

# Biojardineria





Créditos

Escala

Categoría



Hogar



Barrio



Tratamiento  
de aguas

Espacio



Privado



Colectivo



Público

## Proyecto **Biodiver\_City**

Conceptualización y contenido: A-01 y GIZ

Normativa legal: Cedarena y A-01

Diseño gráfico: Clan y A-01

Fotografías: Manduca Audiovisual, GIZ y A-01

Esta ficha es parte de la guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza para la Gran Área Metropolitana de Costa Rica.

© 2021. MINAE-SINAC-GIZ

Esta publicación es producto de la cooperación entre los Gobiernos de Alemania y Costa Rica en el marco del proyecto Biodiver\_City – Establecimiento de Corredores Biológicos Interurbanos con el fin de promover el desarrollo urbano centrado en los beneficios de la naturaleza. [www.biocorredores.org/biodiver-city-sanjose](http://www.biocorredores.org/biodiver-city-sanjose)

Esta publicación puede citarse sin previa autorización con la condición que se mencione la fuente. Citar como: MINAE-SINAC-GIZ. 2021. Guía y catálogo de Soluciones basadas en la Naturaleza.

Las opiniones que el autor expresa en esta publicación no reflejan necesariamente las opiniones del Proyecto BiodiverCity y sus socios MINAE, SINAC y la GIZ.



**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Por encargo de:  
Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Descripción general

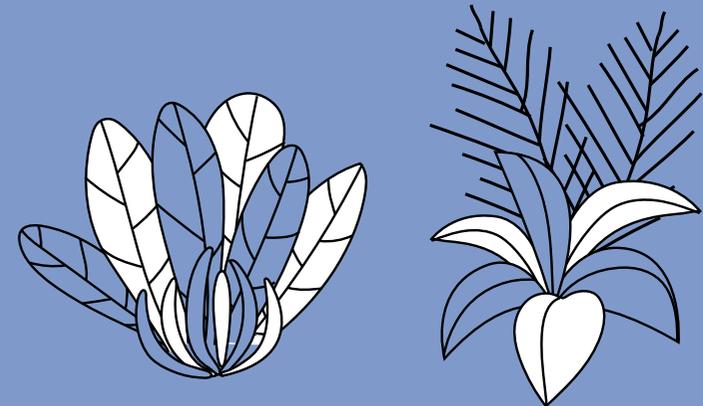
La biojardinera, también conocida como humedales artificiales de flujo horizontal sub-superficial es un sistema para el tratamiento, depuración y reutilización de aguas grises. Las aguas grises son las aguas residuales de duchas, lavatorios, pilas, lavadoras y cocinas. Aunque también existe la tipología que trata las aguas negras, es decir las aguas residuales de los inodoros (Zúñiga, 2015).

Es un sistema vivo donde interactúan varios componentes biológicos como las raíces de las plantas, la piedra y la velocidad en la que el agua circula dentro de la misma. Es una alternativa tecnológica para el tratamiento de las aguas residuales para viviendas, comunidades, industrias y hoteles, al contar con un mantenimiento más económica que las plantas de tratamiento a nivel de ciudad.

Su estructura se compone de un área excavada, la cual es impermeabilizada por un plástico o material arcilloso para incluir tres capas de apoyo en la depuración del agua. Primero, piedra de diferente granulometría que filtra el agua. Segundo, plantas de hábitat acuático que oxigenan el agua. Tercero, microorganismos que se desarrollan entre las piedras. Gracias a la oxigenación de las raíces de las plantas, las bacterias aeróbicas puedan colonizar el área y depurar el agua (Salas, 2018).

El agua que pasa por este proceso es reutilizada para el riego tanto de cultivos como jardines. En el caso del uso de aguas negras se debe de realizar un estudio de laboratorio para reconocer que las aguas mantienen niveles apropiados para su uso.

El Ministerio de Salud y el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) permiten este sistema de tratamiento domiciliar de aguas residenciales en Costa Rica a partir del 2004 gracias al Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residenciales N 39887-S-MINAE.



