

# Cosecha de agua de lluvia y medidas de control para aguas de tormenta en el entorno rural y urbano

Denise Delvalle de Borrero<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotecnia  
Denise.borrero@utp.ac.pa, Denise\_delvalle@hotmail.com

**Resumen:** Es necesario entender y aceptar el escenario de un clima cambiante aplicado a diferentes entornos. Podemos, con la utilización de tecnologías innovadoras, mitigar estos efectos, siendo necesaria una caracterización previa del entorno. Las tecnologías se pueden adaptar y combinar aumentando su efectividad. Un efecto positivo y de sinergia se despliega con la inclusión de la Academia, la colaboración regional/bilateral y la participación del sector privado en la mitigación utilizando medidas de colecta, contención y retención. Le corresponde al Estado regular y adoptar políticas que favorezcan e incentiven el uso de estas medidas para agua lluvia. El artículo compara los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (SCALL) en el entorno rural y de las medidas de control y retención del agua de escorrentía (MPC) en el entorno urbano y ofrece recomendaciones y presenta conclusiones para su mejor aprovechamiento dentro del escenario que nos impone el cambio climático.

**Palabras claves:** agua lluvia, SCALL, MPC, cisterna, cosecha de lluvia, LEED.

**Title:** Rainwater harvesting and storm water control measures for rural and urban environment.

**Abstract:** We need to understand and accept the scenario of a changing climate applied to different environments. We can, with innovative technologies, mitigate these effects, for which a preliminary characterization of the environment is required. The technologies can be adapted and combined increasing their effectiveness. A positive synergy effect unfolds with the inclusion of the Academy, regional / bilateral collaboration and participation of the private sector in applying mitigation measures such as collection, containment and retention of rain water. It is responsibility of the governments to adopt policies that promote and encourage the use of these measures. The present article compares the systems for rainwater collection (SCALL) in rural areas and storm water control measures (SCM) in the urban environment and offers recommendations and conclusions with some insights for a better use in the scenario posed by climate change.

**Key words:** water harvesting systems, storm water, retention, evapotranspiration, first flush, LEED.

Tipo de artículo: original

Fecha de recepción: 7 de octubre 2016

Fecha de aceptación: 13 de junio 2017

## 1. Introducción

La Organización Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO) indica que “La precipitación media anual de Panamá es la mayor del istmo centroamericano” encontrándose variaciones entre los 1,100 y los 5,500 mm, con una media anual de 2 928 mm cantidad de precipitación medida entre los años 1971 y 2002 [1]. Esta situación hidrológica hace del país el primero en Centroamérica en precipitación anual.

El abundante recurso causa inundaciones en temporada lluviosa a la vez que se presenta el fenómeno de la sequía y desertificación en temporada seca. La figura 1 muestra las áreas críticas en la República de Panamá en un mapa elaborado por el Ministerio de Ambiente en 2006 y tomado del Atlas de las Tierras Secas y Degradadas. Se estima que un 27 % del país corresponde a áreas críticas (con sequías y degradación) que ocupan una superficie total de 20,787.57 Km<sup>2</sup>. Estas áreas son el Arco Seco, la Sabana veraguense, la Comarca Ngabe Buglé y Cerro Punta en el corregimiento de Bugaba, en tierras altas de Chiriquí [2].

Este último punto es interesante ya que la degradación de esta región se debe a una agricultura intensiva y a la erosión de los terrenos por el tipo de técnica utilizada por los agricultores y no a la falta de lluvia.

A pesar de ser catalogadas como tierras secas y degradadas, se miden aquí índices de precipitación de hasta 1,500 mm al año mientras que países altamente tecnológicos como Israel cuentan con índices de precipitación de 50 mm y se han dedicado a aprovechar al máximo el escaso recurso del que disponen, crean huertos en el desierto y desalinizan el agua de mar utilizando tecnologías con energías renovables.



Figura 1. Mapa de tierras secas y degradadas. Fuente ANAM 2006, adaptado de [2].

