

BENEFICIOS ECONÓMICOS DE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Economic Benefits Of Implementing A Rain Water Collection System At The University Of Guadalajara

ULISES OSBALDO DE LA CRUZ GUZMÁN

JOSÉ ARTURO GLEASON ESPÍNDOLA

Universidad de Guadalajara, México

Recibido: 2 de abril de 2018. Aceptado: 19 de septiembre de 2018.

RESUMEN

La captación de agua de lluvia es una tecnología sustentable considerada como un método alternativo para el suministro de agua, mediante el cual se procura disminuir el impacto del desarrollo económico y social de las comunidades en el medio ambiente donde se desenvuelven y trata de prevenir problemas de carácter medioambiental. En este sentido, se estiman los beneficios económicos por la implementación de un sistema de captación de agua de lluvia en el edificio de posgrados del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas de la Universidad de Guadalajara. Se obtiene que los beneficios económicos por dicha instalación es de \$13,132.15 pesos mexicanos al año, eso sin tomar en cuenta los aportes en materia del medio ambiente.

Palabras clave: sustentabilidad, captación, beneficio económico.

ABSTRACT

Rainwater harvesting is a sustainable technology that is currently considered as an alternative method for water supply, through which it seeks to reduce the impact of economic and social development of communities on the environment within which they develop and try to

prevent environmental problems. In this sense, the economic benefits are estimated by the implementation of a Rainwater Collection System in the postgraduate building of the University Center of Economic and Administrative Sciences of the University of Guadalajara. It is obtained that the economic benefits for said installation is of \$ 13,132.15 Mexican pesos per year, that without taking into account the contributions in environmental matters.

Key Words: Sustainability, Rainwater Harvesting, Economic Benefit.

OBJETIVO

Evaluar la viabilidad técnica y económica de implementar un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) como fuente de abastecimiento en el Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara.

INTRODUCCIÓN

El agua no es solamente un elemento indispensable para que se genere la vida en la Tierra, es un recurso renovable con funciones sociales tales como satisfacer las necesidades humanas y, con ello, el desarrollo económico en sus distintas ramas productivas que se encargan de generar los

satisfactores que la sociedad demanda (Brenner 2010).

Durante mucho tiempo, el tema del agua ha girado en torno de su gestión. Esto incluye su uso y aprovechamiento; sin embargo al evolucionar las sociedades, el crecimiento poblacional, la tecnificación de la producción, la creación de nuevos materiales, etc., su sustentabilidad se ha visto comprometida dado que la intervención del hombre en el ciclo natural del agua es cada vez más dañina, contaminando los cuerpos de agua —tanto superficiales como subterráneos—, sobreexplotándolos y llevándolos a un estado de estrés medioambiental cada vez más agudo.

Aunado a esto, el crecimiento de las ciudades provoca deforestación; así mismo, recubrir las calles con concreto o asfalto —para la circulación de los automóviles, que generan emanación de gases a la atmósfera— también provoca que la cantidad de agua que debía infiltrarse se escurra y provoque inundaciones. Tan grave es el impacto en la naturaleza que hoy en día se habla de que la especie humana ha provocado un cambio climático (Gleason, 2014).

De acuerdo con lo anterior, se requiere que la sociedad realice un cambio cultural y económico que re-direccione los modos de producción y consumo por parte de los distintos actores sociales (Brenner, 2010), en los que se privilegien formas de producir más amigables con el medio ambiente, patrones de consumo más responsables, que ayuden a la preservación de los ecosistemas en los que convive el hombre, reduciendo la contaminación, conservando los recursos naturales y, con ello, garantizar la sustentabilidad de la biodiversidad y el medio ambiente.

Para la UNESCO (2006) el agua es un derecho humano. Cualquier persona en el mundo debería tener acceso a fuentes de agua de calidad para garantizar su existencia. Por lo tanto, en México el agua es considerada como un bien público (Stiglitz, 2003). Y como tal se encuentra supeditada a la esfera de la política pública. Es sujeto de intereses tanto públicos como privados y es en este tenor que, muchas veces, los tomadores de decisiones anteponen intereses económicos

a garantizar el acceso a dicho bien por parte de los diferentes actores de la sociedad. Anteponer el beneficio económico sobre el factor medioambiental satisface en el corto plazo las necesidades de agua de la sociedad; sin embargo, en el largo plazo no es sustentable y compromete su disposición para las generaciones futuras (Contreras y Aguilar, 2014).

