



FILTROS VERDES LATINOAMÉRICA

CUIDANDO EL AGUA DE UN CONTINENTE



Con el soporte financiero de



german
cooperation

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

KÄRCHER



GNF agradece además a las alcaldías de Puerto Parra (Colombia), León (Nicaragua), Pihuamo (México) y Canindeyú (Paraguay).

Contenido

EDITORIAL

5

INTRODUCCIÓN

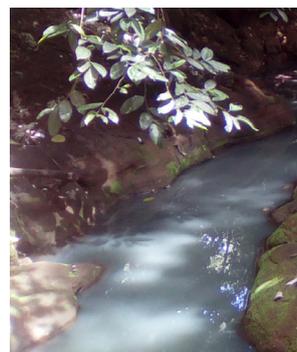
Las aguas residuales	7
El recorrido	8
Funcionamiento	10
Lago Chapala	12
Reserva Natural Isla Juan Venado	14
Río Magdalena	16
Reserva Natural del Bosque Mbaracayú	18

EL PROGRAMA

Descripción	21
Colombia	22
México	26
Nicaragua	30
Paraguay	34
Trabajo comunitario	38
Voces del programa	42
Un compromiso social y ambiental	45
Eventos	46
Sostenibilidad	49

EN EL MUNDO

España	53
Sudáfrica	55
Filipinas	57
Burundi	59



EDITORIAL



Udo Gattenlöhner
Director Ejecutivo
Global Nature Fund

La humanidad se enfrenta a los mayores desafíos sociales y ecológicos de su historia. Los tres problemas más importantes son el crecimiento exponencial de la población (la población mundial crece a un ritmo de 250 000 personas cada día), los amenazantes cambios climáticos causados por nuestros obsoletos sistemas de energía fósil (emitimos alrededor de 110 millones de toneladas de CO₂ a diario) y la dramática pérdida de biodiversidad (150 especies se extinguen cada día). Otros problemas ambientales también están aumentando, amenazando las necesidades básicas de millones

de personas. Incluso en países con suficientes precipitaciones, como Colombia o Paraguay, a menudo hay falta de agua potable segura.

Todos estos problemas son antropogénicos, es decir, causados por los seres humanos. Pero aún no estamos a merced de un futuro desolador sin posibilidad de reacción; la humanidad tiene una gran capacidad de desarrollar e implementar soluciones, en particular asociadas a problemas y desafíos ambientales que pueden resolverse técnicamente. Un ejemplo de soluciones innovadoras y sostenibles son los llamados filtros verdes que Global Nature Fund ha planeado y construido, junto con varios socios aliados, en América Latina. Estos filtros ofrecen soluciones rentables para el tratamiento de aguas residuales y, por lo tanto, no sólo benefician a la población, sino también protegen lagos sensibles, su flora y fauna, desde el Caribe hasta las tierras altas de los Andes.

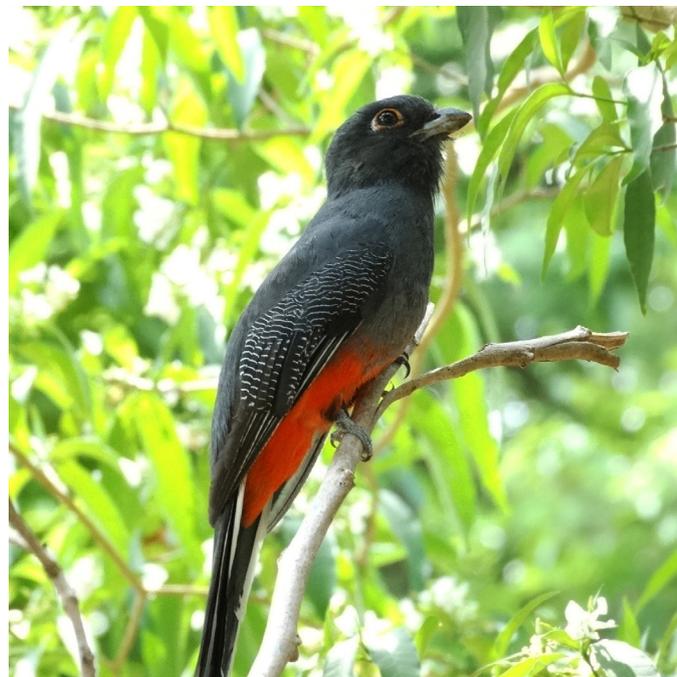
Los filtros verdes no tratan las aguas residuales únicamente, también crean nuevos humedales y hábitats casi naturales. Es alentador ver cómo especies amenazadas de aves o anfibios vuelven a habitar espacios en los que apenas eran avistados, tal como se puede observar en los filtros después de sólo unos meses de funcionamiento. La naturaleza se ayuda a sí misma, cuando se le proporciona espacio y se la deja en paz.

Quiero agradecer especialmente a los actores locales y a las comunidades en Colombia, Paraguay, Nicaragua y México que se han involucrado con gran compromiso en la implementación de esta tecnología natural. Estamos muy contentos de que cada vez más comunidades de Centro y Suramérica, pero también en otras regiones del mundo, muestren su interés en esta tecnología innovadora y tan eficiente. Por supuesto, agradecemos a nuestros colaboradores y financiadores del proyecto, sobre todo al Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y a las empresas Alfred Kärcher SE & Co. KG y Sika AG. Por último, pero no por ello menos importante, las organizaciones socias y aliadas de GNF que han implementado estas nuevas ideas con un gran compromiso personal.



INTRODUCCIÓN

En muchas ocasiones, los grandes retos ambientales necesitan de soluciones más sencillas de lo que podríamos imaginar. Los filtros verdes son un claro ejemplo de cómo una tecnología sencilla puede mejorar la calidad de vida de miles de personas y erradicar la contaminación por aguas residuales en cientos de cuerpos de agua en todo el mundo.



LAS AGUAS RESIDUALES

Por **Martha Isabel Mejía De Alba**, Ingeniera Química, MSc. en Ingeniería Ambiental - Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia · **Diana Carolina Callejas Moncaleano**, Ingeniera Ambiental, MSc. en Ingeniería Civil - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Colombia.

El acceso al agua es una cuestión de derechos, el agua es el líquido vital que influye en cada célula de cualquier ecosistema. Es por esto que resulta indispensable mantenerla en condiciones inmejorables, su contaminación causa enfermedades y deteriora ecosistemas.

El rápido aumento de la población en las últimas décadas y el incremento en las actividades de bienes y servicios han ocasionado que la presión sobre los cuerpos de agua sea cada vez mayor. Es necesario extraer un mayor volumen de agua de las fuentes naturales para cubrir las necesidades básicas de la población, y por ende aumenta también el volumen de aguas residuales. Este incremento de la población también ha traído consigo un cambio en los cada vez más numerosos contaminantes presentes en las aguas residuales no tratadas. Estos cambios se manifiestan de muchas maneras: afectan las características organolépticas del agua generando una percepción deficiente en los consumidores; disminuyen la disponibilidad de oxígeno en fuentes superficiales; y aumentan la concentración de sustancias tóxicas en aguas superficiales y subterráneas, generando problemas serios en la vida acuática y la salud humana.

En la mayoría de países desarrollados, las aguas residuales son tratadas, ejerciendo una menor presión sobre el medio ambiente; sin embargo, en países emergentes y en desarrollo, las aguas residuales no cuentan con el tratamiento apropiado o, en muchos casos, es inexistente. Estas aguas, dependiendo de si su origen es doméstico o no, fluyen cargadas de materia orgánica, microorganismos fecales y residuos de compuestos químicos usados en la industria y las actividades agrícolas y ganaderas. Esta situación tiene dos consecuencias principales.

La primera es la contaminación de las fuentes de agua superficiales y subterráneas. Considerando que muchas se encuentran interconectadas, dependiendo de las condiciones hidrológicas, hidráulicas y geoquímicas del lugar donde se sitúen, la contaminación en un punto puede transferirse a todo un ecosistema, generando una catástrofe a gran escala. Esto repercute al perturbar el ciclo del agua, alterando su disponibilidad en

términos de cantidad y calidad y generando así efectos negativos sobre los ecosistemas acuáticos como humedales, ciénagas y esteros, entre otros. El cambio abrupto que generan las aguas residuales no tratadas sobre estos ecosistemas impacta negativamente las condiciones naturales, afectando la biodiversidad que habita en ellos, y cuya capacidad de adaptación y amortiguación no pueden ajustarse a la misma velocidad ante cambios tan fuertes y rápidos.

La segunda consecuencia es el gran impacto en la población, quien también hace parte del ciclo hidrológico y depende directa o indirectamente de estos ecosistemas para su supervivencia. El agua es fundamental para el desarrollo sostenible, el desarrollo socioeconómico, la energía y la producción de alimentos de toda las comunidades, sean grandes o pequeñas. Según el programa de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento conjunto entre la OMS y la UNICEF, al menos 1800 millones de personas en todo el mundo beben agua que no está protegida contra la contaminación de las heces. Un número aún mayor bebe agua que se distribuye a través de sistemas vulnerables a la contaminación. Esta falta de medidas de saneamiento e higiene confirman lo expuesto en la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo: aproximadamente el 80% de todas las enfermedades son causadas por consumo de agua contaminada. Es por esto que el acceso al agua y al saneamiento seguros son elementos clave para la reducción de enfermedades y mejorar la salud, la educación y la productividad de las poblaciones.

Así pues, la reducción de efluentes contaminados y consumo excesivo de agua, a través de extracciones controladas; además de por supuesto un tratamiento eficaz, han de ser prioridades para la conservación y preservación de la gran cantidad de ecosistemas y cuerpos de agua que son fuente y recurso de vida.

EL RECORRIDO

Desde hace décadas, los filtros verdes dan un nuevo ciclo de utilidad a las aguas residuales y eliminan los excesos de contaminación en los cuerpos de agua receptores de múltiples regiones del mundo. Gracias al trabajo de profesionales de la Universidad Politécnica de Madrid, con apoyo de la Fundación Global Nature de España, la tecnología fue estructurada y optimizada para ser aplicada en diferentes escenarios. La red de Living Lakes ha contribuido a la difusión, transferencia y replicabilidad de esta tecnología en cuatro continentes.

Conferencia LL
St. Lucia
Sudáfrica

20
02

01 ESPAÑA



- 7 Filtros
- Fundación Global Nature
- Unión Europea

- Filtros
construidos
- Entidades
ejecutoras
- Entidades
financiadoras
- Ubicación

Conf. LL Conferencias
Living Lakes

P. FVL Encuentros Progra-
ma Filtros Verdes
Latinoamérica

Conferencia LL
The Broads
Reino Unido

20
03

Conferencia LL
Columbia Wetlands
Canadá

20
04

02 REPÚBLICA DOMINICANA



- 1 Filtro
- Fundación Global Nature
- Ayuntamiento de Madrid,
Fundación Biodiversidad,
Fundación Eroski, Cemex
Dominicana

03 ESPAÑA



- 5 Filtros
- AENA
Aeropuertos Españoles
y Navegación Aérea
-

04 REPÚBLICA DOMINICANA



- 2 Filtros
- Fundación Global Nature
- Ayuntamiento de Madrid,
Fundación Biodiversidad,
Fundación Eroski, Cemex
Dominicana

Conferencia LL
Laguna de Bay
Filipinas

20
05

Conferencia LL
Lago Poyang
China

20
06

05 SRI LANKA



- 2 Filtros
- Fundación Global Nature
- AECID (Agencia Española
de Cooperación para el
Desarrollo)

Conferencia LL
Lago Trasimeno
Italia

20
08

20
09

06 PARAGUAY



- 1 Filtro
- Fundación Global Nature
- AECID, Rapunzel, FMB, FGN

20
10

Conferencia LL
Lago Chapala
México

20
13

07 COLOMBIA



- 1 Filtro
- Fundación Humedales
- Kärcher, GNF

20
14

Conferencia LL
Lago Poyang
China

20
15

08

CAMPAÑA CLEAN WATER FOR THE WORLD



- MÉXICO
- 1 Filtro
- Instituto Corazón de la Tierra



- SUDÁFRICA
- 1 Filtro
- Wildlands Conservation Trust



- COLOMBIA
- 3 Filtros
- Fundación Humedales

20
16

Programa FVL
Kick-off meeting
Laguna Fúquene
Colombia

20
17

Programa FVL
Foro
Lago Chapala
México

20
18

Programa FVL
Conferencia final
Lago Chapala
México

20
19

Conferencia LL
Humedal L'Albufera
España



- FILIPINAS
- 2 Filtros
- Friends of Seven Lakes Foundation, Society for the Protection of Philippine Wetlands



- BURUNDI
- 1 Filtro
- Biraturaba
- Kärcher

09

PROGRAMA FILTROS VERDES LATINOAMERICA



- COLOMBIA
- 1 Filtro
- Fundación Humedales



- MÉXICO
- 2 Filtros
- Instituto Corazón de la Tierra



- NICARAGUA
- 1 Filtro
- Fundar



- PARAGUAY
- 3 Filtros
- Fundación Moisés Bertoni

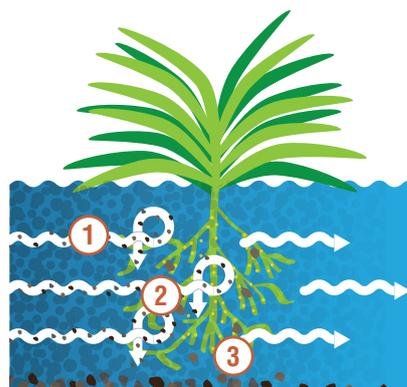
- BMZ, Kärcher

FUNCIONAMIENTO

Un filtro verde es una alternativa ecológica, sostenible y económica para el tratamiento de aguas residuales domésticas y provenientes de las actividades agropecuarias, que en su mayoría son vertidas en los cuerpos de agua sin tratamiento previo, causando enfermedades y el deterioro del agua a nivel mundial. Es una tecnología que puede ser fácilmente adaptada en comunidades con difícil conexión al sistema central de tratamiento o aquellas que quieran tener una gestión de sus aguas residuales más sostenible y autónoma.

En un filtro verde, el agua residual hace un recorrido por una serie de canales largos, angostos y poco profundos. En estos canales se siembran plantas acuáticas autóctonas llamadas macrófitas, que son las encargadas de limpiar el agua.

- 1 El agua entra en contacto con las raíces de las plantas y las bacterias que crecen en ellas.
- 2 Las bacterias convierten el material orgánico en nutrientes que son absorbidos por las plantas, haciéndolas crecer.
- 3 El material grueso y pesado choca con las raíces quedando atrapado, o cayendo en el fondo del canal donde se degrada.

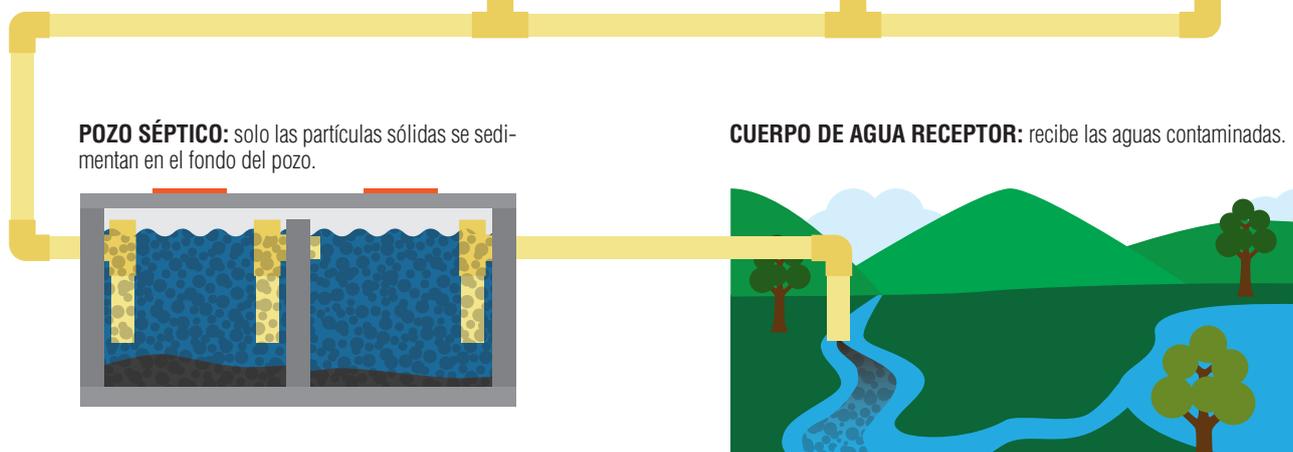


80% - 95% | material orgánico eliminado

60% - 70% | nutrientes eliminados

ANTES

PUEBLO: producción de aguas residuales, domésticas y provenientes de actividades agropecuarias.