**Oficinas ACEPESA**

Zapote, San José, Costa Rica  
Coordenadas: 9°55'28"N 84°03'16"O

**Restaurante El Yugo**

Guápiles, Limón, Costa Rica  
Coordenadas: 10°12'32"N 83°54'00"O

**Vivienda Privada**

Turrialba, Cartago, Costa Rica  
Coordenadas: información privada.

**Parque Nacional Cabo Blanco**

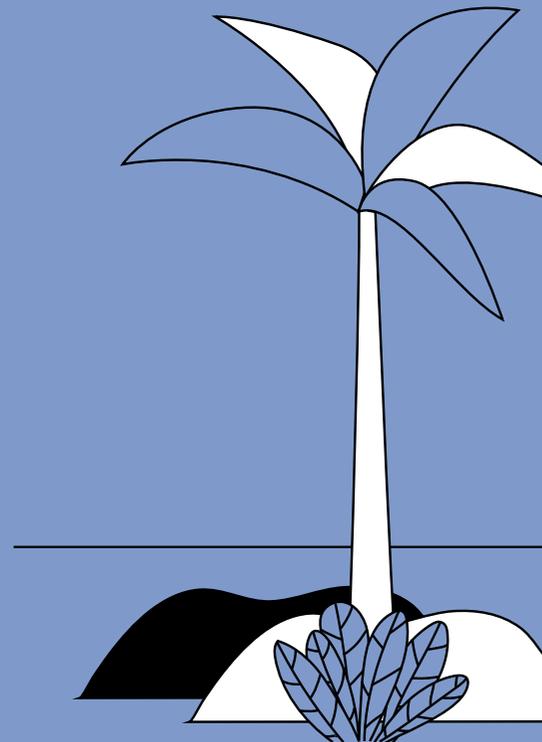
Nicoya, Puntarenas, Costa Rica  
Coordenadas: 9°58'69"N 85°09'38"O

Aspectos ambientales

La implementación de biojardineras en la ciudad contribuye a que se realice una planificación urbana amigable con el medio ambiente utilizando plantas para la limpieza de aguas grises. De esta forma, el tratamiento y la reutilización de estas aguas residuales para el riego de cultivos y jardines como también para el lavado de carros y limpieza de pavimentos reduce el consumo de agua potable. Se mejora el uso que se le da al agua, reduciendo su consumo por lo que le brinda un importante beneficio a la población y a la protección de este recurso.

Asimismo, esta necesidad adquiere una mayor relevancia durante la época seca debido a la escasez de agua de lluvia, sin embargo, esto no debe ser un impedimento para ser utilizado durante todo el año.

El agua residual al ser tratada, contribuye a reducir la contaminación del suelo o de los cuerpos de agua. Como consecuencia a esto se disminuye la contaminación de los mantos acuíferos, de los mares y de los océanos.





Servicios ecosistémicos que provee

- Sí aplica
- No aplica



- Secuestro y almacenamiento de carbono
- Clima local y calidad del aire
- Moderación de fenómenos extremos
- Regulación de los flujos del agua
- Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo
- Polinización
- Control biológico de plagas
- Tratamiento de aguas residuales
- Conservación de la diversidad genética
- Hábitat para especies
- Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia
- Apreciación estética e inspiración para la cultura, arte y diseño
- Turismo
- Actividades para la salud mental y física
- Recursos medicinales
- Agua dulce
- Materias primas
- Alimentos



# Implementación y mantenimiento

## Implementación

- 1 Para dimensionar las medidas de la biojardinería, se debe realizar un estudio del consumo promedio de agua para obtener un diseño del área acorde a la cantidad del afluente (ver la tabla de dimensiones de biojardinerías para distintos números de personas).  
La eficiencia en remoción del humedal es en función del área de superficie (largo por ancho), mientras que el área transversal (ancho por profundidad) determina el flujo máximo posible.

Tabla para el dimensionamiento de Biojardinerías

DIMENSIONES	UNIDADES	NÚMERO DE PERSONAS Y CONSUMO DE AGUA					
		4 personas 200 l/p.d	4 personas 120 l/p.d	7 personas 200 l/p.d	7 personas 120 l/p.d	10 personas 120 l/p.d	10 personas 120 l/p.d
B	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
L	m	5,00	4,00	6,00	6,00	13,00	8,00
H	m	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
l <sub>1</sub>	m	4,00	3,20	4,80	4,80	10,40	6,40
l <sub>2</sub>	m	0,50	0,40	0,60	0,60	1,30	0,80
e	m	0,05	0,04	0,06	0,06	0,13	0,08
h	m	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

Fuente: ACEPESA en Salas, 2018.