Una opción disponible es la captación de agua de lluvia para satisfacer el consumo humano. En lugares donde la precipitación es media o alta, se potencia su utilización como fuente alterna de abastecimiento en los núcleos urbanos. El agua de lluvia puede ser captada, recolectada y almacenada en tanques o cisternas para su uso posterior en las necesidades domésticas o para cuestiones como jardinería, lavado de pisos, etcétera.

Para que en una edificación se pueda captar agua de lluvia es necesario contar con una superficie que intercepte la lluvia, para esto se utilizan los techos; una vez interceptada, el agua es canalizada hacia un dispositivo de primeras lluvias para eliminar las impurezas más grandes (hojas y basura), de ahí es dirigida hacia el tanque o cisterna de almacenamiento para ser aprovechada (Gleason, 2014).

Por todo esto es que se realiza un análisis de la viabilidad de implementar un SCALL y mostrar los beneficios económicos que se pueden obtener de su instalación en el CUCEA. Y así la institución cuenta con una fuente alternativa de abastecimiento de agua y además contribuya como sujeto social en la preservación y mantenimiento de los recursos hídricos, todo esto en pro de reducir el impacto medioambiental que se genera en su entorno de acción.

El uso en las ciudades de los SCALL se propone desde la perspectiva de la gestión urbana sustentable del agua (GUSA) y brinda una alternativa que presenta el reto de manejar las aguas pluviales en áreas urbanas. Es un enfoque que integra la participación de los agentes involucrados en el proceso de planeación e implementación de diversas estrategias que, con fundamento científico, ofrecen un aporte a los tomadores de decisiones para que busquen la forma de satisfacer las

necesidades de agua de la sociedad. En el corto plazo deberán garantizar la disponibilidad del recurso y en el largo, establecer un proceso sustentable que mantenga los servicios ecosistémicos básicos y, por ende, los beneficios económicos que de ellos se derivan (GWP, 2012).

Kinkade y Levario (2007) mencionan que los componentes de un SCALL son la captación, el transporte —que da paso a la filtración y posterior almacenaje—, la purificación y, finalmente, la distribución. En el caso de que el agua captada no se destine a un uso potable, la superficie de la azotea puede ser de cualquier material; sin embargo, si se desea que sea para consumo humano, la superficie deberá ser de cemento o barro para asegurarse de que no tienen elementos dañinos a la salud (como pueden ser los metales pesados).

No obstante que un SCALL provee beneficios en un contexto ciudadano, en la actualidad su utilización aun no goza de una amplia difusión. Esto tal vez se deba a diversos factores que impiden su implementación y uso, independientemente de las condiciones de acceso a las fuentes de abastecimiento de agua con que cuente determinado enclave urbano (Gould y Nissen, 1999).

Hyoungjun *et al.* (2012) mencionan estudios respecto a cómo captar el agua de lluvia ayuda a solucionar el abasto de forma sustentable. Es una técnica amigable con el medio ambiente, económica para la gestión del agua en las ciudades y, a la vez, su instalación ayuda a la recarga de los mantos freáticos, con lo que se contribuye a la restauración del ciclo natural del agua en las urbes.

De ahí la importancia que, desde un nivel institucional como es el entorno universitario, se comience a llevar a cabo dicha implementación.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo descriptiva, utiliza la técnica de análisis de datos, es de corte transversal y es no experimental ya que analiza las variables en su entorno sin alterarlas. La recolección de los datos se hizo mediante clasificación de la información necesaria para poder determinar el

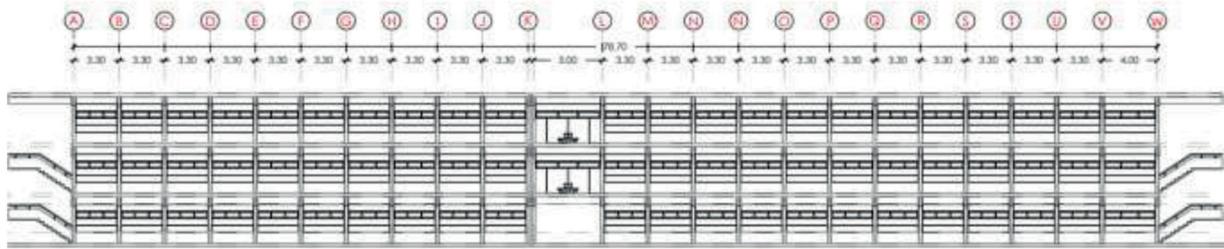
potencial de captación de agua de lluvia en el edificio de posgrados del Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA) de la Universidad de Guadalajara (UdeG), en el estado de Jalisco, México. También se recolectaron datos del nivel de precipitación promedio en un periodo de diez años de la zona en donde se ubica el CUCEA, por medio de la estación meteorológica 14169-Zapopan, Jalisco; posteriormente, esta información se analizó para determinar la cantidad de agua pluvial con potencial de ser interceptada por el área de captación y establecer la cantidad de oferta de agua que se puede obtener del uso de un SCALL.

CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO DE POSGRADOS DEL CUCEA

El CUCEA se encuentra localizado en la cuenca de Arroyo Seco, que es de tipo exorreica y se ubica en el valle de Atemajac, Jalisco, México. Tiene una superficie de 22,141 km² y limita al Norte con el bosque del Centinela, y la cuenca Arroyo Hondo, hacia el Sur con el periférico norte, al Oriente con el río de San Juan de Dios, al Poniente con el área de Nuevo México y drena en el río Grande Santiago en la barranca de Huentitán.

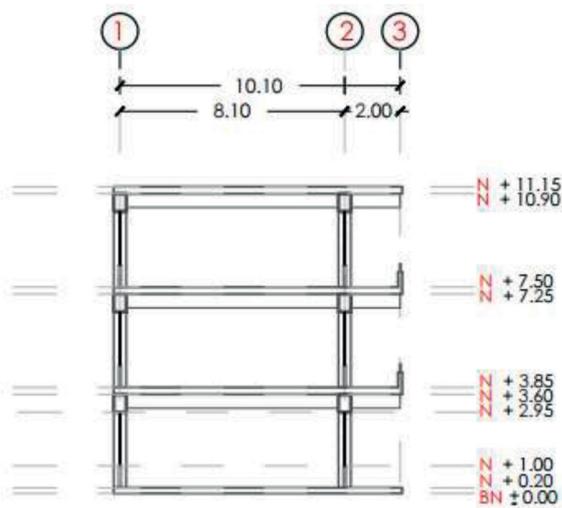
El CUCEA cuenta con una superficie total de 299,496 m², de los cuales 55,960 m² corresponden a la superficie construida (figuras 1 y 2), posee 40 inmuebles de los cuales son seis aulas magnas, un restaurante, un centro de recursos informativos, un centro de tecnologías para el aprendizaje, dos plantas eléctricas, un sistema de control de acceso vehicular, un sistema de telefonía, 181 aulas para licenciatura y posgrado, 29 laboratorios de cómputo, ocho auditorios, tres canchas de basquetbol, dos canchas de futbol y una cancha de tenis.

Figura 1. Sección longitudinal del edificio de posgrados del CUCEA



Fuente: Servicios Generales CUCEA.

FIGURA 2. Sección poniente del edificio de posgrados del CUCEA



Fuente: Servicios Generales del CUCEA.

El CUCEA tiene una población estudiantil de 16,691 estudiantes de nivel superior y 903 de posgrado, divididos en 13 programas de licenciatura,

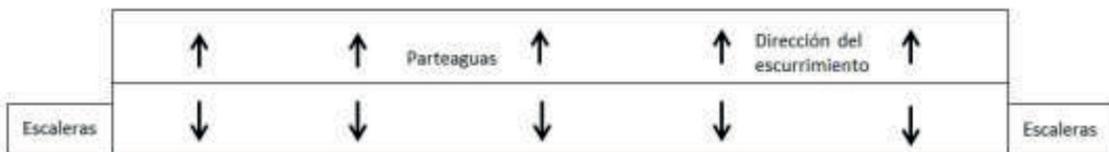
13 maestrías y 6 doctorados, con un horario de lunes a viernes, de 7:00 a 22:00 horas y los sábados de 7:00 a 15:00.

La azotea del edificio de posgrados (figura 3) tiene un área de 794.87 m² misma que no cuenta aún con un SCALL pero sí con las condiciones, dada su distribución, los desniveles y la pendiente necesarios por lo que se deben hacer las adecuaciones tales como instalación de las canaletas para conducir el agua captada, así como colocar la reja para filtrar residuos sólidos grandes en la zabaleta.

DETERMINACIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE AGUA EN EL EDIFICIO DE POSGRADOS DEL CUCEA

La precipitación es un factor importante a la hora de establecer la viabilidad de implementar un SCALL. Las características más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de determinar

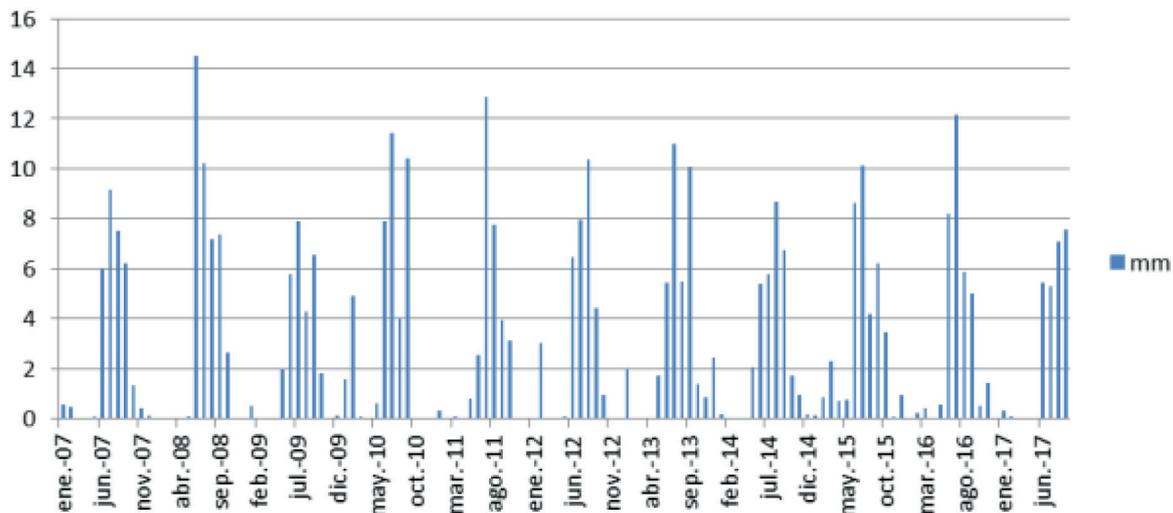
FIGURA 3. Azotea del edificio de posgrados del CUCEA



Fuente: Elaboración propia.



FIGURA 4. Precipitación en la estación 14169 ubicada en Zapopan en el periodo de enero 2007 a septiembre de 2017



Fuente: Elaboración propia con base a datos de la estación meteorológica 14169.

la cantidad de precipitación son la intensidad, la duración y la distribución de la precipitación. Para obtener estos datos se utilizaron las mediciones llevadas a cabo por la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) 14169 (figura 4) ya que es la estación más cercana al CUCEA, se ubica a 7.4 km en el centro de Zapopan a una latitud 0020.720°, una longitud -103.392° y altitud de 1,560 msnm.

Oferta potencial: para poder hacer una adecuada planificación sobre el diseño e implementación del SCALL, primero se hace una determinación de la cantidad de agua de lluvia que es posible obtener en la superficie destinada a la captación, así como la precipitación que se espera. Lo que se debe modelar mediante la siguiente fórmula, propuesta por la Organización Panamericana de la Salud:

$$O_i = \frac{(Pp_i)(C_E)(A_C)}{1000}$$

Donde:

O_i = Oferta potencial del volumen de agua captada por la superficie en el periodo i en m^3

Pp_i = Precipitación pluvial promedio en el periodo i medida en mm

C_E = Coeficiente de escurrimiento adimensional

A_C = Dimensiones del área de captación medidas en m^2

RESULTADOS

OFERTA DE AGUA

Para este caso, la superficie de captación es de 794.87 m^2 , la estimación de precipitación anual es de 1024.9 mm y el coeficiente de escurrimiento se fija en 0.8, ya que representa 80% de la media de precipitación mensual. El potencial de agua de lluvia anual que puede aportar la azotea del edificio de posgrado del CUCEA es de 651.72 m^3 .

Tabla 1. Estimación del volumen de captación de agua de lluvia en el edificio de posgrados del CUCEA durante el año 2016

Mes	Precipitación	Coefficiente de escurrimiento	Área	Volumen total captado
	----- mm -----		m ²	m ³
Enero	0	0.8	794.87	0.00
Febrero	2.5	0.8	794.87	1.59
Marzo	15.5	0.8	794.87	9.86
Abril	0.5	0.8	794.87	0.32
Mayo	10.9	0.8	794.87	6.93
Junio	230.9	0.8	794.87	146.83
Julio	370.6	0.8	794.87	235.66
Agosto	171.2	0.8	794.87	108.87
Septiembre	159.3	0.8	794.87	101.30
Octubre	25.4	0.8	794.87	16.15
Noviembre	37.8	0.8	794.87	24.04
Diciembre	0.3	0.8	794.87	0.19

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la estación meteorológica 14169.