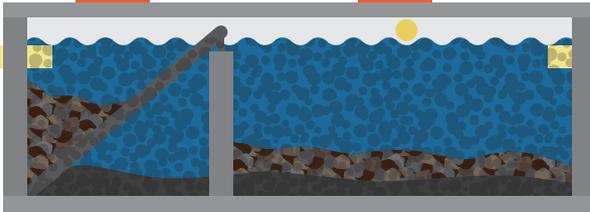


DESPUÉS

PUEBLO: producción de aguas residuales, domésticas y provenientes de actividades agropecuarias.



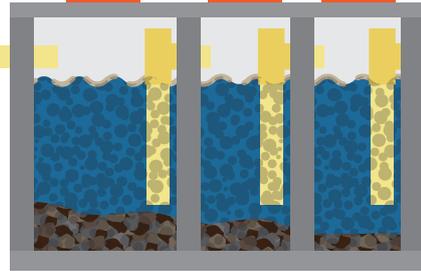
PRETRATAMIENTO: disminuye la velocidad del flujo que llega del alcantarillado y hace una primera limpieza.



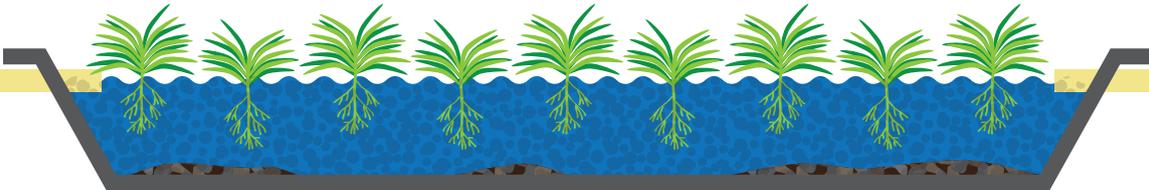
Cribado

Desarenador

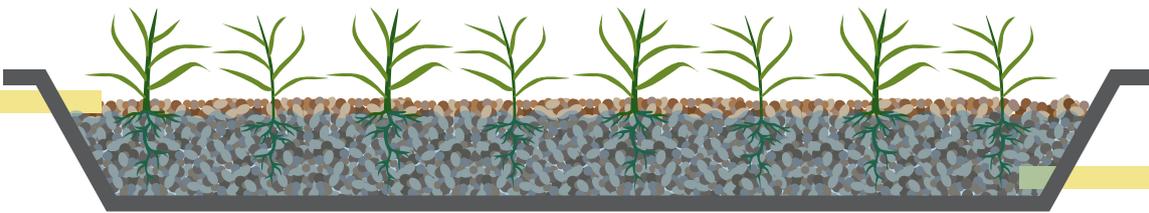
TRATAMIENTO PRIMARIO: retiene grasas y aceites, y continúa la sedimentación.



TRATAMIENTO SECUNDARIO: compuesto por varios canales largos, angostos y poco profundos. Los canales se llenan de las aguas residuales y en ellos se siembran plantas acuáticas. Según el lugar de construcción utilizamos dos configuraciones distintas:



- Humedal de flujo horizontal superficial.



- Humedal de flujo horizontal sub-superficial, recomendado para escuelas y zonas con temperaturas bajas.

CUERPO DE AGUA RECEPTOR: quebradas, ríos, lagunas o estructuras de almacenamiento.



CAJA DE INSPECCIÓN: revisión y toma de muestras.



Tanto el agua que sale de sus unidades como sus subproductos (cosecha de las plantas) pueden ser utilizados para iniciativas productivas, ofreciendo nuevas oportunidades para las comunidades.



Avifauna a orillas del lago Chapala.

LAGO CHAPALA

El lago Chapala es el lago natural más grande de México y el tercero en América Latina, con una superficie total de 1 119 km² y una capacidad de almacenamiento máximo de 7,9 millones m³. Es uno de los Lagos Antiguos (*Ancient Lakes*) más importantes del mundo, al tener casi 7 millones de años de vida. La mayor parte de los lagos del mundo se consideran “jóvenes”, pues tienen menos de 250 000 años.

En 2009, el lago fue declarado humedal Ramsar por la alta presencia de peces nativos (28 especies) y aves (307 especies entre acuáticas y terrestres), cuya población en temporada de invierno es

de alrededor de 50 000 ejemplares. Así mismo, es un importante regulador climático de la región y provee de agua al 60% de Guadalajara, la segunda ciudad más grande de México.

La cuenca de la que forma parte el lago es la cuenca Lerma-Chapala, cuya superficie es de 53 591,3 km² (un área mayor al territorio de Costa Rica). Este territorio se caracteriza por su diversidad de ecosistemas y variaciones de altitud y clima, así como por su variabilidad geográfica (montañas, planicies, cañadas y valles), lo que ha generado una rica biodiversidad y un conjunto de servicios ambientales tanto de soporte como de provisión, regulación y culturales. Por otra parte, en este territorio se ha generado un intenso proceso de apropiamiento de los recursos ecosistémicos al cambiar el uso forestal por el agrícola y pecuario, a través del establecimiento de zonas de producción agrícola, principalmente de riego. Además, en la cuenca se concentra el 12% de la industria y se genera alrededor del 13% del Producto Interno Bruto de México. Quince millones de personas habitan en esta región, además de diez millones más, ubicadas fuera de la cuenca (en la Ciudad de México y la Zona Metropolitana de Guadalajara), que utilizan su agua.

La problemática del lago y la cuenca puede resumirse en tres grandes temas: la deforestación, la presión sobre la disponibilidad de agua y la contaminación. La deforestación es provocada principalmente por el crecimiento de la actividad agrícola y el sobrepastoreo de vacas y cabras. Estas actividades agrícolas ocupan el 30% de la cuenca, realizándose tanto en áreas con irrigación (en los valles) como en áreas con temporal. Los cultivos incluyen granos (maíz, trigo y sorgo), frutos (fresas, arándanos y frambuesas) así como verduras, aunque de forma más limitada. Las zonas desmontadas sufren erosión por viento y lluvia que arrastran la tierra hasta arroyos, presas y al propio Lago Chapala, que enfrenta un azolvamiento acelerado por la entrada de

miles de toneladas de sedimentos cada año. Por otra parte, la extracción ilegal de madera, sin manejo silvícola, se calcula en un 50%.

La problemática del lago y la cuenca puede resumirse en tres grandes temas: la deforestación, la presión sobre la disponibilidad de agua y la contaminación.

Debido a la construcción de numerosas presas en las partes media y alta de la cuenca, el flujo natural de los ríos se ha reducido.

La cuenca Lerma-Chapala tiene un déficit anual de 677 km³. Esto quiere decir que se consume más agua de la que se recarga de la lluvia. Este faltante se compensa con la sobreexplotación de acuíferos subterráneos, condición que amenaza con detonar una fuerte crisis a mediano plazo. Esto se agudiza por la baja eficiencia en su uso: se calcula que hasta 70% del agua de riego se evapora y las pérdidas en las tuberías de distribución de agua potable en las ciudades ronda entre 30 y el 40%.

Además de todos los impactos mencionados, el lago recibe una amplia variedad de contaminantes de origen agrícola, forestal, pecuario y doméstico. Una parte permanece disuelta en el agua y el resto se acumula en los sedimentos. Esta acumulación crea riesgos críticos para las actividades productivas y de salud humana. Los contaminantes afectan las poblaciones de peces, aumentan la proliferación de enfermedades y de parásitos. Las principales fuentes de nitrógeno y fosfatos son los fertilizantes agrícolas, cuyo exceso es arrastrado a las aguas del lago, lo cual propicia la abundancia del lirio acuático en manchones que, en 1993, cubrieron 135 km² (13% de la superficie del lago). A partir del 2006 se han reportado “explosiones de algas” (*algae bloom*), un fenómeno que elimina de forma abrupta la disponibilidad de oxígeno en el agua. Otro aporte de contaminantes son las aguas negras, las cuales se redujeron fuertemente entre 1980 y el 2000, pero continúan sin desaparecer del todo.



Vistas del lago desde el malecón de Chapala.

RESERVA NATURAL ISLA JUAN VENADO

La Reserva Natural Isla Juan Venado, ubicada en la región noroccidental de Nicaragua, en el municipio de León, con una superficie de 2 927,85 hectáreas, fue declarada área protegida en el año 1983. Formando parte así del sistema nacional de Áreas Protegidas del país, y de los Corredores Biológicos de estuarios del Pacífico. Se localiza en una barrera arenosa paralela al litoral del Pacífico. Con una longitud de 22 kilómetros, desde la comunidad de Las Penitas hasta el límite con la comunidad de Salinas Grandes.



Paisaje de la isla.

Según la historia, debe su nombre a un antiguo poblador que cazaba ciervos en el bosque, para vender su carne en el mercado local. Actualmente, esta posibilidad ha desaparecido. Forma parte de un antiguo asentamiento de indígenas llamados Maribios o Sutiabas. La Reserva Natural es considerada el refugio de gran cantidad de especies amenazadas de fauna, entre las que sobresalen aves, mamíferos, reptiles, anfibios y fauna acuática. El bosque predominante en la isla es el manglar.

El Río Chiquito recorre todo el municipio nicaragüense de León, atravesando la Reserva Natural para drenar sus aguas en las costas pacíficas del país. Es importante mencionar que es parte de una red hídrica conformada por varios ríos y una red de esteros navegables durante la marea alta.

Su área de influencia forma parte de la cadena de corredores biológicos de estuarios costeros que bajan desde el Estero Real de Chinandega (norte de Nicaragua en la región del pacífico), hasta Puerto Sandino

y continúa por las costas del Lago Xolotlán hasta el sur. Esta ruta constituye la segunda ruta migratoria en magnitud después de la del Caribe del país, por la que circulan miles de aves.

Es una zona de una alta diversidad con 68 especies florísticas entre árboles, arbustos, hierbas, cactus y bejucos. Además existe una gran cantidad de fauna, entre las que sobresalen aves, mamíferos,

Sin embargo, y pese a la importancia ambiental y ecológica que representa la cuenca de este río por su localización y desembocadura al Pacífico, desde hace varios años la calidad de sus aguas se ha visto fuertemente afectada por la contaminación.

reptiles, anfibios, fauna acuática, insectos y arácnidos. Con un total de 77 especies de aves, 18 migratorias, 11 en el listado de CITES y 14 con regulación nacional; 8 especies de mamíferos, de los cuales se destacan 3 de murciélagos, muy comunes en el bosque tropical e importantes dispersores de semillas del bosque; y 10 especies de reptiles, entre los cuales el garrobo negro y la iguana verde son consumidas por los po-

bladores del área. Ambas especies se encuentran en vedas parciales por su aprovechamiento y ya que la iguana es también comercializada como mascota, necesiándose una regulación parcial.

Sin embargo, y pese a la importancia ambiental y ecológica que representa la cuenca de este río por su localización y desembocadura al Pacífico, desde hace varios años la calidad de sus aguas se ha visto

fuertemente afectada por la contaminación, en gran medida debido a aguas residuales domésticas no tratadas, vertidos tóxicos de tenerías y residuos sólidos que llegan hasta este cuerpo de agua. Esta situación afecta también a la población de León y de

los barrios aledaños al curso fluvial que sufren de los malos olores y los riesgos de enfermedades causados por aguas residuales inseguras. Gracias a sistemas como los filtros verdes y sobre todo a una mayor concienciación de las comunidades, estos ecosistemas tienen todavía la posibilidad de recuperarse volviendo a ser el hábitat perfecto para la gran cantidad de especies que en ellos habitan.



Iguana iguana.



Mangle de la isla.



Atardecer en el río Magdalena.

EL RÍO MAGDALENA

...el agua que une un país. Para la sociedad colombiana el río Magdalena es considerado como el principal sistema hídrico fluvial. Él orientó, aún antes de la colonización española, el poblamiento del país desde su boca en el mar Caribe hacia un centro montañoso y fértil, siendo la gran vía de transporte y de comercio que comunicó a Cartagena de Indias con las zonas andinas a través de dos ríos cuyas vertientes abarcan un cuarto del territorio continental nacional (257 000 km²): El Magdalena con 1 528 km de recorrido y su principal tributario el río Cauca con 1 350 km.

A 3685 metros de altitud, entre páramos y bosques de niebla, el Magdalena y el Cauca nacen en los Andes del sur de Colombia drenando dos valles interandinos que aportan sus aguas al mar Caribe. Esta amplia distribución espacial y altitudinal contiene multiplicidad de ecosistemas de la región Andina y Caribe con un variado y complejo mosaico de biomas, que se traducen en una gama de entornos que favoreció una gran riqueza de biodiversidad. Desde las sabanas del Caribe hasta los encumbrados Andes, habita una inmensa diversidad de fauna y flora, y para entenderlo a modo de ejemplo¹, en un solo sector, el Magdalena Medio, se han reportado la presencia de más de 150 especies de mamíferos, 630 de aves, 120 de reptiles, 50 de anfibios y 120 de peces y más de 4000 plantas. Muchas de ellas asociadas a ambientes acuáticos con más de 5.7 millones de hectáreas², que conforman multiplicidad de ciénagas, lagos, lagunas, cauces, embalses, cuerpos de agua artificiales y canales.

La cuenca del Magdalena es hogar para más del 80% de la población colombiana y es allí donde se localizan los mayores centros urbanos de Colombia. Además, la casi totalidad de la industria colombiana se ejerce en la cuenca y la ocupación del territorio actual se ha dirigido hacia el uso agropecuario actual en un 58% de su superficie³. El aromático y suave café colombiano se produce en sus laderas y una ganadería extensiva pasta en sus valles y sabanas. Sus prolíficas aguas ofrecen bienes y servicios de incalculable valor para millones de colombianos que se relacionan con sus ambientes acuáticos: por ejemplo,

Esta amplia distribución espacial y altitudinal contiene multiplicidad de ecosistemas de la región Andina y Caribe con un variado y complejo mosaico de biomas, que se traducen en una gama de entornos que favoreció una gran riqueza de biodiversidad.



Uno de los concurridos puertos del río Magdalena.



El río Magdalena, arteria de vida.

en ellas florece una actividad pesquera que proporciona riqueza y alimento a más de 50 000 familias de pescadores, junto con transporte, agua para consumo y riego, generación hidroeléctrica, turismo, y otros usos incluido el de la biodiversidad. También la minería ha

sido una actividad ancestral en la cuenca y la principal refinera de petróleo del país se encuentra en sus riberas, en el puerto de Barrancabermeja.

Como consecuencia natural, estas actividades generan presiones en espe-

cial sobre la calidad del agua y su deterioro es una de las principales consecuencias. Por ello, su remediación debe ser afrontada con tecnologías pertinentes y eficaces, adecuadas al nivel económico y tecnológico del país. Si observamos con perspicacia, no es casualidad que las plantas de tratamiento en los centros poblados son muy escasas y si las hay, en su operación son muy limitadas, lo cual plantea un reto para el país. Y es precisamente este reto el que debemos, no solo de ser capaces, sino audaces en resolverlo con tecnologías novedosas y eficaces para el tratamiento y purificación de sus aguas. Para bien de muchos, es de allí que surge la razón por la cual la Fundación Humedales con apoyo de todos sus socios contribuye con este propósito: agua limpia con tratamientos factibles y funcionales para el bienestar de la población vulnerable y para beneficio de los ambientes acuáticos estratégicos.

¹ WCS. Paisajes del Magdalena. [https:// Colombia.wcs.org/es-es/paisajes/andes/magdalena.aspx](https://Colombia.wcs.org/es-es/paisajes/andes/magdalena.aspx). 2019

² IAvH. Colombia anfibia. Un país de Humedales. Vol I. 2015

³ Restrepo y Restrepo. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. 2005

RESERVA NATURAL DEL BOSQUE MBARACAYÚ

Las 64 405,7 hectáreas de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú (RNBM), el área núcleo de la Reserva de Biosfera del Bosque Mbaracayú (RBM), se localizan al noreste de la región Oriental de Paraguay, en el Departamento de Canindeyú. Según la clasificación ecorregional propuesta por la Secretaría de Ambiente (SEAM) en el 2015, la RNBM se localiza en un área de transición entre las ecorregiones del Bosque Atlántico del Alto Paraná y del Cerrado.

Desde su creación en 1991, el entorno del Mbaracayú ha sufrido cambios de forma constante. Como área protegida, la RNBM no ha sido ajena a estas modificaciones en la configuración de los paisajes, la demografía y la actividad económica. La gestión de esta área ha demandado la integración de disciplinas más allá de las Ciencias Naturales. Para proteger de forma eficaz a Mbaracayú, se ha tenido que intervenir en el entorno de la Reserva. Temas fundamentales han sido: la investigación científica, la educación ambiental, las inversiones sociales y el desarrollo rural.

