

# Modelo de aprovechamiento de aguas lluvias en zonas de pobreza extrema

## Coordinador

Rafael Rodríguez Loucel

## Equipo investigador

Eduardo Badía Serra

José Luis Porras

Roberto Edmundo Viera

Blanca Ruth Orantes

## Colaboradora

Ana Cristina Vidal

## (Investigación desarrollada bajo el convenio FIES-UTEC, 2008-2009)

### Resumen

Las ventajas de captar agua lluvia en un entorno natural son: agua extremadamente limpia en comparación con otras fuentes de agua dulce disponibles, recurso esencialmente gratuito e independiente de empresas suministradoras habituales y que requiere de infraestructura sencilla para su captación, almacenamiento y distribución. El sistema de captación del agua lluvia permite almacenarla y posteriormente someter a tratamiento la que se utilizará para el consumo humano. A este sistema se le denomina CATDALL, que fue el prototipo resultado final del desarrollo del proyecto, gracias al apoyo del Fondo para la Investigación en Educación Superior (FIES) y la Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). El prototipo puede ser replicable en otros centros escolares, que presenten escasez de agua bajo las circunstancias que fueren o como simple alternativa de ahorro aprovechando un recurso natural que es gratuito.

### Palabras claves:

Agua lluvia, captación, uso humano, sistema alternativo.

### El agua lluvia un recurso natural histórico

**E**l agua lluvia es un recurso histórico. Cuando las civilizaciones aumentaron demográficamente y algunas poblaciones debieron ocupar zonas áridas o semiáridas del planeta comenzó el desarrollo de formas de captación de aguas

lluvias, como alternativa para el riego de cultivos y el consumo doméstico (Ballén Suárez, Galarza y Ortiz Mosquera, 2006). No fue sino hasta principios del Siglo XX cuando las canalizaciones de agua irrumpieron de forma masiva en ciudades, pueblos y villas, el agua lluvia pasó a segundo plano.

Según Ballén Suárez, Galarza y Ortiz Mosquera (2006) las aguas lluvias se han utilizado tradicionalmente por diversas civilizaciones; pero estas tecnologías solo se han comenzado a estudiar y publicar recientemente. Sobre la base en la distribución de restos de estructuras de captación de agua de lluvia en el mundo y el conti-



### Abstract

The advantages of capturing rainwater in a natural environment are: extremely clean water compared to other sources of fresh water available, an essentially free and independent use of common suppliers resource and requires simple infrastructure for collection, storage and distribution. The system of rain water harvesting, allows storing it and subsequently submit to treatment the one that will be used for human consumption. This system was called CATDALL, which was the final result prototype of development of the project, thanks to the support from the Fund for Research in Higher Education (FIES) and the Universidad Tecnológica de El Salvador (UTEC). The prototype can be replicated in other schools that may present water shortage under any circumstances, or as a simple alternative for savings build a natural resource is free.

### Key words:

Rainwater, catchment, human use, alternative system.

El uso de estas obras en la historia, las técnicas de captación de agua lluvias cumplen un papel importante en la producción agrícola y en satisfacer las necesidades domésticas, con uso intensivo en las regiones áridas o semiáridas del planeta o como recurso alternativo de abastecimiento.

Los sistemas de captación de aguas lluvias son un sistema alternativo, de necesidades no cubiertas, sea por escasez, por el no acceso a servicios básicos o para aprovechar los recursos naturales, que pueden dar como beneficio paralelo el ahorro, pues es gratuito. En lo único que se invierte es

“ La captación del agua lluvia se lleva a cabo por medio de los techos, donde es conducida por medio de un sistema de canales y filtros (que se encargan de eliminar impurezas gruesas) a unos depósitos donde el agua es almacenada hasta el momento en que será utilizada. ”







en el diseño y construcción del sistema y su mantenimiento.