- 2 Se debe tomar en cuenta la ubicación del desfogue y canalización de los servicios o infraestructuras que pueden verse afectados por la construcción de la biojardinería; como cimientos, tanques sépticos, árboles, acometida de agua potable, internet y/o electricidad.
- 3 Se deben instalar 2 tanques de pretratamiento, adonde ingresan las aguas grises de la vivienda para permitirse un proceso de sedimentación, donde los sólidos descienden y las grasas flotan en la superficie. A estos tanques se les debe dar un mantenimiento semanal para maximizar la eficiencia del humedal.
- 4 Se realiza una excavación en forma de talud que entregue una mayor seguridad y fortaleza de aproximadamente 60-70 cm de profundidad. Se eliminan del fondo cualquier elemento irregular como piedras o raíces.
- 5 La excavación es forrada por un revestimiento impermeable o arcilla, para colocar encima sacos o cartones que protegen el material de las piedras de diferentes granulados. Se debe evitar el uso de arenas ya que es más propensa a obstruir el paso del agua para su filtración.
- 6 La biojardinería se divide en tres tramos; dos cortos a cada extremo y uno largo al centro. En los tramos cortos se coloca la piedra más gruesa y sobre ella las tuberías. La de entrada a 60cm de altura y la de salida a 10cm de altura. Al centro irá la piedra más pequeña.
- 7 Después del proceso de sedimentación, en el pretratamiento, las aguas son regadas en la biojardinería. Posterior a la primera entrada de agua, se siembra la vegetación adecuada para este tipo de hábitat, contemplando el tamaño y alcance de las raíces de las plantas. Normalmente se siembran a una distancia de 40-50 cm entre sí.  
Es gracias al proceso de fotosíntesis de las plantas, que las bacterias aeróbicas que se encuentra en las piedras pueden colonizar el área y apoyar la depuración del agua.

## Pretratamiento

- Las tuberías de aguas grises se conectan a dos tanques de pre-tratamiento, comúnmente desde una trampa de grasa donde son dirigidas a estos para que se realice el proceso de sedimentación donde los residuos sólidos bajan al fondo del tanque y las grasas se mantienen en la superficie.
- Los tanques deben tener una mayor capacidad al volumen de agua que se utiliza, ya que el proceso toma de 2 a 3 días. Este tratamiento es esencial para prevenir obstrucciones y garantizar la eficiencia de la biojardinera.
- Ese volumen definirá la altura en la que las tuberías en "t" se coloquen a la entrada y salida horizontal del tanque.
- La distancia entre los tanques y la biojardinera es de 50cm para provocar un flujo más lento y uniforme.
- En función de la "t" de entrada a la biojardinera, la cual debe estar a máximo 7cm por debajo de la toma de los tanques se identificará a qué profundidad se debe de enterrar los tanques.
- No se recomienda reutilizar recipientes que contuvieron químicos, plaguicidas o cualquier otra sustancia tóxica.

## Biojardinera

- El agua de los tanques de pretratamiento es regada mediante una conexión en "t" hacia un tubo superficialmente enterrado a 50-60cm del fondo, con perforaciones de 3cm de diámetro cada 5cm y con tapones en sus extremos. Este tubo distribuye el agua a lo ancho y de un lado de la biojardinera.
- En este punto, las aguas pasan al proceso de depuración entre piedras más gruesas a los extremos, piedras más pequeñas al centro y las raíces de las plantas distribuidas con una distancia de 40-50cm entre ellas.
- Las plantas deben sembrarse con al menos cuatro meses de vida para que logren adaptarse al medio.

## Recolección

- En el fondo de la excavación se encuentra otro tubo superficialmente enterrado a 10cm de profundidad, con perforaciones de 3cm de diámetro cada 10cm y con tapones en sus extremos. Este tubo recolecta el agua a lo ancho de ambos lados cortos de la biojardinera. Mediante una conexión en "t" en el centro del tubo, se conectará a otra tubería para llevar las aguas a un recipiente para su uso o para redirigir su curso natural.
- El agua que resulta de este proceso no es potable, aun cuenta con contaminante residuales, pero aun así es apta para el riego de cultivo y jardines como también limpieza de carro o de pavimentos.