La Reserva Natural del Bosque Mbaracayú cuenta con una gran riqueza ecosistémica y una de las biodiversidades más altas de Paraguay. En lo que a cuerpos de agua se refiere, el principal cauce hídrico de la reserva es el río Jejui'mi, perteneciente a la cuenca del río Paraguay. Este río corre al oeste, reuniéndose con el río Jejuí Guazú a unos kilómetros al oeste de Villa Ygatimí, para formar el río Jejuí. Por esto, la totalidad de la RNBM se encuentra en la cuenca del Río Jejuí. Dentro de la RNBM y su área de influencia inmediata, el río Jejui'mi tiene como afluentes a los arroyos

Guazú, Opívo, Morotí, Guyra Kjha, Pypukú, y Bandera. El extremo noreste del área corresponde a la cuenca del arroyo Karapá, que fluye en dirección este y es tributario del río Paraná. Es la única porción de la RNBM perteneciente a la cuenca del Río Paraná.

Además de los ríos ya citados, dentro de la reserva se encuentran varias lagunas y saltos de agua que forman parte del paisaje y son grandes atractivos turísticos de la Reserva. En este punto, hay que resaltar la importancia de estos cuerpos de agua como elementos fundamentales para la conservación de

todos los recursos naturales dentro del área protegida, tanto para el bosque, como para sus habitantes, quienes dependen fuertemente del mismo.

Dentro de la Reserva Natural del Bosque Mbaracayú se han identificado 19 comunidades naturales, entre las que se incluyen bosques de altura y estructura variable, campos cerrados, esteros, lagunas, pastizales, cuevas, ríos y nacientes.

Estos ecosistemas presentan una gran diversidad de especies de animales y plantas, habiéndose registrado hasta el presente 1 018 es-



Río Jejui'mi, límite de la RNBM, toma aérea.



Lagunita, uno de las lagunas más visitadas dentro de la RNBM.



Surucúa (*Trogon surucua*), una de las especies del RNBM.

pecies de plantas, entre pteridófitas (helechos) y fanerógamas (plantas superiores), 89 especies de mamíferos, 409 especies de aves (62 especies endémicas del Bosque Atlántico del Alto Paraná - BAAPA), 22 especies de anfibios, 21 especies de reptiles, 166 especies de lepidópteros diurnos (mariposas diurnas), 52 de coleópteros (escarabajos) y 146 de himenópteros (avispas y abejas).

Existen dos especies con registro histórico bajo la categoría “en peligro”; seis especies bajo la categoría de “vulnerable”; y otras once que se encuentran bajo categoría de “casi amenazada”, siendo la más carismática el yaguararé, además de especies de gran relevancia social como el mboreví.

En comparación con otras áreas de similar tamaño en Paraguay, la RNBM es el sitio con mayor número de especies amenazadas (30) y representa un 50% del total de especies presentes en Paraguay.

Estas especies coexisten debido a las condiciones ideales que se presenta dentro de la RNBM, tanto por la densidad del bosque, como por las fuentes de agua y por las diferentes especies que mantienen el control biológico natural dentro de este hábitat.

En comparación con otras áreas de similar tamaño en Paraguay, la RNBM es el sitio con mayor número de especies amenazadas (30) y representa un 50% del total de especies presentes en Paraguay.

En cuanto a la infraestructura, los caminos y senderos internos se conservan en condiciones transitables gracias a las construcciones y trabajos de mantenimiento realizados en su mayoría por las comunidades y organizaciones no gubernamentales que trabajan en este territorio. Sin embargo, todos estos esfuerzos, tanto en la RNBM como en otros espacios de conservación, se ven fuertemente comprometidos si no se crea conciencia y

se diseña un plan de acción para el tratamiento de aguas residuales a nivel local y nacional, ya que los cuerpos de agua cumplen una función sumamente vital para la reserva. La contaminación de las fuentes de agua con nitrógeno y fósforo (provenientes de las actividades

humanas) causan la eutrofización de estos cuerpos de agua, afectando directamente a todas las especies (tanto de flora como de fauna).

Algunos de los efectos ya observados dentro de la RNBM han sido la proliferación de las libélulas, animales con cambios en su flora intestinal debido al consumo de las aguas contaminadas, y también el desplazamiento o desaparición de varias especies.



EL PROGRAMA

El éxito en el funcionamiento y la aceptación por parte de las comunidades y actores locales de cuatro filtros verdes implementados en Colombia llevó a varias organizaciones aliadas de la red de Living Lakes a unirse en el Programa Filtros Verdes Latinoamérica, y transferir esta experiencia a otras siete comunidades rurales.



DESCRIPCIÓN



El agua antes y después de salir del filtro verde.

Como solución ante esta situación, la comprobada y exitosa eficiencia de los filtros verdes como tecnología alternativa para el tratamiento de aguas residuales adaptada a la realidad rural en Colombia despertó el interés de varias organizaciones aliadas de la red Living Lakes en implementar estos sistemas. Con el objetivo común de proteger el recurso hídrico, los cuerpos de agua y, sobre todo, con el fin de mejorar la calidad de vida de miles de personas en Colombia, Nicaragua, Paraguay y México. En septiembre de 2016 inició el proyecto **Humedales Innovadores (Filtros Verdes) como medida rentable para mejorar el agua y las condiciones de vida de la población rural en cuatro países de América Latina** tras muchos meses de trabajo previo entre Global Nature Fund, Fundación Humedales, Fundar, Fundación Moisés Bertoni, Instituto Corazón de la Tierra y Fundación Cuenca Lerma Lago Chapala.

La iniciativa, financiada por el Ministerio Federal para la Cooperación y el Desarrollo Económico (BMZ) y las

La contaminación es una gran amenaza para los cuerpos de agua de América Latina y del resto del mundo. En casi todos los países en vía de desarrollo, una parte importante de las aguas residuales fluyen sin ser tratadas hacia ríos, lagos y lagunas. Esta situación amenaza el equilibrio ecológico de los ecosistemas acuáticos, además de ser un riesgo severo para las poblaciones. Las zonas rurales que dependen del uso del agua superficial son especialmente vulnerables, pues están expuestas a condiciones higiénico-sanitarias inadecuadas y potencialmente patológicas debido a la contaminación por aguas negras.

empresas alemanas y suizas Kärcher GmbH y Co. KG GmbH y Sika, ha contado con el apoyo de socios locales (alcaldías, empresas proveedoras de servicios públicos, universidades...) así como la implicación y participación de las comunidades en los cuatro países.

Las principales actividades y alcances fueron:

- Construcción de siete filtros, para el tratamiento de aguas residuales, basada en procesos naturales de degradación de contaminantes y sin el uso de maquinarias ni sustancias químicas.
- Capacitación técnica en filtros verdes y tratamiento de aguas residuales de una forma sostenible de 275 personas.
- Formación, educación y concienciación ambiental de casi 4 000 personas.
- Transferencia de conocimientos, creación de redes y fortalecimiento del marco político. La Fundación Humedales (Colombia) ha sido el coordinador técnico del proyecto, capacitando a los equipos de las demás organizaciones en el diseño, implementación y mantenimiento de

esta solución sostenible. Además, varias entidades gubernamentales se han interesado por esta tecnología, y se analiza su inclusión en planes de manejo.

- Conferencia Latinoamericana de Filtros Verdes.

Los principales resultados del Programa Filtros Verdes Latinoamérica han sido:

- Un consenso sobre la efectividad y la aceptación de los filtros verdes como solución para el tratamiento sostenible de aguas residuales domésticas y de actividades agropecuarias.
- Los sistemas de filtros verdes mejoran la calidad de vida de la población, la calidad del agua y ayudan a conservar la biodiversidad.
- Es fundamental establecer estructuras participativas a nivel de gobernanza.
- La gestión participativa, la educación ambiental y la capacitación de las comunidades en los proyectos son claves para la conservación.
- Las redes de alianzas son un elemento motor para la transferencia, replicabilidad, mejora y difusión de nuevas tecnologías.



Inauguración: Abril 2018
Tiempo de construcción: 10 meses

Ejecutor: Fundación Humedales
Tipo de filtro: Humedal de flujo horizontal superficial

COLOMBIA

Bocas del Carare es un lugar especial. Sin duda representa con claridad una de las regiones que sufrió con particular intensidad el conflicto armado en Colombia, la cuenca media del río Magdalena. Pertenece al municipio de Puerto Parra en el departamento de Santander.

Su población está compuesta por habitantes oriundos de diferentes zonas del país, que como muchos otros colombianos y colombianas dejaron sus lugares de nacimiento, despojados por la violencia, y emprendieron camino hacia rumbos más amables a través de los últimos sesenta años. Sin embargo, durante los años 80 este centro poblado recibió a incómodos visitantes, ambos frentes del conflicto armado, lo que ocasionó para finales de la misma década el éxodo de casi el 100% de sus habitantes. Los 90's trajeron vientos de cambio a Bocas del Carare, permitiendo el retorno de la mayoría de su población, de la cual un 40% fue declarada por el estado colombiano como víctimas directas del conflicto armado.

En la actualidad, este puerto fluvial habitado por pescadores y pescadoras artesanales, ve pasar las aguas del río Carare en el punto donde se unen al río Magdalena. Trabajan pescando, cultivando y como empleados o empleadas en las empresas palmicultoras que han encontrado en esta zona un sitio ideal para el cultivo y procesamiento de palma de aceite. Sus 379 habitantes se asientan en unas cuantas calles transitadas principalmente por



En la actualidad, este puerto fluvial habitado por pescadores y pescadoras artesanales, ve pasar las aguas del río Carare en el punto donde se unen al río Magdalena.

pequeños y pequeñas que asisten diariamente a una escuela primaria. Cuentan con un sistema de suministro que por bombeo transporta agua dulce, aunque no potable, desde un pozo superficial hasta un tanque elevado desde donde fluye a los hogares de la gente del Carare. Así mismo, un sistema de colección y transporte de aguas residuales conduce las aguas que antes de instalar el filtro verde eran tratadas parcialmente en un sistema séptico y vertidas con una muy pobre calidad al río Magdalena.

Durante los últimos cuatro años la gente del Carare ha sabido organizarse, estableciendo la Asociación de Pescadores de Bocas del Carare, la Asociación de Mujeres Emprendedoras de Bocas del Carare, y fortaleciendo la Junta de Acción Comunal. Estas organizaciones se han convertido en aliadas perfectas para impulsar proyectos de desarrollo sostenible que sirvan como ejemplo para otros asentamientos ribereños en el Magdalena. La Fundación Humedales colaboró

con las asociaciones y la Junta de Acción Comunal de Bocas del Carare, formando alianzas que han dado ya muchos frutos, uno de ellos el Filtro Verde de Bocas del Carare.



Los niños de Bocas del Carare.



La pesca, principal fuente de ingresos.

• En construcción



• El filtro verde



 Caudal entrada 1,5 L / seg.	 Canales: 14 Largo: 445 m Ancho: 3,5 m Profundidad: 0,8 m
	
Vegetación utilizada Macrófitas flotantes, jacinto de agua y lechuga de agua	

379 | beneficiarios

4,8 t / año | materia orgánica removida

El filtro fue diseñado y construido bajo estrictos criterios de sostenibilidad en implementación y operación. Siguiendo las experiencias previas en Colombia, fue planteada una construcción que hiciera uso casi exclusivo de mano de obra y materiales locales y que minimizara consumos energéticos, desperdicios, e impactos socioambientales negativos durante la ejecución de las actividades y la operación del sistema.

Así mismo fue instalado un sistema de generación fotovoltaica de energía para alimentar la bomba hidráulica que de manera automática transporta el agua residual parcialmente tratada desde el sistema séptico preexistente hasta el filtro verde instalado durante el proyecto.

No todo fue fácil. Debido a la influencia del río Magdalena, el suelo de Bocas del Carare presenta niveles freáticos casi superficiales y, por tanto, a pesar de que



Inauguración del Filtro Verde de Bocas del Carare.

las excavaciones para construcción del filtro son muy poco profundas, se encontró que el agua contenida en el suelo emergía en zonas bajas del predio y levantaba los materiales que impermeabilizan los canales. Para controlarlo se instaló una tubería adicional de drenaje

que transporta el exceso de agua freática de vuelta al río Magdalena.

Luego de 10 meses de intensa construcción y de enfrentar numerosos contratiempos climáticos, el filtro fue entregado a la comunidad de Bocas del Carare en abril de 2018 coincidiendo con el 20 aniversario de la red Lagos Vivos. La ceremonia contó con la presencia de miembros de la comunidad, el presidente de la Junta de Acción Comunal y de la Asociación de Pescadores, la presidenta de la Asociación de Mujeres, representantes de las autoridades locales del Municipio de Puerto Parra y miembros del concejo municipal. Así mismo participaron Kärcher Colombia y Global Nature Fund.

Por tratarse de una zona en extremo biodiversa, el filtro verde recibe visitantes con frecuencia. Cariblanco y Aulladores (primates) se balancean en las palmas de la parte baja del predio, mientras que cientos de pájaros pasan la noche en el guadual (pasto gigante) que se ubica en la parte alta del terreno. El agua fluye de entrada a salida transformándose y permitiendo la vida de insectos, peces y aves. Los canales sembrados principalmente con Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y lechuga de agua (*Pistia stratiotes*) atraen anfibios y reptiles que pueden verse desprevenidamente entre las hojas de las macrófitas.

A raíz de la inauguración y con ayuda de las asociaciones y la Junta de Acción Comunal, el filtro ha recibido visitas de dirigentes de diferentes alcaldías y gobernaciones y de medios de comunicación de alcance regional y nacional en varias ocasio-

“No es inusual encontrarse conversando con cualquiera de los Carareños y Carareñas, y que mencionen el filtro verde. Si tiene suerte le harán la invitación a conocer el sistema, y como expertos y expertas le describirán su funcionamiento con precisión profesional.”

Felipe Valderrama Escallón, coordinador gestión integral del agua Fundación Humedales.



Fauna vista en el filtro.

nes. Hoy en día es objeto de alianzas comunitarias con la población adulta joven, la cual se hará cargo de la operación y mantenimiento del filtro a cambio de implementar un proyecto productivo (producción y comercialización de huevos) en la zona más baja del predio.

Fundación Humedales



Organización sin ánimo de lucro y no gubernamental dedicada principalmente a la conservación y restauración de humedales en los Andes del Norte. Es la embajadora de la Laguna de Fúquene ante la Red Lagos Vivos, y siéndolo por 19 años, ha conseguido liderar procesos que a través de la dinamización y fortalecimiento de iniciativas y organizaciones comunitarias contribuyen a la ordenación y uso sostenible de los recursos naturales en Colombia. La Fundación Humedales estuvo a cargo del planteamiento y seguimiento técnico del Programa Filtros Verdes Latinoamérica y ha colaborado con el Global Nature Fund en iniciativas de transferencia tecnológica de este tipo en África, Oriente Medio y Centroamérica.

www.fundacionhumedales.org



Inauguración: Noviembre 2018
Tiempo de construcción: 4.5 meses

Ejecutor: Instituto Corazón de la Tierra
Tipo de filtro: Humedal de flujo horizontal superficial

MÉXICO

Como consecuencia de las grandes cantidades de contaminantes en los cuerpos de agua del estado de Jalisco, en los últimos años se han construido un número considerable de plantas de tratamiento de aguas residuales. En la actualidad el Estado cuenta con 217 plantas para tratar las aguas; de estas, 131 están en funcionamiento y sólo 81 operan dentro de la norma.

Esta situación, muy común sobre todo en territorios rurales, se debe principalmente a los elevados costos de operación, la falta de electricidad y la ausencia de personal capacitado para el correcto mantenimiento de las plantas. Este escenario ha llevado al Instituto Corazón de la Tierra a analizar diferentes alternativas para poner solución a la difícil situación que viven las y los habitantes de muchas de las comunidades rurales afectadas por el deficiente tratamiento de sus aguas residuales. Dentro de esos proyectos, desde el mes de septiembre del 2016 en cooperación con Global Nature Fund y con el apoyo del municipio de Pihuamo, se inició la implementación de un proyecto para la depuración de aguas residuales domésticas mediante una unidad de tratamiento por sistemas de filtros verdes, muy eficiente y de muy bajo coste de implementación y mantenimiento.

El proyecto se ha implementado en la comunidad de La Estrella. Es una pequeña comunidad del municipio de Pihuamo con unos 223 hogares. La mayor parte de la población se dedica a labores del campo y, cuando hay trabajo, se enlistan en las minas de hierro y otros minerales que se localizan al noreste del municipio o realizan labores de construcción. También practican la pesca, aunque de forma ocasional y para fines de autoconsumo, principalmente.