En Panamá la llamada Ley de Aguas o Ley 35 del 22 de septiembre de 1966 regula el agua y expresa en su Artículo 2 que “Son bienes de dominio público del Estado, todas las aguas fluviales, lacustres, marítimas, subterráneas y atmosféricas...” [9].

Es decir, las aguas atmosféricas, tema de esta publicación, como la lluvia, la niebla, las nubes, el sereno y el rocío son propiedad del Estado, pero no están siendo reguladas por lo tanto su aprovechamiento es gratuito sin embargo su sobre explotación puede alterar el ciclo hidrológico natural.

## 2. Los sistemas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (SCALL) en las políticas de estado panameño

Las SCALL fueron incluidas oficialmente en las políticas del Estado panameño con la adopción por parte del Ministerio de Ambiente de un Proyecto del Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) en el año 2008. El objetivo primordial de este proyecto era mejorar, a través del acceso al agua, las condiciones de salud e higiene de los habitantes de diversas comunidades rurales. Con él se proponía la instalación de cisternas de bloque y cemento [6] de cosecha de agua lluvia para beneficio de escuelas primarias y abastecimiento de los comedores escolares, servicios sanitarios, actividades de limpieza y el mantenimiento de huertos escolares.

A la fecha existen 45 SCALL instaladas en comunidades rurales y lugares de difícil acceso con más de 1500 beneficiarios.

A medida que los efectos del Cambio Climático se hacen más notorios, el presupuesto de Ministerio de Ambiente ha ido incrementando. Según datos actuales se dedicaron: B/.85,000.00 a construcción de SCALL y para el año próximo se han solicitado B/.106,000.00. Aunque el enfoque del proyecto sigue siendo el mismo, las cisternas ya no serán de bloque y cemento, sino que se instalarán cisternas de plástico.

Se pueden mencionar como resultados tangibles de este proyecto: la publicación de manuales técnicos para construcción de las cisternas [3] y las capacitaciones técnicas que se ofrecen anualmente a técnicos de otros ministerios como el Ministerio de Agricultura (MIDA), el Ministerio de Educación (MEDUCA) y el Ministerio de Salud (MINSAL). Importante resaltar que las SCALL no solo aplican para agua de consumo humano sino también para el abastecimiento del consumo animal y para producción agrícola en momentos de sequía. En este sentido, se busca implementar estos sistemas a productores del Arco Seco no solo almacenando el agua de lluvia en cisternas sino represándola o captándola en reservorios abiertos. Muchas organizaciones sin fines de lucro también benefician a las poblaciones rurales con estas medidas, sobre todo en el Arco Seco y las comarcas, tratando de cubrir el suministro de agua segura para su consumo.

Las técnicas de cultivo en las tierras degradadas como Cerro Punta han ido paulatinamente evolucionando hacia cultivos hidropónicos y a un futuro no muy lejano, se vislumbran

aplicaciones de mayor ahorro energético, cultivando de manera vertical en invernaderos.

## 2.1 La transición entre el entorno rural y el entorno urbano

Existe una similitud interesante entre las medidas de captación y aprovechamiento de agua de lluvia utilizadas en el entorno rural y las medidas de retención y control que estamos hoy en día promoviendo en nuestras ciudades para mejorar su característica poco deseable de actuar como puntos de calor de superficies impermeables y contaminadas.

Según Hoban et al, (2006) el balance hidrológico natural está conformado por: precipitación, evapotranspiración, infiltración y escorrentía. En las ciudades la gran cantidad de superficies impermeables evita la infiltración y aumenta la escorrentía, la cual en su dinámica producirá inundaciones. La aglomeración de personas aumenta el volumen de aguas servidas y la mala calidad de la oferta redundando en la compra de aguas embotelladas y un aumento del agua virtual como se muestra en la figura 2. La respuesta a esta problemática urbana es la implementación de mejores prácticas de control (MPC) del agua lluvia intentando emular en lo posible el balance hidrológico natural [4].