El mantenimiento debe concentrarse en garantizar que el pretratamiento sea eficaz para reducir la concentración de sólidos en las aguas grises antes de que entren al humedal.

Las actividades de mantenimiento son sencillas pero importantes para garantizar el adecuado funcionamiento de la biojardinera y la eficiente remoción de contaminantes.

- 1 Tanques de pretratamiento, deben limpiarse con un colador cada 8 días para sacar las grasas de las superficies y los sólidos del fondo.
- 2 Piedras granulada, con el tiempo se obstruyen con sólidos acumulados y biopelícula bacteriana por lo que el material de la superficie requiere ser remplazado cada 10 años.
- 3 Desyerbar, es importante eliminar las plantas que puedan competir con la vegetación sembrada en el humedal.
- 4 Se recomienda llevar una hoja de control de mantenimiento que indique la fecha y personas que realizo el trabajo.

En el caso de que no reciba el mantenimiento adecuado se puede inducir el riesgo de esparcir contaminante al entorno.

## Materiales y herramientas

- Tubería para agua, "t", tanques o estaño de plásticos para el tratamiento primario.
- Azada, palas y/o patines para la remoción del zacate y la tierra.
- Plástico de 0.7mm de espesor como impermeabilizante, cartón o sacos para su protección.
- Piedra tipo gavión o de río de 4-5 pulgadas para los tramos laterales y piedra cuarta para el tramo central.
- Plantas herbáceas y/o arbustivas para la siembra.

## Recursos financieros

La cantidad de material que se utilizará en cada espacio dependerá de las dimensiones, condiciones y diseño de cada biojardinera específico, además de la selección de los materiales inertes y vivos, según criterios funcionales y estéticos.

Costos por m<sup>3</sup> de granulados:

- Piedra bola de río: CRC 26,548.67 + IVA
- Piedra cuartilla (25 mm): CRC 16,814.16 + IVA

Costos de otros materiales:

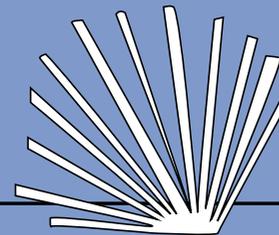
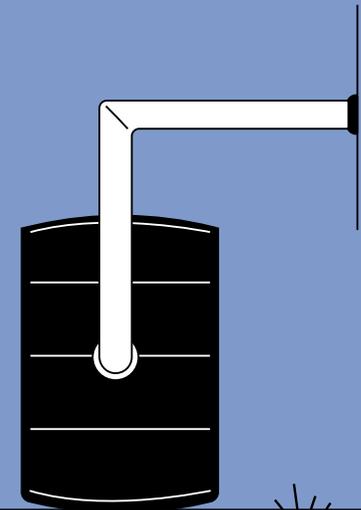
- Estaño plástico 55 galones con tapa y aro: CRC 35,398.23 + IVA
- Plástico negro doble ancho 2m: CRC 570 + IVA
- Saco de polipropileno blanco: CRC 265.49 + IVA

El costo de los accesorios mecánicos como tubos sanitarios, uniones, codos, tapones, llaves de paso y pegamento deben ser considerados según las dimensiones de cada biojardinera y la distancia entre la salida de agua hacia la misma.