El costo por metro cúbico de agua que fija el Sistema Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA) para instalaciones que presten servicios públicos es de \$20.15 pesos mexicanos, más una cuota de administración de \$119.98. De modo que, según los datos obtenidos, el mes que mayor ahorro económico se estaría generando es julio, ya que es el que mayor precipitación pluvial registra; y los meses en los que prácticamente no hay precipitación pluvial son enero, abril y mayo, considerados meses de estiaje.

TABLA 2. Estimación de los beneficios económicos obtenidos por captación de agua pluvial del edificio de posgrados del CUCEA en 2016

Mes	Volumen total captado	Costo	Beneficio
	m ³	----- \$/m ³ -----	
Enero	0.00	20.15	0.00
Febrero	1.59	20.15	32.03
Marzo	9.86	20.15	198.61
Abril	0.32	20.15	6.41
Mayo	6.93	20.15	139.67
Junio	146.83	20.15	2958.59
Julio	235.66	20.15	4748.61
Agosto	108.87	20.15	2193.64
Septiembre	101.30	20.15	2041.16
Octubre	16.15	20.15	325.46

Mes	Volumen total captado	Costo	Beneficio
Noviembre	24.04	20.15	484.34
Diciembre	0.19	20.15	3.84

Fuente: Elaboración propia.

DEMANDA DE AGUA EN EL EDIFICIO DE POSGRADOS DEL CUCEA

Si se desea llevar a cabo una instalación hidráulica adecuada, se necesita determinar la cantidad de agua que se va a consumir. Para esto se debe de tomar en cuenta el tipo de edificación, así como el servicio que prestará.

Para calcular la cantidad de agua que se requiere en una determinada edificación se dispone de una amplia gama de métodos de estimación. Cuando se habla de estos tipos de cálculos, se debe incorporar el concepto de dotación (Zegarra, 2014), ya que con éste se refiere a la cantidad de agua que consume en promedio una persona al día, se expresa en litros y se toma en consideración todos los usos posibles personales como son el aseo y limpieza de alimentos, entre otros. En términos de agua potable, la dotación se considera la cantidad que en promedio se asigna a cada habitante. En este volumen están incluidos los

distintos tipos de consumo (industrial, comercial o doméstico), también se incluyen las pérdidas físicas que se presentan en el sistema (Gleason, 2014, p. 168).

El consumo promedio de agua potable en la zona metropolitana de Guadalajara (ZMG) es de 191 litros diarios por persona. Pero varía de acuerdo a las condiciones de la edificación, de las instalaciones con que se cuente, de la institución y de las actividades que ahí tengan lugar (SIAPA, 2012).

El SIAPA establece un mecanismo de estimación para la distribución del consumo promedio diario de agua potable por persona. En lo que respecta a instituciones educativas, es el siguiente:

$$D_i = (l)(n_i)(d_i)$$

Donde

D_i = Demanda potencial de agua potable en un periodo determinado

l = Volumen de agua potable medida en litros

n_i = Número de alumnos en un periodo determinado

d_i = Periodo determinado para el cálculo

En este caso, el volumen se establece para escuelas o colegios con cafetería solamente en 50 (litros/alumno/día). El número de alumnos registrados para el calendario escolar de posgrados es de 903, el periodo se establece por día; por lo tanto, la demanda para el edificio de posgrados —con los datos conocidos— es de 45,150 litros por día.

El edificio de posgrados cuenta con 1,960 m² de áreas de jardín, las cuales podrían ser regadas con el agua que se capte. Una ventaja de destinarlas para ese uso es que, al no ser para consumo humano, requiere menos filtros de tratamiento y esto aminora el costo; otra es que el SIAPA ofrece para el caso de riego de áreas verdes un cobro menor en 25% sobre la cuota establecida, debido a que no se realizan descargas al alcantarillado y, por lo tanto, no se cobra la cuota ligada al costo por el concepto de tratamiento de aguas residuales.