En Panamá, únicamente el sector privado ha estado haciendo esfuerzos en mejorar el entorno urbano adoptando mejores prácticas de manejo del agua de escorrentía con medidas de control y retención como pueden ser los jardines de lluvia, techos y paredes verdes, pavimentos permeables y asfaltos porosos. Por otra parte, la Asociación Panameña de Ingenieros y Arquitectos (SPIA) está promoviendo la certificación otorgada por el *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED), una metodología para la construcción de edificios sostenibles y ambientalmente adecuados, siendo uno de los criterios de calificación, el uso eficiente del agua. La figura 3 muestra una gráfica publicada por el *Panama Green Building Council* [5], en ella se aprecian las 48 estructuras registradas y 10 certificadas, siendo los primeros en la región con este tipo de implementación sostenible. Algunos ejemplos son la Embajada Americana, el edificio Argos, así como también muchas entidades bancarias y edificaciones ubicadas en la Ciudad del Saber que se han propuesto, además de demostrar responsabilidad empresarial, mejorar el entorno urbano [6]–[8].

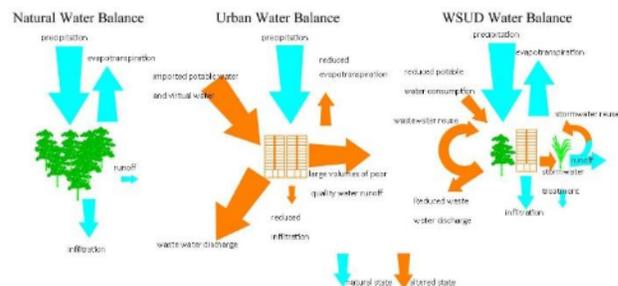


Figura 2. Balance hídrico natural y urbano. Fuente: Adaptado de Hoban, A., and Wong, T.H.F., (2006)[4].

No es extraño caminar por una avenida o visitar locales turísticos y encontrar paredes verdes instaladas para lograr una mejora del ambiente interno o la calidad del aire o ahorrar energía en la climatización utilizando para este propósito plantas especialistas lo cual consideramos como un buen indicador de la aceptación que pueden llegar a tener estas medidas en la ciudad de Panamá.

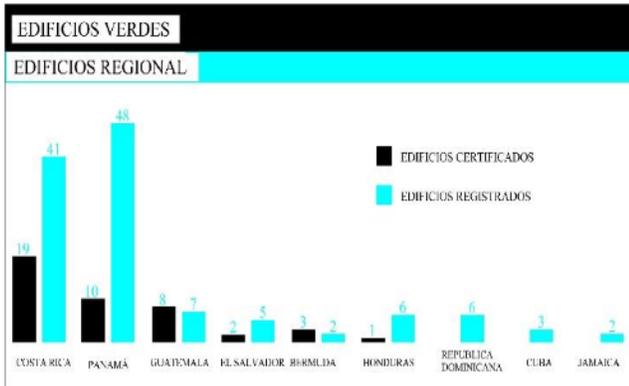


Figura 3. Edificios registrados y certificados en LEED. Fuente adaptada de Panamá Green Building Council.

## 2.2 El papel de la colaboración académica internacional

El principio número 7 de la Declaración de Río que indica que “Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la tierra” es el mejor instrumento para justificar las acciones de colaboración académica internacional y los Centros de Investigación en relación a la mitigación de los efectos del cambio climático. Este principio señala, además: a) El deber de la cooperación internacional de los países desarrollados para con los países en desarrollo o con economías en transición. b) El deber de informar, en caso de alguna situación relevante. Y c) La política del buen vecino.

Países como Estados Unidos dedican una buena parte de su presupuesto a proteger sus costas del aumento del nivel del mar, construyen diques y reservorios subterráneos para mantener agua de reserva, pero también aplican medidas para mantener un ciclo hidrológico en balance. Con más de veinte años de experiencia en medidas de retención e infiltración de agua de lluvia, la Universidad de Villanova en Filadelfia, estado de Pensilvania [9], [10], ha iniciado proyectos de cooperación con Ciudad del Saber convirtiéndola en un sitio de demostración de la efectividad de las medidas de control para agua de escorrentía. El parque automovilístico de Panamá se compone a la fecha de 1.2 millones de vehículos en circulación. Las consecuencias que esto trae para la calidad del aire y para la calidad de las aguas atmosféricas es un aspecto interesante a investigar. El Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotecnia (CIHH) ha elaborado un proyecto de colaboración internacional que está siendo sometido a evaluación en convocatorias nacionales. Con este proyecto se pretende medir la efectividad de estas medidas ingenieriles en nuestro entorno

tropical con un enfoque hacia la prevención del riesgo de inundaciones y a la mejora de la calidad del agua.