La Estrella ha tenido problemas de contaminación por aguas negras durante décadas, pues carecía de un sistema de tratamiento. El drenaje se vertía directamente a las afueras del pueblo, escurriendo de forma libre y fluyendo hasta alcanzar varios canales de riego y la presa de Los Patos, la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 3 millones de m³ de agua y representa una fuente del recurso hídrico



Socialización del filtro.

Este escenario ha llevado al Instituto Corazón de la Tierra a analizar diferentes alternativas para poner solución a la difícil situación que viven los habitantes muchas de las comunidades rurales afectadas por el deficiente tratamiento de sus aguas residuales.



Capacitación de la comunidad.

fundamental de los productores locales que la usan para el riego de caña de azúcar y para la pesca de autoconsumo. Esta situación llevó a la comunidad a realizar solicitudes constantes al gobierno municipal para ponerle solución a un problema que venía causando gran impacto negativo en la salud de la comunidad, con altas tasa de enfermedades gastrointestinales, sobre todo en niñas y niños, además del impacto ambiental.

El filtro verde se construyó a 400 metros de la localidad, en un terreno junto a la presa. Durante el proceso fue necesario emparejar el terreno con maquinaria, tomar medidas topográficas para determinar la localización de los componentes del sistema, hacer estudios de calidad de agua y de mecánica de suelos, diseñar las cajas de pretratamiento y tratamiento primario y los canales de tratamiento secundario. Asimismo, fue necesario proteger el terre-

• En construcción



• El filtro verde



 Caudal entrada 1,33 L / seg.	 Canales: 4 Largo: 351 m Ancho: 3,5 m Profundidad: 0,8 m
	
Vegetación utilizada Macrófitas flotantes, lirio acuático (<i>Eichornia crassipes</i>)	

400 | beneficiarios

3,65 t / año | materia orgánica removida

no contra posibles desbordamientos de la presa. Más de 18 personas de la comunidad trabajaron en las actividades de preparación del terreno; la construcción de los tanques de pretratamiento; la instalación de la geomembrana en los canales de tratamiento, la tubería y válvulas de control, así como de las cajas de inspección de entrada y salida del agua. Al finalizar la etapa de construcción, se capacitó a personal de la comunidad y del gobierno municipal para la correcta operación y mantenimiento del filtro verde.

Para involucrar a la población, se realizaron reuniones de presen-

tación preliminar del proyecto con grupos de hombres y mujeres, así como actividades de educación ambiental en la escuela primaria de la localidad, con gran éxito.

Una vez que el filtro entró en operación, se hizo una visita con un grupo de habitantes de La Estrella, que manifestaron su asombro al verificar el correcto funcionamiento del sistema, pues al principio les parecía difícil de creer que no fuera necesario usar máquinas ni productos químicos para tratar las aguas contaminadas. En noviembre de 2018, se llevó a cabo la inauguración del sistema de tratamiento,

con la participación de todas las organizaciones involucradas en la implementación del Programa Filtros Verdes Latinoamérica de Nicaragua, Paraguay, Colombia y México, así como de Global Nature Fund y la empresa Kärcher, una de las principales financiadoras. Al acto acudieron el presidente municipal, varios representantes de la alcaldía y pobladores, con quienes se hizo un recorrido por la zona.

Sin duda alguna, uno de los mayores logros derivados del proyecto ha sido su impacto en la gobernanza regional y nacional. Una vez finalizada la construcción del filtro de



Inauguración del Filtro Verde de La Estrella.



Plantas ornamentales, proyecto productivo derivado del filtro verde.

La Estrella y tras comprobar su buen funcionamiento y el bienestar aportado a toda la comunidad, los diputados y las diputadas del Congreso del Estado de Jalisco realizaron una petición oficial para aprobar un Acuerdo Legislativo por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial donde se incluyan en los presupuestos anuales la implementación de filtros verdes y/o humedales en los municipios y las localidades del estado de Jalisco como tratamiento de las aguas residuales domésticas.

El filtro ha generado un impacto muy positivo en el municipio, lo que ha permitido impulsar la implementa-

El filtro ha generado un impacto muy positivo en el municipio, lo que ha permitido impulsar la implementación de otro filtro para dar tratamiento a las aguas negras producidas en Pihuamo.

ción de otro filtro para dar tratamiento a las aguas negras producidas en Pihuamo, la cabecera municipal con más de 700 habitantes. Actualmente, esta segunda unidad de tratamiento está en construcción y entrará en funcionamiento a mediados de mayo de 2019. Además, otros tres municipios vecinos han manifestado su interés en contar con este sistema de tratamiento.

El proyecto y el gran interés por parte de otras comunidades para

la transferencia de esta tecnología, ha llevado a la interacción y colaboración con otros actores regionales y nacionales involucrados en la protección del medio ambiente y desarrollo sustentable de la cuenca del lago de Chapala. Como por ejemplo con la Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del lago de Chapala (AIPROMADES), con quien se está trabajando en la preselección de comunidades para replicar el sistema de los filtros.

Instituto Corazón de la Tierra



El Instituto Corazón de la Tierra es un instituto sin ánimo de lucro que trabaja en la recuperación de ríos y lagos de México. Su objetivo es colaborar en la conservación del ambiente mediante el desarrollo de proyectos y tecnologías ecológicas, a través del fortalecimiento de las capacidades de los pobladores rurales y urbanos para resolver los problemas ambientales locales y los problemas derivados del manejo integral de las cuencas de las que forman parte. Esto incluye cinco grandes áreas: participación (fortalecimiento de grupos locales y de mecanismos de colaboración entre usuarios del territorio); manejo de ecosistemas (restauración y conservación de ecosistemas, mejores prácticas agrícolas y ganaderas); tecnologías amigables con el ambiente (para limpieza de agua, reducir la presión sobre los bosques y aumentar la eficiencia energética); investigación; y educación ambiental. El espacio de actuación prioritaria del instituto es el lago Chapala y su cuenca.

www.corazondelatierra.org.mx



Terminación: Enero 2018
Tiempo de construcción: 12 meses

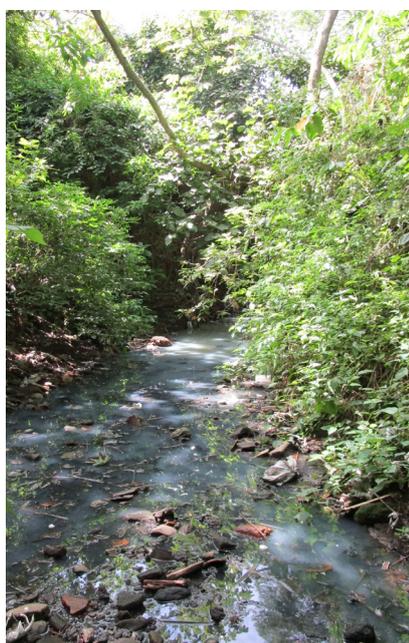
Ejecutor: Fundar
Tipo de filtro: Humedal de flujo horizontal superficial

NICARAGUA

En el barrio Héroes y Mártires de Zaragoza, ubicado en el municipio de León, al occidente de Nicaragua, viven alrededor de 400 personas. Las actividades económicas de sus habitantes son diversas, dependiendo principalmente del empleo generado por las maquilas, las actividades asociadas a las universidades, negocios locales y la producción de soya, maní, ajonjolí y caña de azúcar. En el año 2006, la Basílica de la Catedral de León fue declarada Patrimonio Cultural de la Humanidad, posicionando a la ciudad como lugar de movimiento constante de turistas nacionales e internacionales que ha beneficiado a muchos barrios del municipio.

En el caso del barrio Héroes y Mártires de Zaragoza, las condiciones de vida de sus habitantes han sido siempre duras debido, entre otros factores, a la falta de infraestructura y, en ocasiones, a la escasez de recursos por parte de la administración. La comunidad contaba con un sistema de tratamiento de aguas residuales convencional muy costoso de mantener y que nunca funcionó correctamente. Un área del barrio se había convertido en un vertedero, ya que no existía infraestructura para la gestión de residuos sólidos. Las aguas residuales fluían directamente al caudal del río arrastrando, por escorrentía, los lixiviados de las basuras. Esta situación ha venido afectando a las y los habitantes del barrio y ha dañado sustancialmente la calidad de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas de la cuenca del río Chiquito. Como medida para solucionar esta problemática, Fundar con la cola-

- Gobierno Municipal de León, que ha apoyado el desarrollo del proyecto desde un inicio, incluso siendo una tecnología completamente nueva para la entidad y con el cual se llevaron a cabo capacitaciones técnicas para su futura adopción en otras comunidades.
- Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), con quien se coordinaron acciones en todo momento sobre el manejo del sistema de tratamiento y quien ha asumido la responsabilidad del mantenimiento y seguimiento de la infraestructura con el apoyo directo de la comunidad.
- Ministerio de Educación (MINED) ha sido clave en este proceso, interviniendo en la coordinación de las actividades de sensibilización y educación ambiental, incluyéndolas dentro de su currículo.
- Alcaldía de León y ONG BORDAS con quienes se han coordinado actividades para el uso del subproducto



Arroyo contaminado de aguas residuales.



Jornada de limpieza del vertedero improvisado.

boración de Global Nature Fund, ha desarrollado un proyecto novedoso en Nicaragua para el tratamiento de las aguas residuales de manera biológica, mediante la construcción de filtros verdes.

Además de los claros beneficios a nivel ambiental y paisajístico, la zona de implementación ha pasado de ser un vertedero a una especie de jardín urbano; la repercusión a nivel comunitario y la creación de alianzas y cooperación con actores locales es remarcable.

Se han entablado colaboraciones y planes de acción concretos con entidades locales y nacionales como:

La comunidad contaba con un sistema de tratamiento de aguas residuales convencional muy costoso de mantener y que nunca funcionó correctamente.

del sistema de tratamiento (principalmente la materia orgánica que se recolecta de los canales) como abono y humus.

- Frenuskreis-Hamburg como parte de la historia de los filtros convencionales de la ciudad de León, con quien se está trabajando para replicar esta experiencia en nuevos

proyectos en la municipalidad.

- Además, se triangularon acciones con otras iniciativas a nivel local para el saneamiento del río Chiquito, coordinándose actividades en el marco del proyecto que refuercen aquellas promovidas por entes gubernamentales, como por ejemplo: varias jornadas de limpieza junto con Ministerio de Salud (MINSa).

Este proyecto aprovechó la infraestructura del sistema previo, el cual se adecuó para ser parte del pretratamiento y tratamiento primario de las aguas residuales antes de que éstas fluyan a lo largo de los tres canales donde completan su depuración. Las obras comprendieron además, la excavación e impermeabilización de los canales, el refuerzo de los taludes (ya que el filtro se encuentra pendiente abajo del barrio) y la siembra con macrófitas autóctonas.

Finalmente, el filtro fue concluido en enero de 2018, funcionando a pleno rendimiento y superando los parámetros de calidad de agua establecidos por la ley nicaragüense. Debido a la situación económica que atraviesa el país desde el 2018, la inauguración oficial se ha tenido que retrasar, estando todavía a la espera de una fecha definitiva, si bien Fundar junto con la co-



Sistema previo de tratamiento de aguas residuales.

• **Adecuación y construcción**



• **El filtro verde**



 Caudal entrada 2,5 L / seg.	 Canales: 5 Largo: 743 m Ancho: 3,5 m Profundidad: 0,8 m
	
Vegetación utilizada Macrófitas flotantes, lirio acuático (<i>Eichhornia crassipes</i>)	

390 | beneficiarios

9,96 t / año | materia orgánica removida

munidad ha realizado varios eventos de visibilización del filtro verde.

La repercusión a nivel comunitario ha sido muy fuerte y ha generado un gran cambio en la calidad de vida de las personas del barrio. Los líderes y lideresas comunitarias de Héroes y Mártires de Zaragoza trabajaban desde hacía tiempo en la búsqueda de alternativas para los graves problemas de contaminación por el mal funcionamiento del sistema de tratamiento previo al filtro, asistiendo a varios cabildos municipales sin conseguir que nadie se responsabilizara. La iniciativa del filtro verde ha generado un sentimiento de alivio y disposición de la comunidad, se sienten tenidas y tenidos en cuenta, ya no hay malos olores ni el agua sucia recorre sus calles. Estos cambios han hecho que se empoderen y responsabilicen de la sostenibilidad del filtro, de la higiene y saneamiento de la comunidad en el tiempo.

También, y gracias al fortalecimiento y al trabajo comunitario, los niveles de seguridad han aumentado, se han conseguido clausurar 14 puntos de acopio de estupe-

facientes y la situación de convivencia en el barrio es mucho más agradable que cuando inició el proyecto.

Por último, uno de los grandes problemas en el sector era la inexistente recolecta de basura. El camión municipal no llegaba hasta el barrio y tenían que trasladar la basura a otro sector o directamente la tiraban a un área que se había convertido en un vertedero improvisado. A través del proyecto, se solucionó el acceso del camión y gracias a la participación ciudadana se consiguió el compromiso por parte de la alcaldía de un calendario de recogidas.

Así pues, hay que destacar cómo el proyecto ha traído consigo un robustecimiento de las y los habitantes del barrio como comunidad, generando un mayor sentido de pertenencia y compromiso, dándoles las herramientas para ser un organismo de acción real, generador de cambios.



Tras muchos meses de trabajo... llegó el camión de la basura.



Evento de Educación Ambiental en la Casa de la Cultura.

Fundar



Fundar, es una organización no gubernamental fundada en 1998 en Nicaragua, con un grupo de profesionales de diferentes disciplinas. Su objetivo es apoyar y promover acciones sociales y ambientales, que contribuyan al fortalecimiento de una gestión local en términos de equidad social y económica en armonía con el ambiente y el uso adecuado de sus recursos naturales. Fundar interviene en alianzas y en coordinaciones territoriales con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, el Ministerio de Educación, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua y organizaciones afines a sus objetivos, visión y misión.

www.fundar.org.ni



Inauguración: Noviembre 2017 y Abril 2018
Tiempo de construcción: 12 meses

Ejecutor: Fundación Moisés Bertoni
Tipo de filtro: Humedal de flujo horizontal sub-superficial

PARAGUAY

Paraguay tiene una enorme disponibilidad de agua dulce, proveniente del buen régimen de lluvias, de la importante red de ríos y arroyos (agua superficial) y de uno de los mayores acuíferos a nivel mundial (Acuífero Guaraní). Sin embargo, alrededor del 40% de la población paraguaya aún tiene problemas de acceso al agua segura, pues no cuenta con ningún sistema en red que provea constantemente agua tratada y adecuada para el consumo humano.

Esta inaceptable situación viene movilizando a diversos actores para encontrar soluciones pertinentes y definitivas al problema de acceso seguro al agua. Entre ellos, la Fundación Moisés Bertoni (FMB) que considera que esta problemática tiene fuertes implicaciones ambientales, sociales y económicas, por lo cual su solución es básica y esencial

para un modelo de desarrollo sostenible como sociedad. Ante esta situación, la FMB trabaja en diferentes iniciativas para dar solución al gran desafío que representa una gestión sostenible y segura del recurso hídrico. Dentro de esos proyectos, desde el mes de septiembre del 2016, en cooperación con Global Nature Fund, se inició la implementación de un proyecto

para la depuración de aguas residuales domésticas, uniendo fuerzas para mejorar la calidad de vida de tres comunidades ubicadas dentro del área de amortiguamiento de la Reserva Natural del Bosque de Mbaracayú (RNMB).

En el marco de este proyecto, la FMB ha construido tres sistemas de filtros verdes y tres baterías de

baños asociados y reparado otros dos baterías de baños en tres escuelas de tres comunidades del distrito de Villa Ygatimí, en el departamento de Canindeyú. Dichas infraestructuras fueron acompañadas de un seguimiento constante y capacitaciones para la población beneficiaria.

Las escuelas beneficiadas con este proyecto han sido tres escuelas rurales, la Escuela Graduada de Colonia Nueva Alianza, la Escuela Graduada de Colonia La Morena y la Escuela Básica Mboi Jagua. Estas escuelas se encuentran en tres comunidades con orígenes y dinámicas diferentes. La comunidad de Nueva Alianza es un asentamiento rural del distrito de Villa Ygatimí, ubicado a 8 km de la primera vía de acceso asfaltada y a 18 km de la ciudad de Villa Ygatimí. Esta comunidad fue fundada en 1995 y actualmente cuenta con 150 familias, en las cuales la mayor parte son jóvenes. La comunidad de La Morena es una colonia próxima a la comunidad de Nueva Alianza, también dentro del distrito de Villa Ygatimí. Fue fundada en 1988 por 50 familias. Mboi Jagua es una comunidad indígena ubicada a 17 km de la ciudad de Villa Ygatimí y a 5 km de la Reserva Biosfera del Bosque Mbaracayú, fundada en el año 1968 y actualmente es habitada por 246 familias de la parcialidad “Ava Guarani”. Esta comunidad en particular posee caminos que comunican con la reserva. Los habitantes del lugar,



Antes del proyecto filtros verdes, estas comunidades no contaban con tratamiento para aguas residuales; incluso desconocían la importancia de este proceso.

especialmente los abuelos, siguen manteniendo su cultura, su idioma, el canto, el baile y su religión realizando actividades culturales con los jóvenes para inculcarles sus raíces y orígenes, perpetuando así la parcialidad de los “Ava Guarani”, que se ha visto muy afectada por el desarrollo nada sostenible de toda la región y que no ha tenido en cuenta la realidad del territorio y de su cultura.