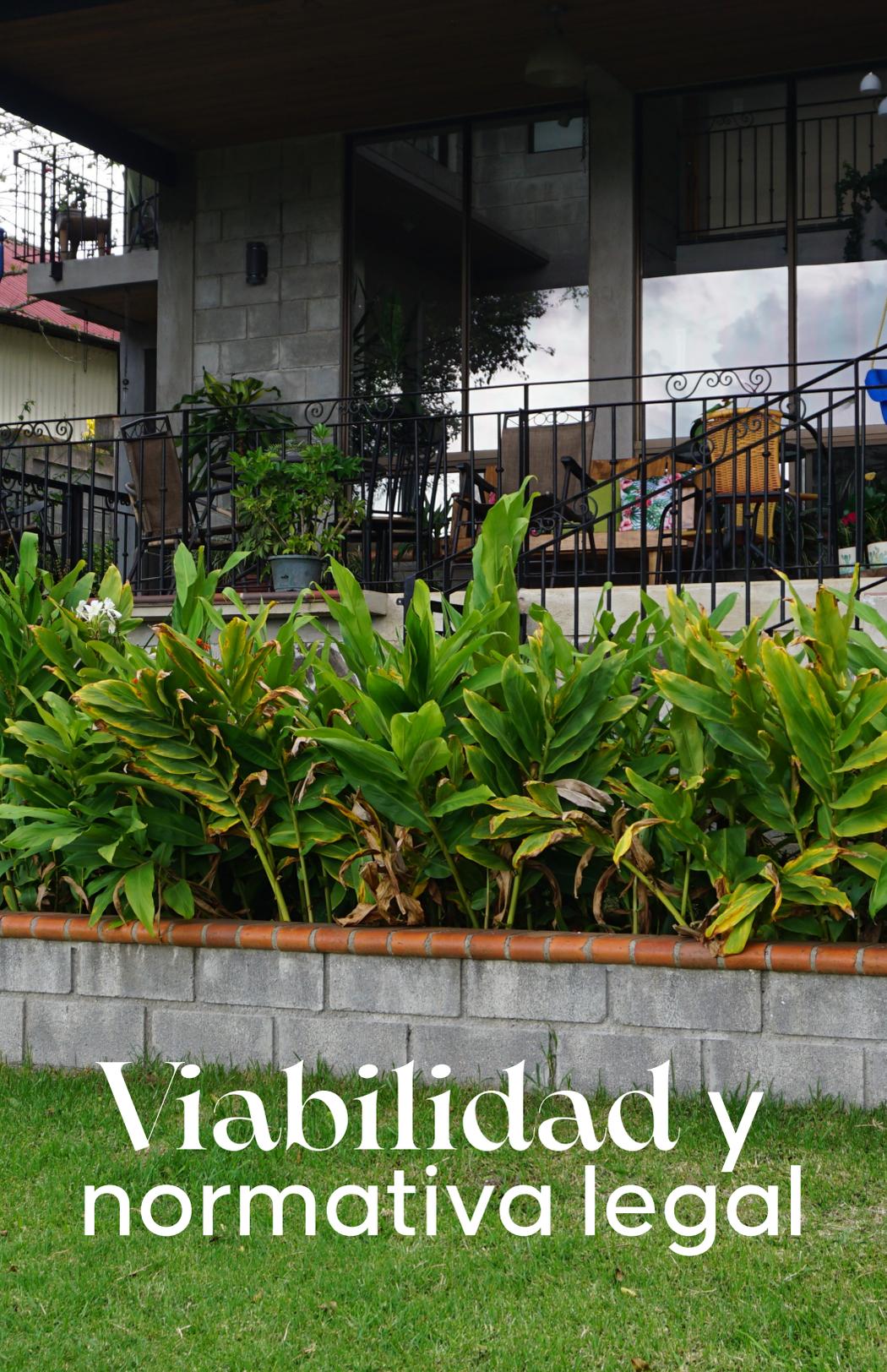
La cantidad de individuos de vegetación dependerá de su hábito de crecimiento, madurez y condición. En 2020 osciló entre:

- Herbáceas de CRC 450.00 a CRC 3,500.00 +IVA
- Arbustos CRC1,500.00 a CRC 6,000.00 + IVA

Existen costos indirectos como las herramientas, mano de obra o transporte de materiales que se deben considerar según cada caso específico.







# Viabilidad y normativa legal

## Viabilidad

### Riesgos

El proceso de pre-tratamiento es primordial para garantizar el adecuado uso de la biojardinería, sin éste se pueden dar obstrucciones que dañan el sistema.

### Limitaciones

Es importante que el sistema se construya con las dimensiones necesarias según el consumo de agua ya que su eficiencia se basa en el tiempo de retención hidráulica, que varía entre 3 a 5 días, y donde el agua saliente tendrá una mejor calidad. Esto toma en cuenta que a mayor tiempo de retención, mayores serán las dimensiones y los costos de biojardinería.