## Experiencias en el ámbito internacional

La problemática de abastecimiento de agua es mundial, por ello los sistemas de captación de aguas lluvias existen en muchos continentes. Se mencionan algunas experiencias a manera de ejemplo. En África, existe una alta concentración de pobreza que imposibilita la obtención de la cantidad de recursos y la tecnología necesaria para construcción y operación de un sistema de acueducto y alcantarillado adecuado. Por ello en muchas zonas de este continente se ha producido una rápida expansión de los sistemas de aprovechamiento de aguas lluvias, aunque su práctica aún es informal en su mayoría, existe un proyecto adelantado "Sistemas de aprovechamiento de aguas

lluvias de muy bajo costo" desarrollado con el apoyo de Development Technology Unit, de Inglaterra. No en todo el continente existen suficientes precipitaciones, por lo que no es abastecida toda la demanda. (Ballén Suárez Galarza y Ortiz Mosquera, 2006).

En Asia, países como Singapur y China buscan recursos alternativos como aprovechar las aguas lluvias, se promueve como recurso alternativo y método innovador. Alrededor del 86% de la población vive en edificios de apartamentos y sus techos son utilizados para la captación de aguas lluvias. En Tokio, el aprovechamiento de agua lluvia es promovido para mitigar la escasez de agua, controlar las inundaciones y asegurar agua para los estados de emergencia. A nivel comunitario se han implementando instalaciones que introducen a la población en la utilización del agua lluvia, estas

son llamadas "Ronjinson", se les encuentra en la vía pública del distrito de Mukojim. (Ballén Suárez, Galarza y Ortiz Mosquera, 2006)

Otros países que aprovechan este sistema alternativo son: en Sur América, Brasil. Muchas organizaciones no gubernamentales y organizacionales ambientales se enfocaron en trabajar en el suministro de agua para consumo humano usando sistemas de aprovechamiento de agua lluvia. México, en el Estado de Guanajuato, es otro ejemplo de cómo sus necesidades de agua han sido suplidas por un sistema de aprovechamiento de aguas lluvias. En Estados Unidos, son 15 los estados que usan este sistema alternativo, entre ellos Alaska, Hawaii, Washington, Oregon, Arizona, entre otros. En Canadá existe una casa familiar de tres habitaciones con un área de 158 m<sup>2</sup> ubicada en Riverdale en Toronto, la edificación es autosuficiente y utilizan el agua lluvia para todo, incluyendo el consumo humano. En este caso utilizan para su purificación, la cal, que reduce

“ Previo a la utilización del agua, esta pasa por un sistema de tratamiento que consiste en una serie de filtros que potabilizan el agua para que pueda ser consumida por los alumnos. ”



la acidez del agua y le da un sabor fresco, luego el agua pasa a través de un filtro de arena fina y carbón activado para remover todas las impurezas y por último es sometida a un proceso de desinfección mediante luz ultravioleta. (Ballén Suárez, Galarza y Ortiz Mosquera, 2006)

En Europa, especialmente en el norte, a pesar de disponer de modernos sistemas de canalización y totalización de agua, ha vuelto a cobrar importancia en los últimos años la recogida de agua de lluvia. Alemania es un ejemplo: comenzó a subvencionar este tipo de iniciativas desde la reunificación y centenares de miles de viviendas alemanas disfrutaban actualmente de estos equipos. Lo mismo sucede en España. Aguapur, Barcelona. Diseñar un sistema de captación y reutilización de agua lluvia. Recuperado el 1 de noviembre 2008 de [http://www.aguapur.com/0/es\\_generalidades.html](http://www.aguapur.com/0/es_generalidades.html). Sin duda la escasez y racionamiento del agua está provocando recuperar la costumbre de aprovechar las aguas lluvias o pluviales.