Las tres comunidades se dedican principalmente a la agricultura y la ganadería. Además, al estar bordeadas por el río Jejui Guazú, arroyos y riachuelos, las familias aprovechan para pescar, siendo estas actividades la base de la economía de las familias, conjuntamente con el procesamiento de materia prima para la elaboración de almidón de mandioca. Al igual que en muchas comunidades rurales, en Nueva Alianza, La Morena y Mboi Jagua hay un gran desplazamiento por motivos laborales de los jóvenes hacia las ciudades.

El desarrollo de las infraestructuras en las tres comunidades es muy precario. Además de las escuelas, ninguna de las tres cuenta con cobertura de servicios públicos, puesto de salud, gestión y manejo de aguas o recolección de residuos sólidos. Antes del proyecto filtros verdes, estas comunidades no contaban con tratamiento para aguas residuales; incluso desconocían la importancia de este proceso, tanto así que la mayor parte de estas comunidades cuenta con letrinas en sus casas e instituciones.

El proceso de construcción del filtro contó con la intervención y el apoyo de varios actores. Al tratarse de un proyecto en escuelas, el proyecto tuvo que ser autorizado inicialmente por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC). En junio de 2017, las obras comenzaron en las escuelas de La Morena y de Nueva Alianza,



Escuela Graduada La Morena.



Escuela Graduada Nueva Alianza.



Escuela Básica Mboi Jagua.

LA MORENA

NUEVA ALIANZA

MBOI JAGUA

• Construcción y reparación baños



• Construcción filtro verde



Canal: 1

Largo: 9 m

Ancho: 3,5 m

Profundidad: 0,9 m



Canal: 1

Largo: 12 m

Ancho: 4,5 m

Profundidad: 0,9 m



Canal: 1

Largo: 10,5 m

Ancho: 5 m

Profundidad: 0,9 m

500 | alumnos y profesores en total

en Mboi Jagua las obras iniciaron durante el mes de septiembre del mismo año. El proceso fue el mismo en las tres comunidades: se realizaron las excavaciones para los canales de tratamiento y se construyeron y rehabilitaron los baños sanitarios, conectándolos al nuevo sistema de desagüe y tratamiento.

Para disminuir los riesgos de accidentes, el diseño técnico de los tres filtros fue una configuración de tipo sub-superficial. Es decir, un canal no muy profundo, relleno de material rocoso (grava de pequeño diámetro) por el que circulan las aguas residuales y sobre el que se plan-

tan especies nativas adaptadas a aguas con mucha carga de materia orgánica. En este caso, y para que el alumnado se apropiara de estos sistemas, la siembra se llevó a cabo durante los periodos lectivos, para garantizar el cuidado diario, ya que en ocasiones, sobre todo en las primeras semanas del crecimiento de las plantas, la cantidad de agua que recibían los filtros no era suficiente.

En el caso específico de Mboi Jagua, la escuela no contaba con agua en las instalaciones, así que se le dotó de un tanque de agua de 1000 litros de capacidad. Para que de esta manera la escuela pudiera

contar con agua corriente en los baños nuevos y en los existentes, los cuales no se utilizaban por la falta de agua.

Las etapas de construcción fueron programadas con la comunidad de forma participativa y, muchas veces mediante votación, sobre todo con la comunidad escolar. Hay que tener en cuenta que en varios momentos del año las obras se vieron comprometidas y retrasadas debido a las inclemencias del tiempo, la dificultad del acceso hasta las instituciones en días lluviosos y, aún más, por la falta de mano de obra calificada.



Inauguración del Filtro Verde de Mboi Jagua.

Los filtros verdes y los nuevos sanitarios fueron inaugurados los días 23 y 24 de noviembre de 2017 en la escuela de La Morena y Nueva Alianza, mientras que el 18 de abril de 2018 se inauguraron en la escuela de Mboi Jagua. Para este evento se contó con el acompañamiento del intendente de Villa Ygatimí, el presidente de la Junta Municipal, la coordinadora regional del proyecto de GNF y el coordinador técnico de la Fundación Humedales, además de directores, supervisores y alumnas y alumnos de la comunidad escolar. Durante las inauguraciones, se entregaron a las escuelas todos los materiales necesarios para el mantenimiento de los filtros, se realizó un recorrido por las instalaciones y se explicaron todas las partes del sistema.

La difusión del proyecto ha sido de un gran alcance. Para lograr esto, la FMB invitó a los talleres y capacitaciones sobre los filtros verdes y la gestión de aguas residuales a docentes de otras comunidades en varias ocasiones. Unos meses antes de finalizar el 2018, varias instituciones educativas se interesaron en el proyecto y su replicabilidad. El diseño del proyecto “Filtros verdes II” está en proceso, haciendo una realidad la transferencia, además se están identificando posibles fuentes de financiamiento. Cinco nuevas escuelas del distrito de Villa Ygatimí (entre ellas Chupapou, una comunidad indígena) están incluidas. Junto con la FMB, están en proceso de aprobación convenios con la Municipalidad de Villa Ygatimí, por medio de los cuales se comprometen a gestionar los recursos para la ejecución del proyecto en al menos dos escuelas, mientras que la fundación se hará cargo del diseño del proyecto y la gestión de recursos para la implementación en otras tres.

Además, se ha observado un cambio positivo en el comportamiento de los alumnos, quienes comienzan a aplicar los conocimientos adquiridos en los diferentes talleres. El impacto ha sido tal que han comenzado a implementar una iniciativa para reciclar materiales

que anteriormente eran quemados (plásticos, envases de tetrapark, etc.), creando pequeños puntos de acopio y beneficiando a la comunidad en general, pues se están gestionando residuos que tenían un impacto ambiental muy alto.

Por otro lado, gracias a los excelentes resultados demostrados por el Programa Filtros Verdes Latinoamérica en el la Conferencia Final del Programa, llevada a cabo en México en noviembre del 2018 —a la cual asistió el director general de administración del Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), institución encargada de la infraestructura sanitaria en comunidades menores a 10 000 habitantes—, surgió el interés de construir un sistema de alcantarillado con filtro verde como sistema de tratamiento sanitario por parte de dicha institución. El proceso ya inició y está en la fase de identificación de una comunidad rural menor a 1000 habitantes que podría beneficiarse, dentro del área identificada como “Zona de alto riesgo de contaminación de aguas subterráneas” en los estudios realizados por la fundación. Una vez seleccionada la comunidad, se trabajará en el diseño del proyecto y la identificación de posibles fuentes de financiamiento, gestionados tanto por el SENASA como por la FMB.

Fundación Moisés Bertoni



La Fundación Moisés Bertoni es una asociación privada sin ánimo de lucro que le apuesta al desarrollo sostenible, entendido como el proceso de creación de valor ambiental, social y económico. El objetivo es mejorar la calidad de vida de las personas a través de la preservación de la biodiversidad, la conservación del ambiente y la promoción del desarrollo sostenible para beneficio de las generaciones presentes y futuras. Para lograr estas metas, trabajamos bajo un modelo de desarrollo equilibrado, equitativo e inclusivo, integrando múltiples elementos y dimensiones. Por ello, se busca un acercamiento integral basado en la gente que habita el territorio, convirtiéndose en articuladores y ejecutores de diversas iniciativas con el sector público, el privado y la sociedad civil para la búsqueda de soluciones y planteamientos innovadores a los complejos problemas socioambientales que enfrentan como sociedad.

www.mbertoni.org.py

TRABAJO COMUNITARIO

Cualquier proyecto comunitario necesita de la implicación de sus habitantes y de los actores locales para tener un éxito rotundo. Este Programa de Filtros Verdes Latinoamérica ha sido el claro ejemplo de un proyecto de cooperación internacional hecho para y, sobre todo, con las comunidades locales. La participación ciudadana en la implementación de las actividades, pero particularmente en la toma de decisiones, es clave para un desarrollo real y sostenible del espacio rural.

Es por ello que la primera tarea a la hora de viabilizar un proyecto es identificar a los actores que tengan algún tipo de influencia sobre el resultado del proyecto. Hecho esto, se diseña un plan de aproximación para dar a conocer las particularidades de la iniciativa y buscar un consenso generalizado que se traduzca en la aprobación comunitaria unánime del proyecto. Una vez alcanzados esos acuerdos con la comunidad y sus autoridades, se buscan canales

y espacios para informar sobre el estado de avance del proyecto, establecer grupos de trabajo comunitario, desarrollar aptitudes para el uso correcto de la infraestructura instalada y entregar herramientas técnicas para mantener y gestionar dicha infraestructura. Así mismo, y con el fin de vincular a todas las generaciones, se desarrollan talleres en escuelas y con adultos jóvenes para garantizar la apropiación y sostenibilidad a largo plazo de las iniciativas.



Reunión del Concejo de Puerto Parra (Colombia).



Visita del municipio de Hamburgo (Nicaragua).

EDUCACIÓN AMBIENTAL

La educación es una herramienta indispensable para conseguir cambios sustanciales en la sociedad. No se puede cuidar algo que no se conoce ni se entiende, esto dificulta implementar y mantener modelos y sistemas nuevos. Por eso, la educación ambiental, en todos los niveles de las comunidades, ha sido una pieza clave en la sostenibilidad y la apropiación de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Con el fin de concientizar sobre la problemática de las aguas residuales domésticas no tratadas y su impacto

en la salud y el medio ambiente, las organizaciones aliadas en los cuatro países han llevado a cabo una serie de actividades de socialización y educación. Estas actividades han sido muy diversas y se han realizado en alcaldías, escuelas, salones comunales y hasta plazas principales. Tal ha sido el alcance que, en Nicaragua, gracias a la estrecha colaboración de Fundar con el Ministerio de Educación, se han incluido actividades relativas al filtro verde en su programa, como la campaña conjunta “Escuela Limpia, Bonita y Segura”



Cartilla educativa "El agua y yo" (Colombia).



Actividad con máscaras de animales nativos (México).



Simulador de acuíferos (Paraguay).



Obra de teatro (Nicaragua).

Las actividades se han enfocado en dos públicos distintos:

• Adultas y adultos:

- Reuniones y charlas divulgativas sobre el uso racional y sostenible del agua.
- Presentaciones y visitas a los filtros con la comunidad.
- Material pedagógico como volantes, plegables informativos y pegatinas para el uso correcto del alcantariado en un contexto doméstico.

• Niñas y niños:

- Charlas divulgativas y visitas didácticas a los filtros.
- Talleres en escuelas sobre el agua, el reciclaje y temas medioambientales.
- Material pedagógico como la guía del Ministerio de Educación de Nicaragua y cartillas didácticas.
- Obras de teatro y dinámicas de juegos con máscaras

y disfraces, destacando la importancia del agua limpia para la salud humana y para la del ecosistema.

- Construcción de maquetas, como el simulador de acuíferos realizado en Paraguay, para plasmar mejor la problemática generada por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento previo en las ciudades.

Además, cada uno de los filtros verdes construidos, pensando en sus visitantes, cuentan con una mesa o panel informativo que, a partir de gráficos y textos cortos, explican el funcionamiento del filtro. En Paraguay también se han instalado carteles informativos en los baños.

Gracias al trabajo de Fundar en Nicaragua, la Fundación Moisés Bertoni en Paraguay, el Instituto Corazón de la Tierra en México y la Fundación Humedales en Colombia; se ha logrado llegar a 4 000 personas.



Mesa informativa en el filtro verde (Paraguay).



Mesa informativa en el filtro verde (Colombia).



Letrero informativo en los baños (Paraguay).

CAPACITACIÓN TÉCNICA

El buen conocimiento del funcionamiento y mantenimiento del sistema juega un papel clave en la sostenibilidad a largo plazo. Si bien son sistemas muy sencillos a nivel técnico, requieren de un mantenimiento muy básico que se debe realizar de forma rigurosa y constante, especialmente en climas cálidos donde las macrófitas crecen rápidamente. Las capacitaciones técnicas tienen como objetivo transmitir toda la información operativa necesaria para el buen manejo del filtro verde instalado.

Las capacitaciones técnicas se han enfocado en tres grupos:

- **Capacitaciones por parte del coordinador técnico del programa (Fundación Humedales)** a los equipos técnicos de las organizaciones implementadoras. Dándole inicio al Programa Filtros Verdes Latinoamérica, la primera reunión tuvo lugar con todos los socios en Colombia. Se visitó uno de los filtros verdes que ya estaba en funcionamiento en el país y se realizó la primera capacitación general en la tecnología. Las siguientes capacitaciones tuvieron lugar durante las visitas de la coordinación técnica a cada uno de los países donde se capacitó al equipo técnico de las organizaciones implementadoras, encargadas de la construcción y monitoreo del filtro. Con el fin de conocer los alcances y características de cada filtro, se trataron temas concretos de cada lugar, como el manejo de las pendientes del terreno,

el tipo de construcciones, los controles de acceso, los volúmenes de tratamiento o el tipo de agua a tratar.

En el caso de México, el seguimiento de la coordinación técnica del programa ha sido poco requerida, ya que en este país se contaba con la experiencia previa de la construcción de estos sistemas de tratamiento de aguas residuales.

- **Capacitaciones técnicas a las comunidades**, ya que serán las encargadas del mantenimiento de los sistemas. En estas sesiones, se trataron temas como la periodicidad y el tipo de mantenimiento que requieren los tanques y los filtros, la disposición y el tratamiento de los subproductos del filtro (compostaje), el uso del agua tratada (riego, cultivo de carnada para pesca), la operación de las válvulas conectoras, la limpieza de las áreas colindantes, la descripción del protocolo de toma de muestras para análisis de calidad de aguas y la divulgación del directorio de proveedores de equipos y materiales que en los próximos 15 años puedan ser requeridos para mantener el funcionamiento del sistema instalado.

En Colombia se realizó una visita a uno de los filtros verdes en funcionamiento con trabajadores locales, para generar impulso y aceptación de la tecnología. Además, se ha capacitado al personal encargado del



Grupo de mujeres de La Estrella (México).



Capacitación de los alumnos de último grado (Paraguay).



Afiche "Tareas de mantenimiento de los Filtros Verdes" (Colombia).



Taller con los maestros (Nicaragua).

filtro en energía solar y manejo de baterías y bombas, pues el sistema utiliza una bomba automática alimentada con energía solar.

En Nicaragua se llevó a cabo junto con el Ministerio de Educación un programa de capacitación para maestros que ha permitido, mediante diferentes actividades como visitas de campo, que la comunidad docente tenga más apertura hacia el proyecto y se apropie del mismo.

En Paraguay, las capacitaciones técnicas hicieron parte del currículo de las tres escuelas, ya que los filtros serán manejados por alumnas y alumnos del último grado. Estas capacitaciones se hicieron en tres módulos:

- Mantenimiento del filtro: Enfocado en el cuidado de las plantas, tanto los plantines sembrados en el filtro como los frutales que son regados con las aguas de los filtros. Se abarcaron temas relacionados con la jardinería, el riego, el cronograma de verano (organización y cuidado durante las vacaciones), la germinación de semillas y el reciclaje de desechos escolares.

- Cómo construir tu filtro verde: Focalizado en el conocimiento de las partes y los materiales del filtro y del funcionamiento de los baños. A partir de lo aprendido, las niñas y los niños podrán diseñar su propio filtro verde

y construir una maqueta con materiales reciclables que presentarán en una jornada de socialización.

- Monitoreo y calidad del agua: Se trataron temas relacionados con la calidad del agua, el cuidado y la limpieza anual de la cámara séptica, además de la toma de muestras del agua que entra y sale del sistema para analizar los niveles de depuración.

• **Capacitaciones en todos los países a entidades y equipos técnicos de organismos gubernamentales, alcaldías y universidades** con la finalidad de replicar esta experiencia en el mayor número posible de comunidades rurales, que todavía no dispongan de sistemas seguros de tratamiento de aguas residuales.