### Oportunidades

La biojardinería puede ser construida para abarcar un sistema parcial de aguas residuales, donde se contempla solo un servicio sanitario o el fregadero, de acuerdo al área disponible según cada sitio.

Son una oportunidad para limpiar el agua que utilizamos a un costo menor con respecto a la inversión que implica una planta de tratamiento y su mantenimiento por parte de un gobierno local.

Además, al fluir el agua debajo de la superficie se reduce el contacto con organismos patógenos y por consecuencia el riesgo a la creación de criaderos de mosquito.

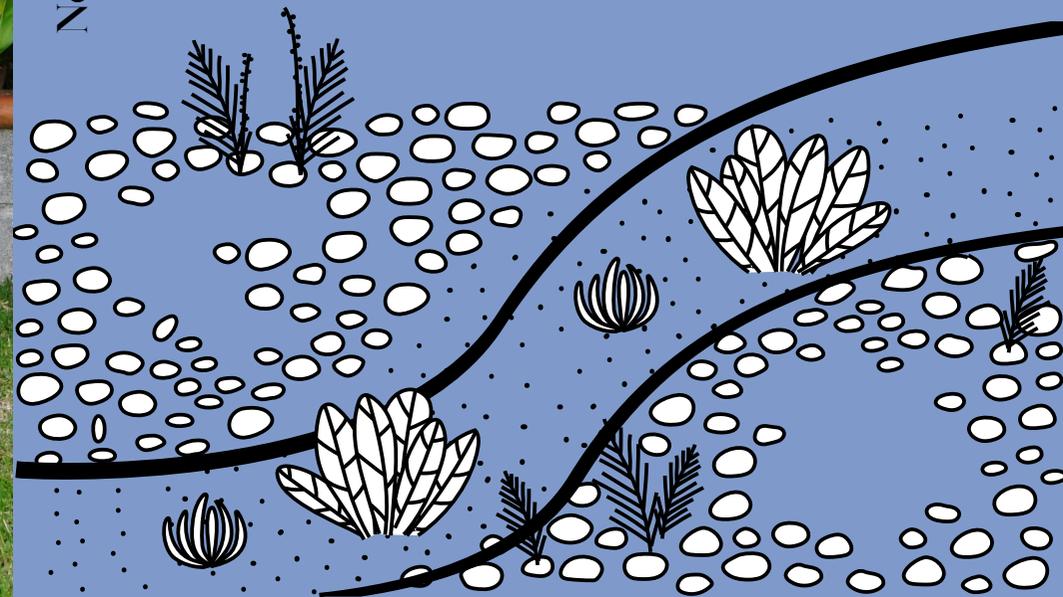
## Normativa legal

A. Decreto Ejecutivo N°42465- MOPT-MINAE-MIVAH, Lineamientos generales para la incorporación de las medidas de resiliencia en infraestructura pública.

<http://repositorio.mopt.go.cr:8080/xmlui/handle/123456789/4429>

B. Decreto Ejecutivo N°39887-S-MINAE, Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamientos de Aguas Residuales.

[www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC)





# Referencias y contactos

## Entidades y personas expertas

A-01 (A Company / A Foundation)  
Arq. Oliver Schütte, Urbanista  
M.Sc. Samantha Montoya, Arquitecta del Paisaje  
[www.a-01.net](http://www.a-01.net)

Asesor en Agua y Saneamiento  
Eliás Rosales-Escalante, Ing. Civil e Ing. Sanitario  
[erosales.cr@gmail.com](mailto:erosales.cr@gmail.com)

Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente  
Ing. Maritza Marín Araya  
[www.acepesa.com](http://www.acepesa.com)

Consost, Construcción Sostenible  
Ing. Pablo Mora  
[www.consost.com](http://www.consost.com)  
Sphera  
Ing. Roberto Meza  
[www.sphasostenible.com](http://www.sphasostenible.com)

Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería de Biosistemas  
Ing. Ronald Aguilar  
[www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr](http://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr)

Universidad Nacional, Escuela de Química  
Ing. Carolina Alfaro, Laboratorio de Gestión de Desechos  
[carolina.alfaro.chinchilla@una.ac.cr](mailto:carolina.alfaro.chinchilla@una.ac.cr)

