuada para el proceso de la cerámica determinando valores de pH, sólidos suspendidos, etc. [3]

## OBJETIVO GENERAL

El objetivo se basa en desarrollar y evaluar desde el punto de vista ecológico una posible solución a la optimización del recurso hídrico en la industria cerámica en Dolores Hidalgo, Guanajuato. Mediante un sistema de captación de agua de lluvia.

## HIPÓTESIS

El uso del agua de lluvia en la industria cerámica, fomentará el desarrollo sustentable de este giro industrial, y además mitigará los problemas de escasez y calidad de agua localizados en el altiplano (Dolores Hidalgo, Guanajuato).

## SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Los sistemas de captación de agua de lluvia han existido desde la antigüedad, donde ya utilizaban como una herramienta de subsistencia y prevención en la época de sequías.

Actualmente se siguen usando con ese fin, debido a que en algunas zonas no es tan fácil abastecer a la población mediante redes hidráulicas, otro problema es que en algunas zonas existen tandeos, o la calidad del agua no es suficiente para abastecer a la población. [4]

En esta ocasión se intenta mediante un sistema de captación de agua lluvia, disminuir los costos ocasionados por la facturación del agua del sistema operador, en una industria cerámica. Ayudando a la sustentabilidad de la empresa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### ERIC III

El Extractor Rápido de Información Climatológica, facilita la extracción de la información contenida en la base de datos CLICOM, el banco de datos histórico nacional del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua. La información contenida en el ERIC consiste en reportes diarios de estaciones climatológicas ubicadas en todo el país.

La selección de estaciones climatológicas y obtención de precipitaciones para el estudio de las precipitaciones se hizo en base al uso del software antes descrito, existen diferentes formas de elección de las estaciones, la decisión se toma en base a los requerimientos; en este caso las estaciones se delimitaron en base a coordenadas geográficas, delimitadas por la cercanía y dentro del municipio de Dolores Hidalgo.

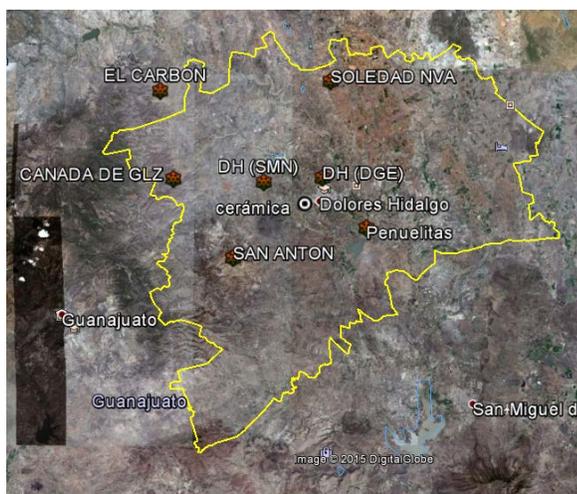


IMAGEN 1. Vista satelital de las estaciones climatológicas usadas y obtenidas con ERIC III.

Mediante el ERIC III y con la ayuda de tablas en Excel se determinó la precipitación media anual de cada estación climatológica comparándolas contra la normales del SMN.

TABLA 1. Precipitaciones anuales obtenidas con ERICIII y normales arrojadas por SMN

Estación	ERIC III(mm)	Normales SMN(mm)
Cañada González	621.52	642
El Carbon	513.06	514.5
Dolores(SMN)	463.13	461.5
Penuehitas	508.23	508.2
San Antón	558.85	568.8
Soledad Nueva	455.34	452.2

### POLÍGONOS DE THIESSEN

Sea una cuenca de área "x" en la cual se encuentran en ella y alrededor de ella una cierta cantidad de pluviómetros y en cada pluviómetro se registra una cantidad de lluvia acumulada  $P_i$ . Los polígonos de Thiessen tratan de evaluar qué área específica de la cuenca le pertenece a cada estación meteorológica. De esta manera se puede establecer una correspondencia de cada parte de la cuenca con un pluviómetro concreto. La cuestión es que se define el alcance del pluviómetro como la mitad de la distancia entre dos pluviómetros consecutivos. [5]

Mediante ARCMAP 10.1 se referenciaron los puntos dentro del terreno, además de darle sus valores propios de precipitación a cada estación meteorológica. Con la herramienta Thiessen Poligon se generaron los polígonos en los que se divide el área de influencia y se obtuvo la precipitación media de cada region especificando solo donde se encuentra la fábrica de estudio.

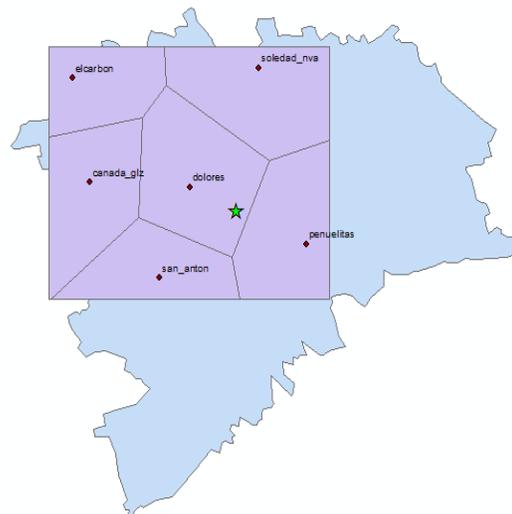


IMAGEN 2. Área obtenida y delimitada por la influencia de cada estación climatológica mediante los polígonos de Thiessen.

thiessenpolygon				
FID	Shape *	precipitac	Mean	Mode
0	Polygon	513.049988	513.260002	2
1	Polygon	621.52002	539.139008	4
2	Polygon	558.856018	537.934013	3
3	Polygon	463.130005	520.021006	2
4	Polygon	455.339996	484.9375	2
5	Polygon	508.230011	496.389008	2

IMAGEN 3. Precipitación media anual obtenida con los polígonos de Thiessen en ARCMaP 10.1

## ÁREA DE ESTUDIO

El uso de agua representa un ingrediente indispensable para la industria cerámica, se toma como una materia prima indispensable.