### Experiencias en El Salvador

Al inicio del proyecto se visitó a Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES) y el gerente de proyectos explicaba que contaban básicamente con dos proyectos. El primero "Techo y Agua", con el apoyo del Gobierno de Francia, y el segundo, "Agua del Cielo para Mi Escuela", con el patrocinio de la empresa privada Coca-Cola. "Techo y agua" se centra en el abastecimiento de agua —a partir de la captación de agua de

lluvia— a través de sistemas individuales o colectivos. De acuerdo con la experiencia identifican que el factor más contaminante del agua es el techo de las escuelas, por la materia orgánica que se deposita en el mismo. El sistema consta de un filtro de barro con aleación de plata, marca "FiltroN" (fabricado en Tecoluca). La dificultad de estos proyectos estriba en la administración del recurso. "Agua del cielo para mi escuela" está patrocinado por Coca-Cola en su área de influencia (Nejapa), y se han desarrollado cuatro modelos (Tutultepeque, San Jerónimo Los Planes, El Castaño, y un cuarto no mencionado). FONAES no contempla dentro de su ejecución un estudio microbiológico del agua, que es parte de la innovación en el proyecto desarrollado bajo el convenio FIES-UTEC.

### Resultados del proyecto

Se diseñó el modelo del prototipo de un sistema de Captación, Almacenamiento, Tratamiento y Distribu-

ción de Aguas Lluvias, al que se le denominó CATDALL, que por su naturaleza puede ser replicado y adaptado en cualquier escuela de cualquier municipio del país. Todos los estudios y el diseño del modelo se hicieron de tal manera que, al utilizar las distintas variables de análisis (ubicación geográfica, cantidades de lluvia, topografía, número de alumnos, distribución de los edificios de la escuela, material del techo de la escuela, entre otros) pudiera generarse un criterio de ubicación de los distintos elementos que conforman el sistema para así poder utilizarlo en cualquier lugar del país.

La captación del agua lluvia se lleva a cabo por medio de los techos, donde es conducida por medio de un sistema de canales y filtros (que se encargan de eliminar impurezas gruesas) a unos depósitos donde el agua es almacenada hasta el momento en que será utilizada. Previo a la utilización del agua, esta pasa por un sistema de tratamiento que consiste en una serie de filtros que potabilizan el agua para que pueda ser





# entorno



consumida por los alumnos. El agua que no será consumida no pasa por el sistema de final de filtros, pues no es necesaria su potabilización, si fuere utilizada para limpieza, baños, etc. En el punto donde se separan el agua que será consumida y la que se utilizará para distintos usos generales es donde se encuentra un sistema de tuberías que se encargan de la distribución del agua, para cada uno de los usos. Debe tenerse en consideración que es necesario

un sistema de control y supervisión para lograr el mejor aprovechamiento del agua sin que se desperdicie.

## ¿Por qué el departamento de Morazán?

Luego de consultar el mapa de pobreza, se determinó que esa es una de las zonas consideradas de extrema pobreza, y que debido a su ubicación geográfica, alejada de los polos de desarrollo, sus posibilidades de mejorar su calidad de vida se reducen, por lo que se trata de una de las zonas más críticas del país, donde se hace necesaria la aplicación de medidas alternas para satisfacer las necesidades de los habitantes.

Por otro lado, la topografía de la escuela seleccionada permitía presentar dos soluciones distintas en un mismo prototipo: 1) el uso de un tanque elevado para la redistribución del agua (el agua sube hasta el tanque por medio de una

bomba, ya sea manual o eléctrica, dependiendo de la infraestructura de la escuela) y 2) la distribución del agua directamente del depósito.

## Consideraciones especiales

Se recomienda que el techo del centro escolar donde será aplicado el CATDALL esté en buenas condiciones, y de preferencia que fuere de un material que no absorba mucho el agua, para permitir el mayor aprovechamiento del recurso.