## Referencias bibliográficas

Cubillo Paniagua, M., Gómez Solís, W. (2017). Biojardineras como alternativa para el tratamiento de aguas residenciales: experiencia en cinco biojardineras en las comunidades de Barra Honda y La Vigía de Nicoya, Guanacaste. En: *Revista Universidad en Diálogo*. Universidad Nacional. Vol 7. N°1 p. 69-87.  
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/17553/Biojardineras%20como%20alternativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moncada, S. (2011). *Evaluación del diseño de una biojardinería de flujo subsuperficial para el tratamiento de aguas grises en Zapote, San José*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
[www.repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2874/Informe\\_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/2874/Informe_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Salas, J. (2018). Biojardineras: los humedales artificiales "ticos". En: *iAgua*.  
[www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/biojardineras-humedales-artificiales-ticos-i](http://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/biojardineras-humedales-artificiales-ticos-i)

Sistema Costarricense de Información Jurídica (2016). *Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residenciales* N. 39887-S-MINAE.  
[www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=82487&nValor3=105490&strTipM=TC)

Tilley E., Ulrich L., Lüthi C., Reymond P., Schertenleib R., Zurbrügg C. (2014). *Compendio de Sistemas y Tecnologías de Saneamiento*, Banco Interamericano de Desarrollo y Hábitat para la Humanidad. 2da Edición Revisada. ISBN: 978-3-906484-67-9 p. 116.

Zúñiga, S. (2015). *Proyecto Mejoramiento en el tratamiento de aguas residuales a través de biojardineras*. Sistema de Información Académica (SIA). Formulación de proyecto académico. Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional. Nicoya, Costa Rica.

Molina, R. (29 de enero de 2016). Biojardineras para aprovechar y canalizar aguas residuales. *El Guardian*.  
<https://elguardian.cr/entretenimiento/biojardineras-ofrecen-alternativa-ante-escases-de-agua-y-altos-recibos>

Oficina de Prensa - Ministerio de Salud (Sin fecha). *Nuevo reglamento introduce mejoras sustanciales a regulación vigente en materia de tratamiento de aguas residuales*.  
[www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/1009-nuevo-reglamento-introduce-mejoras-sustanciales-a-regulacion-vigente-en-materia-de-aguas-residuales](http://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/1009-nuevo-reglamento-introduce-mejoras-sustanciales-a-regulacion-vigente-en-materia-de-aguas-residuales)

Ruiz, F. (15 febrero de 2019). Humedal artificial: una propuesta para el manejo de aguas residuales. *Noticias UCR*.  
[www.ucr.ac.cr/noticias/2019/02/15/humedal-artificial-una-propuesta-para-el-manejo-de-aguas-residuales.html](http://www.ucr.ac.cr/noticias/2019/02/15/humedal-artificial-una-propuesta-para-el-manejo-de-aguas-residuales.html)

Vargas, A. (29 de Julio de 2019). Humedal artificial purifica agua de lechería herediana. *La Nación*.  
[www.nacion.com/ln\\_ee/2009/julio/29/aldea2041288.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2009/julio/29/aldea2041288.html)

Eco-Inventos. Biojardineras que permiten reutilizar las aguas grises o jabonosas para fines domésticos  
[www.ecoinventos.com/biojardineras](http://www.ecoinventos.com/biojardineras)

FAO: servicios ecosistémicos y biodiversidad  
[www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es](http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es)

WWF: glosario ambiental  
[www.wwf.org.co/en/?324210/Glosario-ambiental-Servicios-ecosis-que](http://www.wwf.org.co/en/?324210/Glosario-ambiental-Servicios-ecosis-que)

Biojardineras  
[www.youtube.com/watch?v=WBCQNnw24JY](http://www.youtube.com/watch?v=WBCQNnw24JY)

Biojardineria o humedal artificial para tratamiento de aguas residuales. ACEPESA  
[www.youtube.com/watch?v=kcWzsX\\_Nla](http://www.youtube.com/watch?v=kcWzsX_Nla)

Como construir una Biojardineria  
[www.youtube.com/watch?v=kSFGruGQkTl](http://www.youtube.com/watch?v=kSFGruGQkTl)