En Nicaragua, fue importante la capacitación al personal técnico de los actores públicos encargados de los sistemas de alcantarillado a nivel nacional, ENACAL y ALMA, sobre el funcionamiento del sistema en general. A raíz de estas capacitaciones tanto ENACAL como la Alcaldía de León, han identificado una comunidad donde replicar el sistema de tratamiento. Esto significa que el equipo técnico de ambas instituciones entiende las circunstancias y la tecnología del filtro verde.

VOCES DEL PROGRAMA

La participación ciudadana es un factor clave para el desarrollo autónomo de las comunidades rurales. Su inclusión en la toma de decisiones y en la implementación durante los proyectos es fundamental para que exista una apropiación de las infraestructuras y de las dinámicas que se generan, asegurando su sostenibilidad y replicabilidad. Este proyecto ha sido un claro ejemplo de empoderamiento ciudadano desde sus etapas iniciales de construcción hasta el mantenimiento de los filtros a largo plazo. Para muchas personas fue una gran sorpresa ver cómo una planta de tratamiento de agua se parecía más a un jardín flotante que a una estructura convencional, desapareciendo los malos olores y recibiendo de vuelta a algunas especies que hacía tiempo no veían. Aquí algunas opiniones y comentarios.



“En el pasado, en La Estrella tuvimos problemas con enfermedades causadas por el agua potable contaminada repetidamente. El filtro verde es de fácil mantenimiento y mejora la situación de higiene y, por lo tanto, las condiciones de vida de todas las personas de esta comunidad. Utilizamos las aguas residuales tratadas para regar las plantas ornamentales (del grupo de mujeres). También nos dimos cuenta de que la calidad del agua de la laguna de Los Patos ha mejorado. Esto beneficia a los pescadores del pueblo. Espero que otras comunidades sigan nuestro ejemplo.”

JUAN ALCARAZ VIRGEN, presidente municipal de Pihuamo (México).



“El proyecto filtros verdes en el Barrio Heroes y Mártires de Zaragoza, ha sido una respuesta eficaz para el tratamiento de aguas grises, es el mejor proyecto que pudo haberse ejecutado en nuestra comunidad. Este sitio es de difícil acceso y el proyecto ha demostrado ser idóneo para tratar agua con técnicas sencillas y ecológicas regresándola a nuestro río con un índice de contaminación favorable, buena apariencia y sin olor. Nos sentimos agradecidos con Fundar y la ejecución de este maravilloso proyecto que ha venido a enseñarnos el manejo efectivo de las aguas.”

FRANCIS VALESSKA RODRÍGUEZ, vecina del filtro verde (Nicaragua).



María Elizabeth Alcaraz es diputada del Congreso de Jalisco y fue la Presidenta Municipal de Pihuamo durante el periodo de implementación del filtro verde en comunidad de La Estrella. En unas intervenciones durante la Conferencia Final del programa Filtros Verdes Latinoamérica, aportó lo siguiente: **“Quisiera compartir mi experiencia del proyecto que implementamos en Pihuamo. Me refiero a la instalación de filtros verdes como humedales artificiales que ayudan al tratamiento de aguas negras con un bajo costo. En Pihuamo realizamos este proyecto con el Instituto Corazón de la Tierra y con el apoyo económico de Alemania; y ha sido una iniciativa muy beneficiosa e importante para la comunidad. El proyecto conlleva un proyecto productivo asociado para las mujeres de la comunidad de La Estrella, donde está instalado. Invito a todas las personas que puedan a transmitir este tipo de tecnologías a sus comunidades, que nos visiten en La Estrella. Estas tecnologías son muy eficientes, muy positivas para el ambiente y a un costo muy bajo. Cuando se instala una planta de tratamiento mecanizada el costo de construcción lo absorbe el gobierno del estado, pero el mantenimiento le toca al municipio, y es muy alto. Tanto así que muchos municipios de la región han terminado por abandonar las plantas de tratamiento. Con el filtro verde sucede lo contrario, la operación es muy barata porque no necesita maquinaria, ni bombeo, ni productos químicos. Es muy interesante y adecuado para el ambiente. Habrá que impulsar esta tecnología en otros municipios de Jalisco.”**

MARÍA ELIZABETH ALCARAZ, diputada del Congreso de Jalisco (México)



Desde la inauguración de las obras, el director de la escuela de Mboi Jagua comentó una de sus preocupaciones: **“los niños no están utilizando los baños.”** Preocupados por lo comprometido que podría verse el proyecto ante este inconveniente, el equipo de la Fundación Moisés Bertoni preguntó si existía algún problema con las instalaciones, a lo que respondió: **“no, lo que pasa es que los baños son demasiado modernos para ellos. No saben cómo usarlos, creen que son demasiado lindos y que pueden llegar a estropearlos.”** Para atender este percance, se llevaron a cabo talleres de buen uso de los sanitarios.

ALTEMIO GÓMEZ LOZA, director de la escuela de la comunidad de Mboi Jagua (Paraguay).



En cuanto a los beneficios sociales y ambientales, Alfredo como pescador nos cuenta: **“Somos el único pueblo a orillas del Magdalena en esta región que devuelve el agua limpia al río. Le ayudamos al agua y somos ejemplo para las comunidades vecinas.”**

ALFREDO PALACIOS, técnico local de la Fundación Humedales y habitante de Bocas del Carare (Colombia).



Kelly, como representante de la Asociación de Mujeres Emprendedoras de Bocas del Carare, nos dijo: “Nosotras llevamos al filtro verde a todo quien visita Bocas del Carare. El filtro es una muestra de proyectos hechos en el pueblo y con el pueblo, que pueden atraer mucho más apoyo para la comunidad.”

KELLY VANESSA CUERVO, representante de ASOMUCARE (Colombia).



“Estoy muy feliz de que el proyecto se esté ejecutando, ya que es de gran provecho para las comunidades donde se están implementando estos trabajos. Es importante y será de provecho para los niños, que son muchos, y las escuelas, no es una inversión en vano. Aquí existen necesidades reales y hemos visto que son muchas, y por lo tanto será de utilidad para ellos.” Además, él asegura que este proyecto tiene un gran potencial para ser replicado en otras instituciones del distrito que, al igual que las escuelas donde ya se aplicó, tienen muchas necesidades y precisan de las capacitaciones que este proyecto ofrece a las comunidades.

ANÍBAL BENÍTEZ, técnico en campo de la Fundación Moisés Bertoni y vecino de las comunidades (Paraguay).



“Al principio la gente no creía que esto fuera a funcionar, pero apoyaron el proyecto porque iba a generar empleos. Pero, conforme fueron viendo que avanzaba, como que les fue dando curiosidad, y ya que conectaron el drenaje y vieron cómo funcionaba el tratamiento, pasando por los canales y con el viento y el sol, pues se sorprendieron. Es que está uno acostumbrado a que se necesiten máquinas grandes para limpiar el agua, pues. Y ahora hasta hay gente que viene de otras partes a verlo funcionar. Está muy bueno esto.”

NOEL GARCÍA, poblador de La Estrella (México).



“El agua sale tan buena que pueden crecer peces. Hemos visto babillas y tortugas. Estamos pensando en cultivar carnada para pesca artesanal en el último canal, donde el agua está ya muy limpia.”

MARIO PARRA, habitante de Bocas del Carare (Colombia).

UN COMPROMISO SOCIAL Y AMBIENTAL



La empresa experta en limpieza Kärcher y Global Nature Fund construyen unidades de depuración sostenibles en todo el mundo para tratar agua residual doméstica. Una tecnología sencilla para una gran cantidad de agua limpia.

El agua es uno de los recursos más valiosos del planeta. Las condiciones de vida de las personas en todo el mundo dependen en gran medida del acceso al agua potable. Trabajar de manera responsable con este recurso es muy importante, especialmente teniendo en cuenta el cambio climático. Bajo esta filosofía, el fabricante de equipos de limpieza Kärcher y la ONG alemana Global Nature Fund (GNF) han trabajado juntos durante 20 años. En 2012, ambas fundaron la campaña “Agua limpia para el mundo” (*Clean water for the world*), que busca construir plantas de tratamiento sostenible para depurar el agua residual doméstica de forma ecológica, especialmente en países emergentes y en vía de desarrollo. “Como empresa internacional, desde hace muchos años somos conscientes de nuestra responsabilidad global con el medio ambiente. La protección del agua es especialmente importante para nosotros”, dijo Hartmut Jenner, Director General y Presidente del Consejo de Administración de Alfred Kärcher SE & Co. KG.

La combinación de tecnología y redes locales ha asegurado el éxito de la iniciativa. Estas plantas de tratamiento, también llamadas filtros verdes, no son de complicada

operación, son fáciles de instalar y logran resultados que superan incluso los límites de eliminación establecidos por las normativas nacionales. Estas unidades de tratamiento tienen como protagonista a la vegetación nativa, que es utilizada in situ para purificar las aguas residuales; y en sus canales, se refuerzan los procesos biológicos que se producen de forma natural. Es por esto que son una alternativa más rentable y respetuosa con el medio ambiente que las plantas de tratamiento convencionales. Además, estos sistemas no requieren de mucha intervención. Todas estas variables hacen de los filtros verdes una muy buena solución para comunidades pequeñas que cuentan con pocos recursos económicos y técnicos a su disposición. Gracias a la sólida red de organizaciones aliadas de GNF, se pueden construir estas unidades de tratamiento de aguas en países de Asia, África y Latinoamérica a pesar de las largas y a menudo difíciles fases de planificación. Para implementar esta tecnología verde de manera sostenible y con éxito, GNF trabaja

“La protección del agua es especialmente importante para nosotros.”

Hartmut Jenner, Director General y Presidente del Consejo de Administración de Alfred Kärcher SE & Co. KG.



Visita de Johannes Kärcher (Colombia).

en estrecha colaboración con las comunidades. Esto quiere decir que cuenta con suficiente gente a nivel local que entiendan el funcionamiento de estas plantas de tratamiento.

El objetivo de Kärcher y GNF es aumentar la conciencia sobre la sostenibilidad e implementar proyectos de seguimiento en las regiones. Un total de 15 filtros verdes han sido construidos en todo el mundo; siete en cuatro países diferentes a lo largo del último año. Durante 2019, está prevista otra planta en Jordania, y ambos socios se han comprometido a seguir trabajando juntos para tratar y suministrar agua potable a comunidades remotas carentes de este recurso básico.

EVENTOS

Compartir experiencias y conocimientos con otros actores y países sobre resultados, estrategias y dificultades para la implementación de tecnologías alternativas y la protección de cuerpos de agua es fundamental. Para ello a lo largo del desarrollo del programa se han realizado una serie de eventos que han reunido a un sin fin de participantes de diferentes sectores en torno a los filtros verdes como solución ante las aguas residuales domésticas no tratadas que contaminan cuerpos de agua y ponen en riesgo a las poblaciones ribereñas.



Kick-off meeting.



Foro de Sustentabilidad.



Conferencia Final.

KICK-OFF MEETING

Diciembre 2016. Colombia



Visita al Filtro Verde de Fúquene (Colombia).

En septiembre 2016, se dio inicio al Programa Filtros Verdes Latinoamérica, diseñado para transferir y replicar los buenos resultados obtenidos en Colombia con la implementación de esta tecnología para el tratamiento de aguas de residuales. Como primera actividad, en diciembre 2016 tuvo lugar en Colombia el "Kick-off Meeting", a la que asistieron las coordinadoras del proyecto en cada país y con quienes se llevaron a cabo dos sesiones de trabajo. La primera dedicada a la planeación estratégica del programa: definir alcances, obligaciones de cada organización, asesoramiento administrativo y financiero, lluvia de ideas para las actividades del componente social... La segunda sesión se destinó al trabajo de campo y a la primera capacitación técnica.

Puesto que sólo el Instituto Corazón de la Tierra (México) tenía experiencia previa en la construcción de filtros verdes, se organizó una jornada para ofrecer conocimientos técnicos a las otras organizaciones. Se llevó a cabo en el Filtro Verde de Fúquene, construido por la Fundación Humedales en 2015. Esta sesión fue extremadamente importante, ya que se dieron las nociones técnicas necesarias para que las organizaciones pudieran terminar de diseñar sus filtros, definir las partes de las que se compondrían sus sistemas, entender las etapas de construcción y cómo realizar un mantenimiento efectivo que le otorgue la mayor sostenibilidad posible al sistema. Así pues, se inició la transferencia de esta tecnología que, durante estos tres años, se ha llevado a cabo en Paraguay, Nicaragua y México.



Puesta en común de las organizaciones implementadoras.

FORO: “Chapala siglo XXI ... hacia la sustentabilidad”

Noviembre 2017. México



Marion Hammerl, Presidenta de Global Nature Fund.

En el marco del Programa Filtros Verdes Latinoamérica, en noviembre de 2017, la Fundación Cuenca Lerma Chapala y el Alcalde de la Municipalidad de Chapala, México, organizaron un foro sobre el futuro del lago de Chapala y el manejo sustentable del lago más grande de México. Marion Hammerl, presidenta de Global Nature Fund, participó en el foro. En ese momento, el lago de Chapala tenía el 57% de su volumen “normal” de agua. Marion subrayó que después de una larga sequía y de la reducción de la superficie del lago en los últimos años, era realmente bueno ver cómo el ecosistema se encontraba en mejores condiciones; sin embargo, esta mejora no fue debida a una mejor gestión, sino a las buenas precipitaciones. Sólo el área metropolitana de Guadalajara tiene un 60% de pozos ilegales y no hay uso de agua de lluvia ni campañas de sensibilización para una reducción del consumo de agua. Otro gran problema que sufre este Lago es la contaminación. Metales pesados, arsénico, cargas impresionantes de nutrientes de la agricultura y aguas residuales no tratadas

procedentes de los hogares alcanzan diariamente este cuerpo de agua. Más de la mitad de las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios en el área de la cuenca no están funcionando bien o no funcionan en absoluto. Pero el lago no se encuentra solo, don Manuel Villagómez, presidente de la Fundación Cuenca Lerma Chapala, se dedica desde hace 40 años a su protección, y parece que por fin cuenta con un aliado. En mayo de 2010, diez municipios alrededor del lago crearon la Asociación Intermunicipal para la Protección del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del lago de Chapala, AIPROMADES. Además de la recuperación del volumen ecológico del lago, los municipios están promoviendo la creación de áreas protegidas, así como la reforestación de áreas clave para la recuperación del balance hidrológico de la cuenca y la detención de la sedimentación del lago. AIPROMADES es un excelente multiplicador para informar a todos los municipios de los alrededores del lago sobre los filtros verdes como solución práctica y económica para el tratamiento de las aguas residuales.



Ponentes del foro

CONFERENCIA FINAL: Programa Filtros Verdes Latinoamérica

Noviembre del 2018. Jalisco, México

Como colofón a este programa, se organizó en Jalisco, México una Conferencia Final. Corazón de la Tierra y GNF fueron los encargados de dirigir las sesiones de trabajo a lo largo de los tres días. Además de los coordinadores del proyecto de las organizaciones implementadoras, durante el evento participaron Udo Gattenlöhner, director general del Global Nature Fund; María Magdalena Ruíz Mejía, titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial; Carlos Alberto Hernández Solís, coordinador general de Proyectos de la Comisión Estatal del Agua; Elizabeth Alcaraz Virgen, diputada local del Congreso del Estado de Jalisco; Abel Vargas, director de Obras Públicas de Pihuamo; Juan

Alcaraz Virgen, presidente municipal de Pihuamo; J. Isabel Romero, director de Ecología y Sergio Almazán representante de la empresa Kärcher en México.

La Conferencia se dividió en diferentes sesiones. **Un primer bloque, en Guadalajara**, de ponencias cuyo objetivo fue dar a conocer las funciones y la implementación de la tecnología de los filtros verdes para el tratamiento de aguas residuales y los alcances del trabajo realizado por Fundación Humedales, Fundación Moisés Bertoni, Fundar, Corazón de la Tierra y Fundación Cuenca Lerma Lago Chapala, en diversas comunidades de Colombia, México, Nicaragua y Para-



Formando redes: Colombia, Nicaragua, Paraguay, México y Alemania unidas en la limpieza de las aguas residuales.

guay. Durante esta primera parte del evento, se puso de relieve el potencial a futuro que existe para el desarrollo de la tecnología de los filtros verdes a nivel latinoamericano y mundial, y la relevancia de la cooperación internacional y su rol en la Gestión Integral del Agua a escala transfronteriza.

Un segundo bloque, en Ciudad Guzmán, con diferentes actores: gobernantes, estudiantes, sector privado y ONGs. Se realizaron grupos de trabajo para analizar las diferentes sinergias entre los actores involucrados en el desarrollo de proyectos ambientales para el impulso de tecnologías alternativas; para identificar la mejor interacción entre ciencia, sector privado, política, sociedad civil, instancias de gobierno, grupos internacionales y agencias financiadoras con el fin de dar visibilidad y viabilidad a tecnologías sustentables dentro de los planes de manejo de las autoridades ambientales.