## 2.3 La situación de ambigüedad en un país con recursos hídricos en abundancia

En un mundo donde el clima tal y como lo conocíamos está cambiando, es necesario asegurar la disponibilidad del recurso en forma de agua potable y la sostenibilidad de un ciclo hidrológico. Panamá cuenta con una gran cantidad de agua, es el 5to país del mundo con mayor recurso hidrológico según las estadísticas del Banco Mundial [3]. Existen en el país 500 ríos, 350 en el Pacífico, y 150 en el Mar Caribe, 67 sistemas lacustres, insertados en 52 cuencas hidrográficas: 18 en la vertiente del Caribe y 34 en la vertiente del Pacífico.

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) [11] maneja 54 plantas potabilizadoras, en su mayoría con tomas en ríos y produce 437 millones de galones de agua potable por día. Esta cantidad de agua es suficiente para cubrir los requerimientos de 11,407,216 millones de personas, si trasladamos esta cifra al consumo de un panameño llegamos a la cifra de 365 litros diarios por persona [12].

Este escenario de aparente abundancia, está lejos de la realidad ya que el Organismo Operador produce el agua potable con pérdidas de casi un 50% por muchas y diferentes razones: la falta de una infraestructura adecuada, la falta de medidores calibrados, por rupturas en la red de distribución, mantenimiento ineficiente y un inexistente control de la calidad en la red de distribución. La figura 4 resume la situación en relación al agua de consumo en Panamá. Poco a poco, la población que cuenta con el recurso económico, migra hacia el uso de cisternas plásticas para asegurarse el suministro de agua. Sin embargo, estas cisternas continúan conectadas a la red y no aprovechan el agua lluvia. Los moradores de escasos recursos son suplidos por tanques cisternas del operador y almacenan agua en tanques de 55 galones y en botellas plásticas desechables. Ni las cisternas ni los tanques han sido evaluados y certificada su inocuidad. El material plástico muchas veces reutilizado, mezclado con pigmentos y aditivos va, por el uso continuo, descomponiéndose de manera imperceptible hasta convertirse en un posible peligro para la salud pública con un impacto socio económico no previsto a largo plazo.

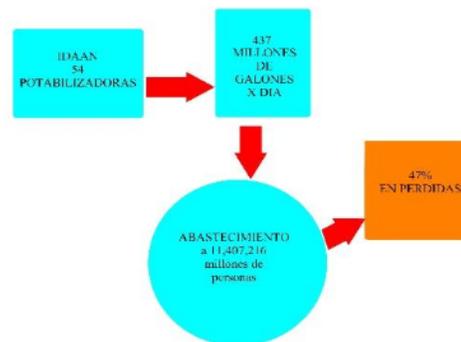


Figura 4. Producción de aguas potables y pérdidas del IDAAN.

## 2.4 El agua como bien público regional

El agua potable se produce a partir del agua cruda y es al mismo tiempo un recurso finito, sin embargo, es necesario actuar como región para mantener esta riqueza. De acuerdo a la definición del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) son bienes públicos regionales aquellos "Bienes, servicios o recursos que sean producidos y consumidos colectivamente por el sector público y, donde sea apropiado, por el sector privado sin fines de lucro..."[13]. El problema de la sequía es común a toda la región centroamericana al igual que el problema de la calidad del suministro de agua potable. Gracias a convocatorias como las del BID se puede buscar soluciones integrales a estos problemas agrupando "un mínimo de tres países miembros prestatarios del BID" para acceder al financiamiento.