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE CAPTACIÓN

Con base en los resultados obtenidos a partir de la información recabada, se determina que es viable la instalación de un SCALL y se propone el siguiente plan de captación:

La ubicación del edificio de posgrado cuenta con amplio espacio de áreas verdes (1960 m²) disponibles para la instalación de la cisterna de almacenamiento, por lo que es viable que se instale este elemento del SCALL. En lo que respecta a la infraestructura del edificio de posgrados, cuenta con una azotea —potencialmente, el área de captación— construida con concreto, enseguida tiene una capa de ladrillo de azotea y está recubierta con impermeabilizante no asfáltico. Dicha azotea cuenta con un parteaguas que la divide y provoca escurrimientos tanto al lado sur como al lado norte. Hacia el lado sur de la azotea se tiene la fachada principal del edificio y cuenta con un jardín que mide 1,000 m². En un episodio de lluvia se genera una cortina de agua que da precisamente al jardín, de modo que se concluye que el lado sur de la azotea ya tiene una utilidad como jardín de lluvia (Selbig y Balster, 2010).

En lo que respecta al lado norte de la azotea, se necesitarán adecuaciones para que sean instaladas las canaletas de conducción con un desnivel de 5.22 cm que garanticen una pendiente del 2% y permita conducir el agua captada por gravedad. También se deben colocar mallas metálicas que funcionen como trampas para sólidos de mayor tamaño. La pendiente de la superficie de la azotea es del 3%, por lo cual se permite el flujo del agua hacia las canaletas de recolección y se garantiza una adecuada escorrentía.

También se debe realizar la instalación de las tuberías que conduzcan el agua pluvial hacia el dispositivo de primeras lluvias. De acuerdo con las características de la edificación —y al ser el lado norte del edificio la parte trasera—, se tienen espacios libres y poco visibles, si se desea conservar el paisaje que tiene la fachada principal. Dada la amplitud de la superficie de la azotea, se propone que sean instalados tres bajantes a una

distancia de aproximadamente 26 m y de ahí el agua captada sea conducida hacia el dispositivo de primeras lluvias, que tiene como función eliminar la primera cantidad de agua captada que, debido a la contaminación atmosférica, es ácida.

Una vez eliminada el agua de lluvia ácida, el agua captada se dirige hacia la cisterna de almacenamiento, misma que se propone sea de una capacidad de 10,000 litros y sea enterrada (para no afectar la imagen exterior del edificio), junto a la cisterna se debe construir un pozo de infiltración cuya función es canalizar las demasías de agua, una vez que la cisterna se llena, hacia el subsuelo para que se infiltre en los mantos freáticos.

Se deberá instalar un sistema para el tratamiento del agua que garantice una cierta calidad, dependiendo del uso al cual vaya a ser destinada. En una primera etapa se debe filtrar a través de un proceso que separe los líquidos de los sólidos. Esto se logra mediante la instalación de filtros que, de la misma forma que el interceptor de primeras lluvias, puede colocarse en la parte posterior del edificio para no afectar el paisajismo. Enseguida toca potabilizar el agua. Para este proceso también se requiere la instalación de filtros que permitan desinfectar el agua por medio de la eliminación de bacterias e impurezas que pueda contener el agua y así dejarla en condiciones para