Lluvia de ideas, buscando formas de alianzas.

El tercer bloque se llevó a cabo a las orillas del lago de Chapala, donde las y los asistentes de las diferentes organizaciones pertenecientes a la red internacional Living Lakes conversaron en conjunto para definir las directrices de los futuros proyectos como red, buscando potenciar los trabajos de cada organización en su país y sumarlos a un esfuerzo mayor, aprovechando la experiencia y alcance que ofrecen. Se abordaron principalmente los siguientes temas: áreas de implementación, proyectos específicos, aliados y financiamiento. Dentro

de esta sesión, también se discutió sobre el papel fundamental de la gobernanza, la educación ambiental y la comunicación transfronteriza para la conservación de ecosistemas e implementación de tecnologías. Es un camino complejo y desafiante, lleno de descubrimientos y alianzas fructíferas, como las conformadas a través de este programa de filtros verdes, generando unas fuertes sinergias para continuar fortaleciendo el objetivo común de mejorar la salud de los lagos del mundo y sentar bases, definir una hoja de ruta y los pasos a seguir de la red de Lagos Vivos América Latina y Caribe.



Udo Gattenlöhner (GNF) hace entrega a Neli Orozco (Instituto Corazón de la Tierra) del certificado de organización aliada de la red Living Lakes.

Durante este evento se inauguró el Filtro Verde de la Estrella con la presencia del gobierno de Pihuamo, las autoridades y habitantes de la comunidad. Además, se le otorgó al Instituto Corazón de la Tierra el certificado de nueva organización aliada de la red de Living Lakes por su trabajo en el lago Chapala y en el reservorio Allende (México). Allí están llevando a cabo una gestión integrada de cuencas, con un fuerte énfasis en la participación local, junto con la colaboración de los principales actores, organismos gubernamentales, instituciones académicas, agricultores, pescadores, mujeres y otros grupos que interactúan en la cuenca.

Todas las personas que participaron en alguna de las sesiones de la Conferencia Final del Programa Filtros Verdes Latinoamérica recalcaron la importancia de seguir sumando esfuerzos para generar conciencia en la importancia del cuidado del medioambiente y sus recursos naturales. Además de la necesidad de compartir experiencias, conocimientos y estrategias con otros actores y países, para proteger y salvar los cuerpos de agua en el mundo.

¡Salvar lagos no es fácil, pero alguien tiene que hacerlo!

SOSTENIBILIDAD

Una vez los filtros verdes son entregados, y habiendo pasado la alegría de inauguraciones y cierres de proyecto, empieza a verse el verdadero rostro de la transferencia tecnológica y su resultado. Por ello la sostenibilidad a largo plazo es la prueba de fuego.

Es conocido que durante la ejecución de los proyectos, mientras hay actividades por desarrollar y se cuenta con la presencia permanente de las entidades locales encargadas de la implementación en cada uno de los sitios de trabajo, tanto las comunidades como otros agentes privados y gubernamentales demuestran un muy alto grado de interés en las iniciativas. Así mismo, al tratarse de proyectos que hacen uso de tecnologías no convencionales, también suele haber acompañamiento mediático y académico.

A lo largo de este periodo, la entidad ejecutora intenta capitalizar dicho interés permeando estructuras sociales y gubernamentales para garantizar que una vez el proyecto termine, y el personal técnico se retire de los sitios de trabajo, la infraestructura se mantenga en funcionamiento y en óptimas condiciones. Sin embargo, por más trabajo y detalle que se invierta en capacitaciones y sensibilizaciones, la sostenibilidad de los proyectos es tremendamente vulnerable a cambios en liderazgos sociales y/o coyunturas de corte político.

Teniendo en cuenta que la transferencia tecnológica basa su éxito en la respuesta que los componentes social y político tengan a largo plazo respecto a los proyectos, y frente a la innegable volatilidad y dinamismo que ambos presentan en el contex-

to de países en vía del desarrollo, se ha identificado que una forma de garantizar la continuidad de los procesos es vinculándolos con proyectos productivos liderados por organizaciones comunitarias de base.

En la mayoría de los sitios donde se implementaron proyectos de filtros verdes no existe una estructura que permita el cobro por suministro de servicio público de alcantarillado y saneamiento de las aguas residuales, y en caso de que existiese, depende del gobierno local que con frecuencia no tiene la disponibilidad presupuestal o de personal para cumplir con los esquemas de mantenimiento.

Por tal motivo, en algunos de los filtros construidos, como en Bocas del Carare en Colombia y La Estrella en México, se incentivaron procesos de organización comunitaria que vincularan actividades productivas con el mantenimiento de los filtros verdes, para que de esa manera se creara una relación de dependencia entre fuentes alternativas de ingresos y el buen funcionamiento de la infraestructura instalada.

La Estrella, México

De forma complementaria, la Junta Intermunicipal de la Cuenca del Río Coahuayana (JIRCO) y la Secretaría de Desarrollo e Integración Social (SEDIS) han financiado un proyecto productivo de emprendi-

miento femenino, para que un grupo de mujeres de La Estrella produzca flores para la venta utilizando el agua tratada del filtro verde. Las 15 participantes, conformadas en una cooperativa, recibieron capacitación, material y equipo, contando actualmente con 2 mil plantas adultas y 4 mil bulbos listos para comercializar.

Bocas del Carare, Colombia

Junto con la Asociación de Mujeres Emprendedoras de Bocas del Carare (ASOMUCARE) y la Wildlife Conservation Society (WCS), en el marco de los proyectos “Vida Silvestre” y de “Filtros Verdes Latinoamérica”, el Grupo de Jóvenes de Bocas del Carare está en proceso de implementar un proyecto para la producción de huevos de gallina, que satisfaga la demanda local. Para ello cuenta con el apoyo técnico de WCS (capacitación en producción agropecuaria y elementos para el cuidado de las gallinas ponedoras), de la Fundación Humedales (terreno y materiales de obra para la construcción del gallinero) y de ASOMUCARE (temas administrativos). A cambio, el Grupo de Jóvenes se compromete a construir el gallinero, a administrar satisfactoriamente la producción de huevos y a hacer el mantenimiento del filtro verde. La firma de los acuerdos concluyeron a finales de abril del 2019, fecha a partir de la cual se iniciarán las actividades.



España

México

Nicaragua

República Dominicana

Colombia

Paraguay

FILTROS EN EL MUNDO



Alemania

Burundi

Sudáfrica

Sri Lanka

Filipinas





EN EL MUNDO

La experiencia de los filtros verdes ha llegado de Europa a África, Asia y América, implementándose en diferentes zonas climáticas con escenarios y comunidades muy diversas. A continuación se presentan cuatro ejemplos en España, Sudáfrica, Filipinas y Burundi; cada uno con configuraciones técnicas y contextos muy diferentes.





Inauguración: 2003

Promotores: Confederación Hidrográfica del Júcar, ACUAMED

Ejecutor: Fundación Global Nature

Financiador: Unión Europea

ESPAÑA



La Fundación Global Nature desarrolla actividades en toda España y también en Sri Lanka, Paraguay, República Dominicana, Filipinas y Marruecos. Su actividad incluye numerosos proyectos de gestión en la Red Natura 2000, la recuperación de sistemas de agricultura sostenibles nuevos y tradicionales, el fomento de la ganadería extensiva y la trashumancia, la protección de las razas autóctonas y la conservación y restauración de ecosistemas.

Además, centra sus esfuerzos en la conservación y recuperación de humedales dentro y fuera de la Red Natura 2000. También es responsable de la custodia del territorio de numerosas lagunas y humedales. Perteneció a la red internacional Living Lakes desde 2009 y recientemente se ha incorporado a la Red de Wetlands International. Por su labor ha recibido varios premios, entre los más destacados cuenta con el Premio BBVA a la conservación de la Biodiversidad en 2012 y el premio RAMSAR por el uso sostenible de los humedales en 2018.

El lago de L'Albufera (2 400 hectáreas) de Valencia es uno de los cuerpos de agua más singulares de España y forma parte de un

Parque Natural de muy elevado valor ambiental, incluido en la lista RAMSAR de humedales de importancia internacional, siendo Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) y Zona de Especial Protección para la Aves (ZEPA).

No obstante, la calidad de sus aguas es deficiente. Durante años, las poblaciones ribereñas han vertido sus aguas residuales a la laguna sin apenas tratamiento y aunque las recientes actuaciones de gestión y tratamiento de aguas residuales han mejorado su estado, la eutrofización de las aguas sigue siendo una realidad. La calidad de esta masa de agua todavía está lejos de cumplir con los objetivos de la Directiva Marco del Agua del Parlamento Europeo y del Consejo

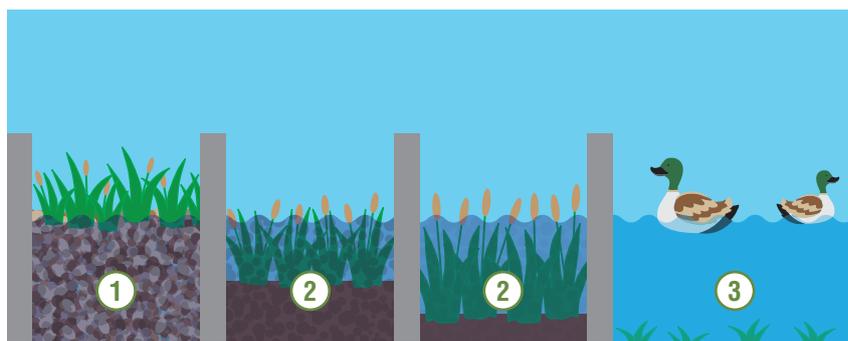
y los problemas principales en el lago, siguen afectando directamente a hábitats y especies dependientes de la calidad de sus aguas, limitando la presencia de aves migratorias y acuáticas reproductoras que L'Albufera de Valencia.

Como medida para recuperar la calidad del agua de la L'Albufera y el potencial ecológico de este ecosistema, se convirtieron unos antiguos campos de arroz en tres humedales artificiales; El Tancat de Milia, el Tancat de l'Illa y el Tancat de la Pipa. Esta solución ha representado un avance innovador en la aplicación de estos sistemas de depuración no convencional, por su tamaño y alta capacidad de tratamiento. Están diseñados para recircular el agua del lago, por lo que cualquier reduc-

ción de los contaminantes supone una mejora directa de la calidad sus aguas. El de Milia y el de Illa, disponen de una tipología similar: un primer sector como humedal artificial de flujo sub-superficial, un segundo sector como humedal artificial de flujo superficial con macrófitas emergentes y un tercer sector de tipología lagunar como humedal artificial de flujo superficial con vegetación macrófita diversa. El Tancat de la Pipa no dispone de sector de flujo sub-superficial. En total, suman unas 90 hectáreas.

Estos tres humedales artificiales fueron construidos por entidades distintas e incluso han sido concebidos para mejorar la calidad del agua de distintos orígenes. Las dos entidades promotoras de estas actuaciones, la Confederación Hidrográfica del Júcar y la Empresa Pública ACUAMED (Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A.), priorizaron el conocer el potencial real de los humedales artificiales en la mejora de la calidad de agua. Adicionalmente, la intervención de diversas Organizaciones No Gubernamentales de enfoque social y medioambiental en la fase de diseño, para que los sistemas además tuvieran una mejor integración en el entorno. Esta mayor integración dio lugar a una mayor diversidad de hábitats; que unido a la mayor calidad del agua, han convertido a los tres espacios regenerados en zonas clave dentro del Parque Natural de L'Albufera para que se desarrollen y se recuperen poblaciones de aves que desde hace muchos años, estaban muy mermadas o incluso desaparecidas. (Avetoro, porrón pardo, cerceta pardilla, etc...)

...Y tras los primeros años de vida de estos tres sistemas, se demostró su triple funcionalidad; mejoran la calidad del agua del lago, regeneran hábitats y conforman reservas naturales donde se disparan los



① Flujo Sub-superficial ② Flujo superficial ③ Laguna renaturalizada

índices de biodiversidad. Así pues en 2013 se lanza el proyecto LIFE Albufera liderado por el Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (IIAMA), en alianza con la Fundación Global Nature, Acció Ecologista Agró y SEO/Birdlife y cofinanciado por ACUAMED, la Confederación Hidrográfica del Júcar y la Comisión Europea. Este proyecto ha tenido como principales objetivos, optimizar el funcionamiento de los tres Tancats de Milia, Illa y Pipa, establecer un sistema de gestión conjunta de los tres humedales para mejorar la calidad de las aguas, los hábitats y la biodiversidad de acuerdo a las Directivas Agua, Hábitats y Aves, establecer indicadores de buen estado de conservación aplicables a otros humedales de la Red Natura 2000 y aportar recomendaciones dirigidas a las administraciones competentes para el desarrollo de planes de gestión de espacios de la RN 2000 y planes de gestión hidrológica.

Algunos de los principales resultados obtenidos han sido:

• **Agua**

- Mejora en la calidad y el potencial ecológico del agua.
- Los sectores sub-superficiales presentan muy buenos resultados en el conjunto de las variables estudiadas. Los sectores superficiales funcionan eficientemente, retirando materia en suspensión y nutrientes, si disponen de una alta cobertura

vegetal, pero exportan materia orgánica.

- La concentración de zooplacton aumenta a su paso por los humedales artificiales sobre todo organismos filtradores de gran tamaño, lo que ayuda a que el agua devuelta al lago sea transparente y cargada de microorganismos que cumplen una importante función en el ecosistema.

• **Aves**

- Para aquellas especies ligadas directa o indirectamente a la buena calidad del agua, los humedales artificiales permiten aumentar su productividad, su supervivencia, las tasas de reclutamiento, su rango de distribución, mejorar su estado de conservación y actúan como refugios ante la pérdida de hábitat.

• **Vegetación**

- La creación de ecosistemas ha favorecido una supervivencia y mayor crecimiento de los monocultivos.

- El mejor tratamiento para el sustrato es el secado ya que favorece el crecimiento y colonización de algunas especies, activa el banco de semillas en el sedimento, airea, mineraliza y asienta el sedimento y reduce el herbivorismo de la avifauna acuática.

- La biomasa vegetal cosechada en los humedales artificiales ha demostrado un subproducto con alto valor como biogás, material de bioconstrucción y acolchado para caminos.



Inauguración: Marzo 2016

Constructores: Isidima Development & Design and Biomimicry SA

Ejecutores: Wildlands Conservation Trust y GNF

Financiadores: Kärcher y SIKA

SUDÁFRICA



A programme of the WILDLANDS TRUST

Los filtros verdes tienen, entre otras, la característica de ser muy versátiles y adaptables a las situaciones y necesidades del entorno. El filtro verde implementado por Wildlands es una instalación fuera del cuerpo hídrico, basado en los principios de la biorremediación ecológica para filtrar el agua contaminada de los ríos con vegetación nativa propuestos por John Todd.

Esta instalación de tratamiento ecológico fue inaugurada el 16 de marzo de 2016, convirtiéndose en la primera iniciativa llevada a cabo en Sudáfrica usando una tecnología sostenible y de muy bajo costo.

Esta exitosa experiencia que se presenta a continuación se llevó a cabo con tres objetivos principales:

- Demostrar y evaluar el rendimiento de la tecnología de los filtros verdes como herramienta para la restauración de ríos en la cuenca del Río Plankenbrug.
- Monitorear los principales parámetros químicos que

determinan la calidad del agua para mejorar el diseño de la tecnología para futuras aplicaciones.

- Proporcionar una oportunidad para la investigación, dándole visibilidad a la problemática de la contaminación de cursos fluviales y mostrando nuevas alternativas en la restauración y calidad de las aguas.

La unidad de tratamiento se instaló fuera del curso del río Plankenbrug, en un espacio público abierto de aproximadamente 150 m² en el distrito de Winelands, en el municipio de Stellenbosch. La comunidad de Stellenbosch está formada por 155 000 habitantes y la

ciudad cuenta con áreas extremadamente ricas y otras extremadamente pobres. El principal motor económico son los sectores financiero y bancario y el desarrollo tecnológico.

El área donde se implementó el filtro en los barrios Enkanini, Kayamandi y Plankenbrug es una zona con un desarrollo urbanístico totalmente informal, donde la mayor parte de la población se encuentra desempleada y las infraestructuras y los servicios públicos, como agua, electricidad y limpieza, son muy deficientes. El área industrial de Plankenbrug rodea el sitio. Así pues, el río Plankenbrug recibe las aguas grises, las pluviales contaminadas, las residuales industriales y los efluentes de los asentamientos informales, convirtiéndose en nada menos que una línea de desagüe abierta.