## 3. Conclusiones y Recomendaciones

Las aguas atmosféricas no están reglamentadas aún en nuestro país. Por ahora el agua lluvia es un recurso gratuito y a la vez una molestia cuando se convierte en la causa de inundaciones. Los sistemas de captación de agua de lluvia están migrando de ser construcciones de cemento hacia otros materiales sin haber sido evaluados. Los polímeros plásticos se mezclan con aditivos, sustancias de bajo peso molecular que no se adhieren al polímero de forma estable. Consideramos por ello que el material de la cisterna plástica debe ser evaluado en cuanto a su seguridad alimentaria y la población debe ser consciente de que este tipo de almacenamiento requiere mantenimiento y de que se trata de materiales con una vida útil muy limitada.

Se observa que en el entorno urbano la mayoría de las iniciativas para emular un balance hídrico sostenible, provienen del sector privado. Es necesario promover la innovación tecnológica y la investigación aplicada desde la Academia en busca de mejores materiales para almacenamiento seguro del agua, crear sistemas filtrantes de bajo costo que puedan adaptarse fácilmente a la cisterna plástica pensando también en una alternativa para el entorno urbano y que se pueda captar agua de lluvia.

El Estado debe incentivar el uso de SCALL/MPC a través la creación de legislaciones verdes e incentivos para colecta de

agua de lluvia para diversos usos, por ejemplo, cambiando el esquema de tuberías y conexiones sanitarias para su uso en los baños domiciliarios.

Es necesario que el Estado incluya en sus estrategias y planes nacionales la implementación de SCALL/MPC para lograr mitigar los efectos del cambio climático.

Finalmente, el fortalecimiento de los Organismos Operadores del Agua, el mantenimiento de la red de distribución y la medición de la calidad en la red son imprescindibles para ofertar un servicio de calidad al cliente y esto es posible través de la promoción de redes regionales lideradas por la Academia para participación en convocatorias como la Convocatoria Anual del BID.

## Agradecimientos

La autora agradece a Daniel Nieto R. del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas, por el valioso apoyo técnico brindado en la adaptación de las figuras.

## Referencias

- [1] FAOWebsite[OnLine]  
[http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/americas/figures\\_ca\\_all\\_esp.pdf](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/americas/figures_ca_all_esp.pdf)
- [2] Miambiente, Atlas De Las Tierras Secas y Degradadas De Panamá. 2009
- [3] [http://www.academia.edu/293647/Manual\\_de\\_Construcci%C3%B3n\\_de\\_Reservorios\\_de\\_Agua\\_de\\_Lluvia](http://www.academia.edu/293647/Manual_de_Construcci%C3%B3n_de_Reservorios_de_Agua_de_Lluvia)
- [4] T. H. Hoban, A., and Wong, in WSUD resilience to Climate Change, 1st international Hydropolis Conference, 2006
- [5] Disponible en: <http://www.panamagbc.org/>, "Green Building Council"
- [6] Disponible en: <https://spanish.panama.usembassy.gov/serverdes.html>
- [7] Disponible en: <http://ciudadelsaber.org/es/sala-prensa/noticias/dormitorios-ciudad-saber-primer-edificio-leed-platinum-panama/1485>
- [8] Disponible en: <http://ciudadelsaber.org/es/sala-prensa/noticias/la-plaza-ciudad-delsaber-primer-edificio-cs-leed-gold-en-panama/1385>
- [9] Disponible en: <http://www.villanova.edu/villanova/engineering/research/centers/vcase/vusp1.html>
- [10] Disponible en: <http://www.villanova.edu/villanova/engineering/research/centers/vcase.html>
- [11] Disponible en: <https://www.idaan.gob.pa>
- [12] Disponible en: [http://impresaprensa.com/panorama/Fomenta-ahorroagua\\_0\\_4296320411](http://impresaprensa.com/panorama/Fomenta-ahorroagua_0_4296320411)
- [13] IADB Website: 2803.html, Disponible en: <http://www.iadb.org/es/temas/Integración-regional/que-son-los-bienes-publicos-regionales>