La fábrica que se toma como punto de estudio se encuentra en la calle Zacarías Barrón 7, colonia Linda Vista en Dolores Hidalgo.

La fábrica está construida a base de ladrillos y tabicón. Y la parte que interesa es el techo de la fábrica, el techo se encuentra instalado en una estructura metálica y tiene láminas de acero galvanizado.

Al realizar un levantamiento topográfico con estación total se determina un área de 733 m<sup>2</sup>, que sería el área efectiva de captación de agua de lluvia.



IMAGEN 4. Vista satelital de la fábrica y su área total donde se pueden observar las láminas de acero galvanizado.

## POTENCIAL DE CAPTACIÓN

El potencial de captación se refiere a la posibilidad que tiene una estructura o área específica para captar el agua de lluvia en base principalmente a su área, y en caso de los techos del material que están compuestos, además de la inclinación que existe en él.

Para determinar la capacidad de captación y debido a la inconsistencia encontrada en el análisis de algunas estaciones, así como la falta de datos en algunas. Se tomó como referencia solo la estación meteorológica llamada Dolores debido a la cercanía con la fábrica y a los datos que se tienen que son desde el año 1951 al 2010.

Para determinar nuestra precipitación útil se decide por elegir sólo los meses con una precipitación mayor a 35 mm y el mes previo se deja para desechar residuos previos como basura etc. y limpia de láminas.

mes	precipitación (mm)	precipitación (m)	área (m <sup>2</sup> )	V=m3
Jun	71.28	0.07	733.00	52.25
Jul	93.53	0.09	733.00	68.56
Ago	93.41	0.09	733.00	68.47
Sep	80.24	0.08	733.00	58.82
Oct	34.53	0.03	733.00	25.31
total	372.99	0.37	733.00	273.40

TABLA 2. Potencial de captación durante los meses de mayor intensidad y mayor a 35mm mensuales.

## PRECIPITACIÓN APROVECHABLE

Se aplica además el coeficiente de pérdidas por evaporación y material (lámina galvanizada).

$$P_{ta} = C_p * P$$

Donde:

$P_{ta}$  = Precipitación total aprovechable

$C_p$  = Coeficiente por pérdidas según el material

$P$  = Precipitación

$$P_{ta} = 0.8 * 273.401 = \mathbf{218.72m3 \text{ anuales}}$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El potencial de captación en la zona es bueno para la industria cerámica, a pesar de que el municipio de Dolores Hidalgo se encuentra en el norte del estado donde se considera una región semi-árida.

Ya que en sólo cinco meses que son: Junio, julio, agosto, septiembre y octubre que son los considerados más lluviosos, precipita el 52% del agua, de todo un año.

En relación al agua utilizada por esta fábrica, anualmente gasta un promedio de 566m<sup>3</sup>, y en relación a la precipitación aprovechable y el volumen útil de 218.72 m<sup>3</sup>, que representa cerca del 40% del agua utilizada, pagada y facturada al sistema de agua potable local.

## CONCLUSIONES

La captación de agua de lluvia en la actualidad ya no es un lujo sino una necesidad de la población en algunos sitios de planeta, debido a la escasez y contaminación de la misma.

En este caso y para la zona norte del Estado hemos comprobado que incluso beneficia al sector industrial y artesanal, que son pequeños pasos para realizar una producción más sustentable y añade un valor agregado al producto por el simple hecho de utilizar recursos que ni se toman en cuenta. Este estudio solo toma en cuenta una fábrica de las más de 100 que existen en Dolores Hidalgo lo que si se implementara en el municipio realmente existirían impactos importantes.

Además, contribuye, que se siguen construyendo naves industriales en la región y si se adapta este modelo a las nuevas construcciones puede seguir mejorando la sustentabilidad de los recursos y optimizando los mismos, sin dejar de ver que las empresas estarían ahorrando miles de pesos al año.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Dra. Xitlali Delgado por su amabilidad, confianza y acompañamiento en esta estancia, además por compartir su experiencia y conocimientos conmigo, y agradezco a la

Universidad de Guanajuato por brindar sus espacios para divulgación científica e interés en la ciencia enfocada específicamente en los jóvenes.

## REFERENCIAS

- [1] Dussel-Petters, Enrique (2005) Economic Opportunities and Challenges Posed by China for Mexico and Central America. German development Institute (DIE).
- [2] M. Habibi Davijani (2015) Optimization model for the allocation of water resources based on the maximization of employment in the agriculture and industry sectors.
- [3] Khai Ern Lee (2015) Rainwater harvesting as an alternative water resource in Malaysia: potential, policies and development.
- [4] B. Helmreich (2008) Opportunities in rainwater harvesting
- [5] Aparicio Mijares Francisco [1992] Fundamentos de Hidrología de Superficie: Mexico D.F. Editorial Limusa.