



# 1 Congreso Ríos urbanos: Renaturalización del Río Choluteca a su paso por Tegucigalpa



Daniel Flores Hinojosa  
Ángel González Morales  
Julián Lebrato Martínez

Grupo Tar, Ingeniería para transformar.  
Universidad de Sevilla, 2021.

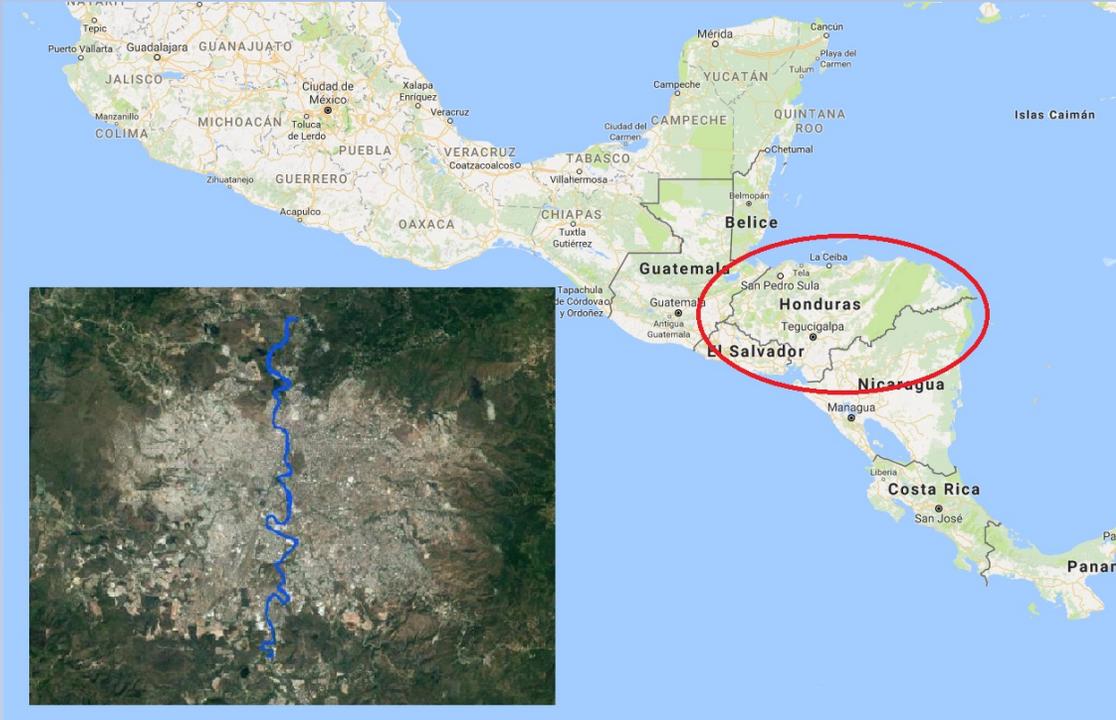
## Resumen

El río Choluteca a la altura de Tegucigalpa se encuentra en una situación de deterioro ambiental, con una ribera deforestada y una elevada contaminación de sus aguas.

En este proyecto, se presenta el diseño de una serie de actuaciones encaminadas a la recuperación ambiental de un tramo piloto del río. Para que posteriormente, puedan ser extensibles al resto del río para su restauración.

Esto se realizará mediante la renaturalización de su ribera y la mejora de la autodepuración del río. De modo, que se pueda mejorar la calidad del agua, y se recupere la ribera. Creando un entorno urbano de mayor valor ambiental y paisajístico

# Introducción



Elaboración Propia

250 km de extensión → Cuenca de 7580 Km<sup>2</sup>  
1,5 millones de habitantes → 20% población Honduras

Experiencias pasadas fallidas del  
BID, AMDC, Cooperación internacional...etc



“Plan Maestro del Casco Histórico de Tegucigalpa”  
AECID Universidad de Sevilla, 2017.