FIGURA 5. Vista poniente del edificio de posgrados con el SCALL propuesto

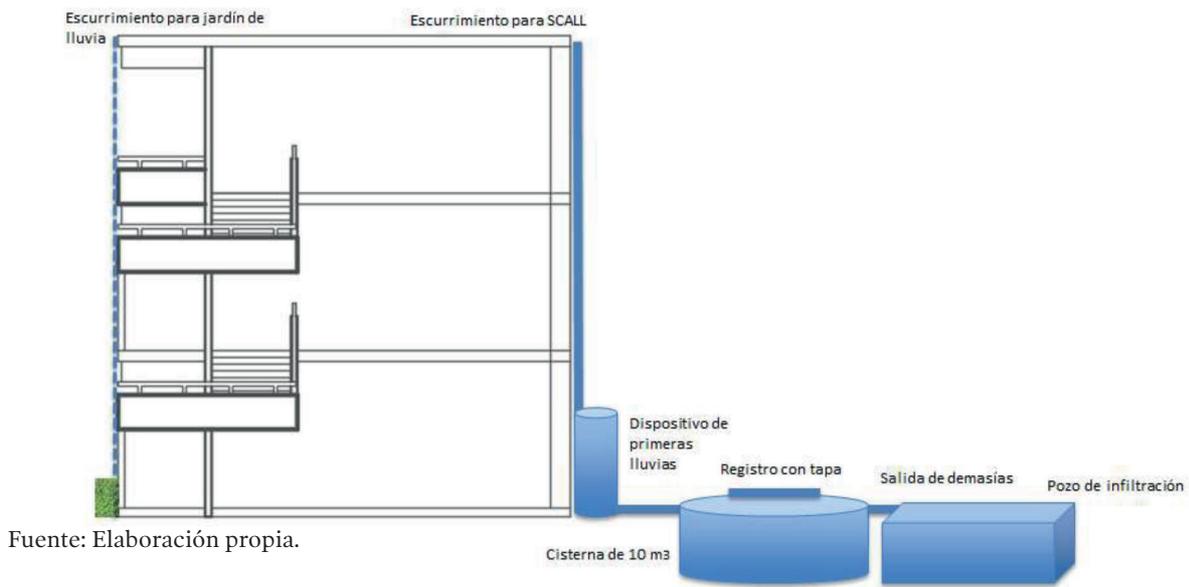
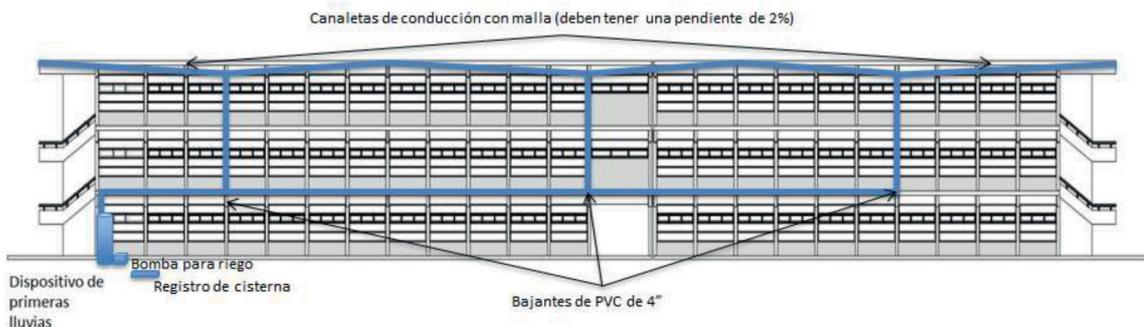


FIGURA 6. Vista norte del edificio de posgrados con el SCALL propuesto



el consumo humano. Éstos, al igual que los de filtración, pueden colocarse en la parte posterior del edificio (figuras 5 y 6).

PLAN DE USOS POTENCIALES PARA EL AGUA CAPTADA

Como ya se mencionó, el edificio de posgrado cuenta con extensas áreas verdes, de modo que se podría implementar un sistema de riego por goteo o aspersores para el mantenimiento de dichas áreas en el que el tratamiento del agua que se captó no requiere de mayores procesos de purificación, con lo que se ahorra la inversión en los sistemas de potabilización al ser utilizada directamente. El volumen calculado es de 5,000 litros del agua captada.

Otro escenario para el aprovechamiento del agua captada y que no requeriría un tratamiento extra es que, justo en la parte trasera del edificio de posgrados, los alumnos de la licenciatura en Gestión y Economía Ambiental (LGEA) han instalado un huerto urbano como parte de sus actividades y se planea que éste vaya creciendo y diversificando los cultivos con que actualmente cuenta. Se calcula se utilice para este proyecto un volumen aproximado de 5,000 litros del agua captada.

CONCLUSIONES

El edificio de posgrados del CUCEA cuenta con las condiciones para la instalación de un SCALL. Por un lado, se identificó que existe viabilidad económica y técnica. De llevarse a cabo su instalación, captar agua pluvial representa un ahorro de \$13,132.15 pesos al año, con los beneficios medioambientales asociados a la acción de interceptar el agua de lluvia que actualmente se deja ir a las calles (651.72 m³ de agua) lo que ayuda a reducir los riesgos de inundaciones. También se ayuda a enviar el excedente de agua hacia los mantos acuíferos, lo que contribuye a restaurar el ciclo natural del agua y a aminorar el impacto

medioambiental de las actividades propias de la institución.

El proyecto de huerto urbano implementado por los estudiantes de LGEA es incipiente, pero tiene gran relevancia contar con actividades que vinculen a los alumnos para poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase. De esta forma se contribuye al tema de responsabilidad social universitaria que, precisamente, en uno de sus apartados menciona la importancia de contar con elementos que vinculen la práctica universitaria con la sustentabilidad y se hace hincapié en que se creen grupos de estudiantes empoderados con conciencia ambiental que abonen a la creación de estrategias que atiendan la problemática de crecimiento económico, acompañado de prácticas sustentables que busquen aminorar el impacto que como sociedad dejamos en el entorno.