En cuanto a costos, debe tomarse en cuenta que esto depende de muchas variables, pues el tamaño y capacidad del sistema están en función del número de alumnos que utilizarán el sistema, que generalmente es también proporcional al número de aulas (área de captación). También la topografía del lugar, la infraestructura con la que cuenta el centro escolar y otros factores que pueden alterar las cantidades de materiales a utilizar en la construcción del sistema. Construir un sistema como el del "Prototipo", con las características propias y específicas del caso, requiere una cantidad aproximada de \$2.500,00.

## Conclusiones

- En la investigación, se encontró que la magnitud de precipitación en la zona sujeta a investigación, se puede calificar de considerable. La precipitación anual en la cuenca del Río Grande de San Miguel para un periodo de 30 años es de 1,690 mm. (Centella, A., L. Castillo y A. Aguilar, (1998): escenarios climáticos de referencia

**“ Son estas competencias gerenciales las que permiten asignar, eficientemente, los recursos presupuestarios a disposición de las organizaciones. ”**



para la República de El Salvador, PNUD ELS97G32, San Salvador, El Salvador, 21 pp.)

- Según datos procesados por el equipo del proyecto a partir de la información de Servicios Nacionales de Estudios Territoriales (SNET) de 1991 a 2005, la precipitación promedio anual en los municipios de Guatajiagua y Yamabal es de aproximadamente 1,883 mm. En El Salvador los meses con mayores precipitaciones son de mayo a octubre, lo que significa el 60% de tiempo de clases.
- Existen centros escolares en zonas de pobreza extrema, que no cuentan en la actualidad con agua para satisfacer adecuadamente sus necesidades. Al contar con un sistema para la captación de agua lluvia, tratamiento, distribución y utilización para diferentes usos; se volverían independientes de grupos y organizaciones externas a los centros educativos para el abastecimiento de agua, tendrían menores costos para su obten-

ción, mejor calidad del agua, y mayor seguridad de contar con ella cuando la necesiten.

- La caracterización físico-química y microbiológica del agua que utilizan estos centros escolares, que no cuentan con sistemas de agua potable, nos dice que no cumplen con las normas salvadoreñas obligatorias referente a los parámetros reológicos recomendables para el agua potable; se detectó un alto contenido de contaminación microbiológica con niveles no permitidos de coliformes totales, coliformes fecales y bacterias; no se cumple con la norma de calidad bacteriológica obligatoria para el agua potable, por lo que no cabe duda que el agua de estos centros escolares incide fuertemente en la generación de diarreas, parasitismo, disentería, gastroenteritis, tífus y cólera. De todo lo anterior se cuenta ya con informes realizados por el equipo responsable.
- Respecto a los resultados técnicos, se hizo levantamiento de

planos, además de los resultados de los estudios químicos que se realizaron, así como los cálculos de necesidad de agua conforme a la demanda de personas y oficios que se realizan en el centro escolar seleccionado para la construcción del prototipo. El cual ha entrado a su fase de prueba, a inicios del año 2010. Las tecnologías para el aprovechamiento del agua lluvia encajan muy bien dentro de los lineamientos del desarrollo sostenible, ya que contribuyen al uso racional del agua y los recursos.

### Bibliografía

- BALLEEN SUAREZ, José Alejandro, Miguel Angel Galarza García y Rafael Orlando Ortiz Mosquera (2006) Historia de los sistemas de aprovechamiento de agua lluvia.
- CENTELLA, A., L. Castillo y A. Aguilar, (1998): escenarios climáticos de referencia para la República de El Salvador, PNUD ELS97G32, San Salvador, El Salvador, pp. 21.
- Informe de visita a Fondo Ambiental de El Salvador (FONAES), atendió el Ing. Oscar Alejandro Salazar, Gerente de Proyectos. San Salvador, 10 de noviembre de 2008.
- Servicios Nacionales de Estudios Territoriales (SNET) [www.snet.gob.sv](http://www.snet.gob.sv)
- VI SEREA. Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua Joao Pessoa (Brasil) 5 a 7 de junio de 2006.