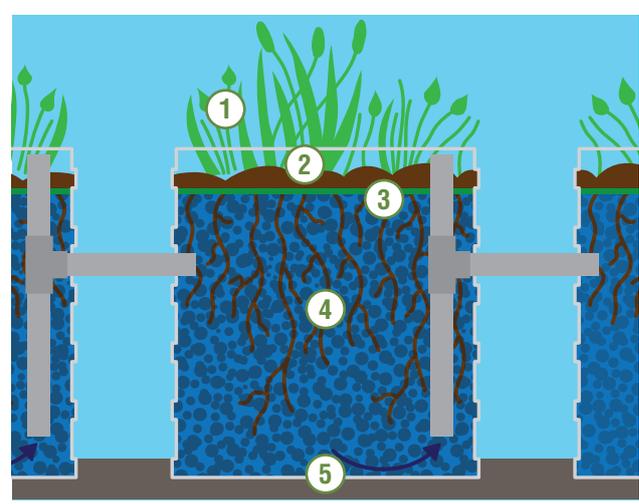
Ante este escenario, la Alianza del Río de Stellenbosch identificó el Plankenbrug como un río prioritario para su restauración, debido a sus aguas altamente contaminadas. La organización Wildlands Conservation Trust, que llevaba años trabajando en la restauración de la zona ribereña a través de actividades de limpieza de plantas exóticas invasoras, colección de residuos sólidos y reforestación de vegetación nativa, inició el proyecto del filtro verde en este río.

El proceso de construcción de este filtro duró apenas un mes y su diseño está compuesto por 14 celdas acuáticas (tanques), con un tiempo de retención hidráulica de un día, conectadas en serie. Cada uno de los tanques está equipado con un bastidor que sirve como soporte para que las plantas acuáticas crezcan sobre un lecho de fibra de coco. A medida que las plantas se establecen, las raíces crecen realizando su función de tratamiento primario. Conforme el agua circula de un tanque hacia el otro, las concentraciones de patógenos perjudiciales para la salud y el medioambiente van disminuyendo. En este caso, debido a la ubicación del filtro verde, su alimentación por gravedad o dentro del río fueron inviables, así que se instaló una pequeña bomba sumergible de 11 W que lo alimenta con agua directamente del río.

Después de un año de funcionamiento, el lugar de implementación junto al río Plankenbrug resultó problemático en términos de seguridad, vandalismo y mantenimiento general. Las unidades de tratamiento tuvieron que ser trasladadas a un sitio más seguro río abajo, en una propiedad de la Fundación Distell. Esta nueva localización está junto al río Eerste, en la confluencia con el río Plankenbrug, un río también muy contaminado. Una vez que el agua del Eerste es tratada a través de los tanques de biorremediación, es devuelta al río,

cumpliendo con los niveles de contaminación mínimos permitidos por el Departamento Nacional de Agua y Saneamiento.

Desde abril de 2018 Wildlands realizó una alianza con el Instituto Universitario del Agua de Stellenbosch, quien está realizando investigaciones científicas en base a los filtros verdes. El impacto de esta instalación de depuración de agua sostenible y ecológica ha sido muy importante. Los comprobados y exitosos resultados de esta tecnología innovadora están proporcionando pruebas suficientes para la restauración de ríos contaminados en Sudáfrica, situando a Stellenbosch a la vanguardia en esta innovación. El hecho de que una universidad de renombre, junto con el apoyo continuo del Departamento de Agua y Saneamiento, se haya involucrado en este desarrollo, ha conllevado la viabilidad de su aplicación científicamente probada y su transferencia a otras comunidades del país.



- ① **Plantas acuáticas:** especies nativas como *Chondropetalum tectorum*, *Cyperus prolifer* y *Juncus capensis*.
- ② **Lecho de fibra de coco:** soporte de las plantas, retiene humedad y proporciona una superficie adicional para la formación de biopelículas que contribuyen al tratamiento del agua.
- ③ **Bastidor:** soporte para el lecho de fibra de coco y las plantas.
- ④ **Raíces:** realizan el tratamiento primario del agua.
- ⑤ **Tanques:** transparentes, de 3 000 litros, con una retención hidráulica de un día.

404 000 a 23 / mL | bacteria E. Coli

31 a 5 mg / L | sólidos totales

8,2 a 0,32 mg / L | amonio



Inauguración: 2017
Desarrolladores: SCPW y LP4Y

Ejecutores: SCPW y GNF
Financiadores: Kärcher y SIKA

FILIPINAS



La SCPW es una ONG que tiene por objeto promover el uso sostenible de los humedales en las Filipinas mediante la creación de redes, la participación en actividades de conservación, la prestación de asistencia técnica, la investigación, la capacitación, la comunicación, la educación, la participación y la sensibilización.

El área de influencia del proyecto es el espejo de agua de la laguna de Bay, el lago más grande de Filipinas, con una superficie de 900 km². Los ríos que desembocan en la Laguna de Bay sirven como vertedero al 60% de los 8 millones de personas que viven alrededor del lago. Las aguas residuales no tratadas son una de las principales causas de contaminación, ya que aproximadamente el 80% de la contaminación en la laguna de Bay proviene de aguas residuales domésticas no tratadas que causan graves problemas de salud a las comunidades.

El proyecto está ubicado en un área de reasentamiento en Calauan, hogar de aproximadamente 700 personas. Cerca de la comunidad, se encuentra un arroyo que recibe los residuos líquidos y sólidos de las casas cercanas y drena hacia un canal de riego que fluye hacia la laguna de Bay. Las condiciones de vida en el reasentamiento son extremadamente duras, y su población joven carece de oportunidades. En este contexto, el proyecto Life Project For Youth (LP4Y) promovió la creación de un centro de formación dedicado a la integración social y profesional de jóvenes no escola-

rizados en situación de pobreza extrema y exclusión. En esta aldea verde, los jóvenes adultos de las ciudades de Makati y Manila son provistos de casas en zonas de reubicación para tener una mejor calidad de vida. Además, la aldea es una muestra de cómo una pequeña comunidad puede implementar conceptos sostenibles utilizando materiales locales y tecnologías respetuosas con el medio ambiente. Con el fin de crear una aldea autosostenible, SCPW junto con GNF introdujo una tecnología sostenible para el tratamiento de aguas residuales de la población, evitando el impacto en

los cuerpos de agua cercanos y en la salud de la población.

El filtro verde diseñado está conformado por cinco unidades diferentes, lo cual representa una nueva iniciativa para la adaptación de esta tecnología a diferentes escenarios:

- Unidad 1: Reactor anaeróbico.
- Unidad 2: Humedales construidos sub-superficiales de flujo vertical (2 unidades).
- Unidad 3: Humedal construido sub-superficial de flujo horizontal.
- Unidad 4: Humedal construido sub-superficial de flujo horizontal.
- Unidad 5: Estanque de biodiversidad.

Actualmente, el filtro verde está operando con una carga orgánica muy pequeña, ya que la aldea verde no está ocupada completamente y la unidad fue diseñada para tratar las aguas residuales generadas por 200-300 personas. El filtro es sostenido y mantenido entre el LP4Y y la SCPW. LP4Y hace el mantenimiento, asegurándose de que el filtro funcione de acuerdo al diseño, mientras que la SCPW monitorea la instalación.

La implementación de este proyecto conllevó una mejor difusión y una mayor sensibilización sobre la importancia del agua, el saneamiento y la biodiversidad mediante visitas de aprendizaje a la aldea verde con capacitaciones y actividades públicas realizadas por LP4Y y SCPW y representantes de diferentes sectores; organismos gubernamentales locales y nacionales, empresas privadas, ONG y la academia. Un ejemplo de estas actividades fue la presentación del filtro verde durante el Día Mundial del Agua en el 2017, con el tema “Agua y Aguas Residuales.”

Esta iniciativa tuvo un gran impacto a nivel local y nacional en términos



Letrero de entrada.



Filtro de flujo sub-superficial.



Filtro de flujo vertical.



Visita guiada de la Aldea Verde.

de gobernanza. La Oficina de Gestión Medioambiental mostró un gran interés en esta tecnología y organizó un seminario sobre la gestión de las aguas residuales basada en el ecosistema, para que los gobiernos locales desarrollen sistemas similares en otras comunidades; actualmente, SCPW ya está ayudando a dos municipios más a replicar esta tecnología. El Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales también manifestó su voluntad de incluir los filtros verdes en su Programa de Desarrollo de Áreas Integrales Sostenibles, ya que Laguna de Bay es uno de sus lugares prioritarios.

“Inmediatamente vi el potencial de los filtros verdes como una Estrategia de Adaptación Basada en el Ecosistema. Esta solución basada en la naturaleza puede ser introducida en comunidades, particularmente en las que están cerca de las vías fluviales.”

Albert A. Magalang, Jefe de la División de Cambio Climático, Oficina de Gestión Ambiental, Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



Inauguración: Noviembre 2018
Constructores: Biraturaba y la comunidad

Ejecutores: Biraturaba y GNF
Financiadores: Kärcher y SIKA

BURUNDI



El proyecto presentado a continuación es una experiencia llevada a cabo por Biraturaba, una asociación sin ánimo de lucro que trabaja por los derechos de los burundeses y las burundesas. Su propósito es apoyar a las comunidades locales a mejorar su calidad de vida, luchando contra las desigualdades y la marginación a las que se enfrentan, para así conseguir “un Burundi unido y pacífico donde cada actor entienda y desempeñe plenamente su papel en favor del desarrollo integral y sostenible”.

El lago Tanganyika es uno de los grandes lagos de África y de él viven muchas poblaciones ribereñas de tradición pesquera. Este gran lago, en la frontera entre la República Democrática del Congo, Tanzania, Burundi y Zambia, es, además, una fuente importante de agua.

Desafortunadamente, esta fuente de vida se encuentra en una situación de alto riesgo. A partir de los 200 m de profundidad, el agua del lago Tanganyika es casi anaeróbica debido a su falta de recirculación. Esto afecta gravemente a la fauna del lago, con más de 280 especies endémicas, y a las más de 45 000 personas que trabajan en la industria pesquera y tienen en el lago su fuente de alimento más importante. Las comunidades ribereñas a menudo tienen dificultades para acceder al agua potable segura. Hay muy pocos pozos en la zona cercana al lago, por lo tanto, la gente consume el agua no tratada directamente del lago o de sus ríos

tributarios. Debido a este consumo inseguro de agua contaminada, aparecen periódicamente casos de enfermedades como el cólera. Este mal estado de salud del lago Tanganyika se debe principalmente a tres factores:

- La contaminación por cargas excesivas de sedimentos y nutrientes causada por la erosión de su cuenca hidrográfica y los desechos industriales y urbanos.
- La pesca intensiva con métodos inapropiados.
- Las actividades humanas (construcciones, agricultura, etc.) en las zonas cercanas a la orilla del lago.

Gitaza, una población a las orillas del lago Tanganyika con alrededor de 3 000 habitantes, es una de las muchas poblaciones ribereñas que, por falta de recursos y oportunidades, contribuyen a contaminar el lago. Gitaza vive de la agricultura, el pequeño comercio, la pesca y algunos oficios. Esta población carece de sistemas de purificación de agua, de gestión de residuos sólidos y de tratamiento de aguas residuales. Biraturaba

está trabajando en esta área, con la ayuda de Global Nature Fund y la red Living Lakes, en dos líneas. Una línea de apoyo a la comunidad, enfocada en aumentar la disponibilidad de agua. Y una segunda línea para mitigar el impacto de las comunidades sobre la calidad de las aguas del lago Tanganyika. Para esto, Biraturaba implementó un proyecto con tecnología sostenible para el manejo de las aguas residuales de la Escuela Técnica Superior de Administración Mutumba en Gitaza.

Situada al norte de Gitaza, la Escuela Mutumba se encuentra en un terreno con pendientes muy pronunciadas que desembocan en un arroyo. Este curso de agua fluye desde el norte de la escuela hasta las casas vecinas en la parte sur. La escuela, con una comunidad permanente de 555 estudiantes, la mayoría de ellas chicas, cuenta con una cocina, dos comedores, 24 letrinas semisecas, 14 baños y 20 duchas. Los tres puntos principales donde se generan aguas residuales son la cocina, las letrinas y los baños con ducha. Hasta la implementación del proyecto, las aguas residuales de la escuela habían sido manejadas únicamente con fosas sépticas y pozos negros, sin contar con ningún tipo de tratamiento, lo que ha generado riesgos de infección y enfermedades y fuertes olores que afectan la calidad de vida de las residentes de la escuela y de la comunidad vecina. Debido a este diseño de manejo de aguas residuales tan precario e inseguro, pero a la vez tan común en comunidades rurales, en más de una ocasión el agua de los inodoros se desbordó, afectando a la escuela y a los vecinos. Todos estos residuos continúan hacia el río que desemboca en el lago Tanganyika generando una contaminación directa.

Ante esta situación, el proyecto consistió en la elaboración de una conexión de drenaje de las aguas residuales de la cocina y las unidades sanitarias a una planta de tratamiento a través de un filtro verde. El filtro construido en la escuela está compuesto por una serie de unidades de pretratamiento a la entrada del sistema y tres canales que permiten una lenta y suave descomposición de la materia orgánica de las aguas residuales. Del último canal, las aguas son devueltas al medio sin ningún efecto nocivo. Los

canales se protegieron con taludes y canaletas en la parte inferior de los muros de contención para evitar daños por el agua de escorrentía debido a las inclinadas pendientes del terreno.

Biraturaba llevó a cabo actividades de socialización, presentando las mejoras en el sistema de saneamiento e inodoros, el sistema de tratamiento del filtro verde y actividades de concientización y educación ambiental. Los participantes fueron las autoridades escolares, los profesores, las alumnas de la escuela y de escuelas de los alrededores y los vecinos de la comunidad. Se destacó el gran interés de los participantes en comprometerse lo más posible con el medio ambiente y con el mantenimiento del filtro, entre ellos el director de la escuela que se comprometió con mantener la infraestructura en perfectas condiciones. Al ser una tecnología totalmente nueva para la escuela y los hogares vecinos, se necesitó un apoyo inicial de Biraturaba para realizar el correcto mantenimiento del sistema.

El director de la escuela mencionó la importancia del filtro verde para el tratamiento de las aguas residuales de la escuela y, sobre todo, para la salud de las alumnas y el personal. Además, informa, que los conflictos con los hogares vecinos causados por los desbordamientos de aguas residuales han disminuido, mejorándose así la convivencia. La escuela ya no tiene que hacer una inversión periódica para el vaciado de los baños, pudiendo destinar estos recursos para actividades de educación ambiental. Y, por supuesto, el lago Tanganyika, este cuerpo de agua tan afectado, deja de recibir los residuos que le llegaban a través del río.



Uno de los canales del filtro verde.

Dada la gran eficiencia que tiene el sistema del filtro verde implementado para reducir la contaminación, se comprueba que esta opción representa una solución viable para escuelas y pequeñas comunidades con aguas residuales sin tratar. Este es el caso de numerosas comunidades en Burundi y en todo el mundo. Para que esto sea posible, es muy importante y necesario llevar a cabo actividades de intercambio de experiencias para reforzar los conocimientos y mejorar y adaptar las diferentes formas de implementación.

Edición



Global
Nature
Fund

Global Nature Fund (GNF)

Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell, Alemania

Teléfono: +49 7732 9995-0

E-Mail : info@globalnature.org

Página web: www.globalnature.org

Consejo Editorial: Julia Pérez Sillero.

Con textos de: Udo Gattenlöhner, Marion Hammerl, Martha Isabel Mejía De Alba, Diana Carolina Callejas Moncaleano, Alejandro Juárez, Norving Torres, Mauricio Valderrama Barco, Rosa Alvarenga, Julia Pérez Sillero, Felipe Valderrama Escallón, Antonio Guillém, Roelie Kloppers, Amy Leciones y Emmanuel Nshimirimana.

Corrección de estilo y traducción: José Vicente Gualy.

Diseño y ilustraciones: María José Gómez G.

Fotografías: Udo Gattenlöhner (Global Nature Fund), Instituto Corazón de la Tierra, Fundar, Fundación Humedales, Fundación Moisés Bertoni, Fundación Global Nature, Widlands Conservation Trust, Society for the Conservation of the Philippines Wetlands, Biraturaba.

Agradecimientos especiales a: Aníbal Benítez por su dedicación incondicional, Alfredo Palacios, Irella Mairena, Alain Mairena, Adalberto Díaz, Diana Díaz y un especial agradecimiento a las comunidades de Bocas del Carare, Pihuamo y La Estrella, Héroes y Mártires de Zaragoza, La Morena, Nueva Alianza y Mboi Jagua.





Con el soporte financiero de