También se contribuye a que la Universidad de Guadalajara cumpla con las metas de reducir el impacto en el medio ambiente que se ha planteado dentro del Plan Universitario de sustentabilidad, mediante el cual la UdeG busca convertirse en una universidad verde y sustentable.

Con esto se evidencia que la implementación de un SCALL contribuye a la sustentabilidad de los recursos hídricos. Al aprovechar así el agua de lluvia, se hace efectiva la fuente alternativa de dicho recurso en el ámbito universitario.

BIBLIOGRAFÍA

- Arroyave Rojas, Joan A.; Díaz V. Juan; Vergara Diana M.; David M. Natalia. Evaluación económica de la captación de agua de lluvia como fuente alternativa de recurso hídrico en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. *Producción + Limpia* 6 (1) 76-84, enero-junio 2011. ISSN 1909-0455.
- Beverage Marketing Corporation [En Línea]. The global multiple beverage Marketplace. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.beveragemarketing.com/shop/assets/PDFs/GlobalMBM2016.pdf>
- Brenner, Ludger. "Gobernanza ambiental, actores sociales y conflictos en las Áreas Naturales

- Protegidas mexicanas”. *Rev. Mex. Sociol* [En línea]. 2010, vol.72, n.2 [Fecha de consulta: 2018-05-18], pp.283-310. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032010000200004&lng=es&nrm=iso.
- Contreras Soto, Ricardo y Aguilar Rascón, Óscar. “Desarrollo sostenible (semblanza histórica)”. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle* [En línea], 2014 vol. 10, núm. 37 [Fecha de consulta: 16 de abril de 2018] Disponible en: <http://ojs.dpi.ulsal.mx/index.php/rci/article/view/102>
- Gleason Espíndola, José Arturo. *Sistemas de agua sustentables en las ciudades*. México D.F. Trillas. 2014. 331 p. Serie ISBN 978-607-17-1918-8.
- Global Water Partnership. Integrated Urban Water Management. [En línea] Global Water Partnership Technical Committee (TEC) TEC BACKGROUND PAPERS NO. 16 [Fecha de consulta: 24 de abril de 2018] Disponible en: <https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/16-integrated-urban-water-management-2012.pdf>
- Hyoungjun, K., Mooyung, H. y Ju Young, L. “The application of an analytical probabilistic model for estimating the rainfall-runoff reductions achieved using a rainwater harvesting system”. *Science of the Total Environment*, 2012, vol. 424, pp. 213-218. ISSN: 0048-9697
- Kinkade-Levario, H. *Desing for water, rainwater harvesting, stormwater catchment and alternate water reuse*. Gabriola Island: New Society Publishers. 2007.240 p. ISBN-10: 0865715807
- Organización Panamericana de la Salud. Guía de diseño para captación del agua de lluvia. [En línea] UNATSABAR Lima 2004 [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2018] Disponible en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/cd47/lluvia.pdf>
- Periódico Oficial. Gobierno del estado de Jalisco 13 de diciembre de 2016 [En línea]. SIAPA. [Fecha de consulta: 08 de mayo de 2018] Disponible en: http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/doctrans/resolutivo2015_20150112164736.882_x.pdf.
- SIAPA. Informe de actividades y resultados. [En línea] Dirección técnica. [Fecha de consulta: 13 de febrero de 2018] Disponible en: http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/doctrans/febrero_gra.pdf
- Samano R., Gerardo. Diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en la academia mexicana de ciencias. [En línea]. UNAM-Dirección General de Bibliotecas. [Fecha de consulta: 27 de abril 2017]. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/12369>
- Selbig, W. R. y Balster, N. (2010). Evaluation of turfgrass and prairie-vegetated rain gardens in a clay and sand soil, Madison, Wisconsin, Water Years 2004-08. [En línea]. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report, 72. [Fecha de consulta: 7 de junio 2017]. Disponible en: <https://pubs.usgs.gov/sir/2010/5077/pdf/sir20105077.pdf>
- Stiglitz, J. *La economía del sector público*. Tercera edición. Barcelona. Antoni Bosch 2003. 742p. Serie ISBN 84-95348-05-5
- UNESCO (2006). 2º Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo, “El agua, una responsabilidad compartida”. [En línea] World Water Assessment Programme (WWAP) [fecha de consulta el 22 de febrero de 2018] Disponible en <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr2-2006/>
- Zegarra Méndez, E. *Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión*. GRADE Group for the Analysis of Development. Lima, Perú. Arteta E.I.R.L. 2014. 221 p. ISBN: 978-9972-615-79