Diseño Actuaciones Piloto



Renaturalización del Río  
Choluteca a su paso por  
Tegucigalpa

Bajo impacto  
ambiental

Baja intensidad  
de carbono

Elevada eficiencia  
energética

# Identificación de la cuenca

- Vertiente del pacífico
- 250 Km
- Francisco Morazán, El Paraíso y Choluteca
- Cuenca más pobladas del país





Rio Choluteca a su paso por Tegucigalpa (Honduras), esta prácticamente sin cubierta vegetal ni forestal, naturalizarlo es recuperar su cubierta vegetal y forestal y por ello la vida en su seno.



Rio Choluteca en un tramo anterior a su paso por Tegucigalpa

<https://aula.aguapedia.org/course/view.php?id=45>

Grupo Tar Universidad de Sevilla, España.



## Medio Biótico



Elaboración Propia

Ribera deforestada

Fauna visualmente  
inexistente



Elaboración Propia

## Medio Antrópico

- ❖ Elevado índice de pobreza
- ❖ Rápido Crecimiento demográfico: 300.000 Hab. (1974) a 1.200.000 Hab. (2016) → 400% en 40 años
- ❖ Graves desastres naturales (Mitch 1998)



Caristia y mala gestión de los servicios urbanos



Solo 17% de las ARUS son tratadas (SANAA)

# Diagnostico Ambiental del Río Choluteca

## Calidad del Agua



Estudio de prefactibilidad de saneamiento y drenaje de la ciudad de Tegucigalpa, Honduras, 2016 (BID).

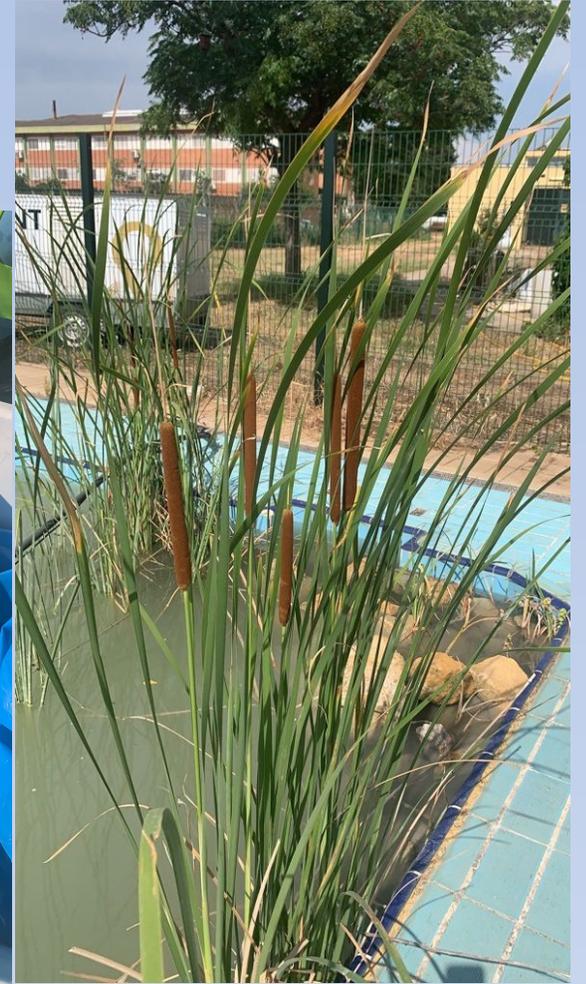
Punto vertido a considerar	Punto de monitoreo asociado	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)	SS (mg/l)
Grande del sur	STIBYS	540	900	360
Guacerique	El Country y Juan Ramón Molina	480	800	320
Sapo	El Sapo	480	1000	360
Cerro grande	-	330	550	220
Chiquito	Chiquito/La Pagoda	360	600	240

### Hipótesis de partida

- Materia orgánica en suspensión
- Nutrientes: Nitrógeno y Fosforo
- Aceites y grasas
- Sólidos y residuos urbanos en suspensión
- Coliformes

# Referencias Grupo TAR, Universidad de Sevilla:

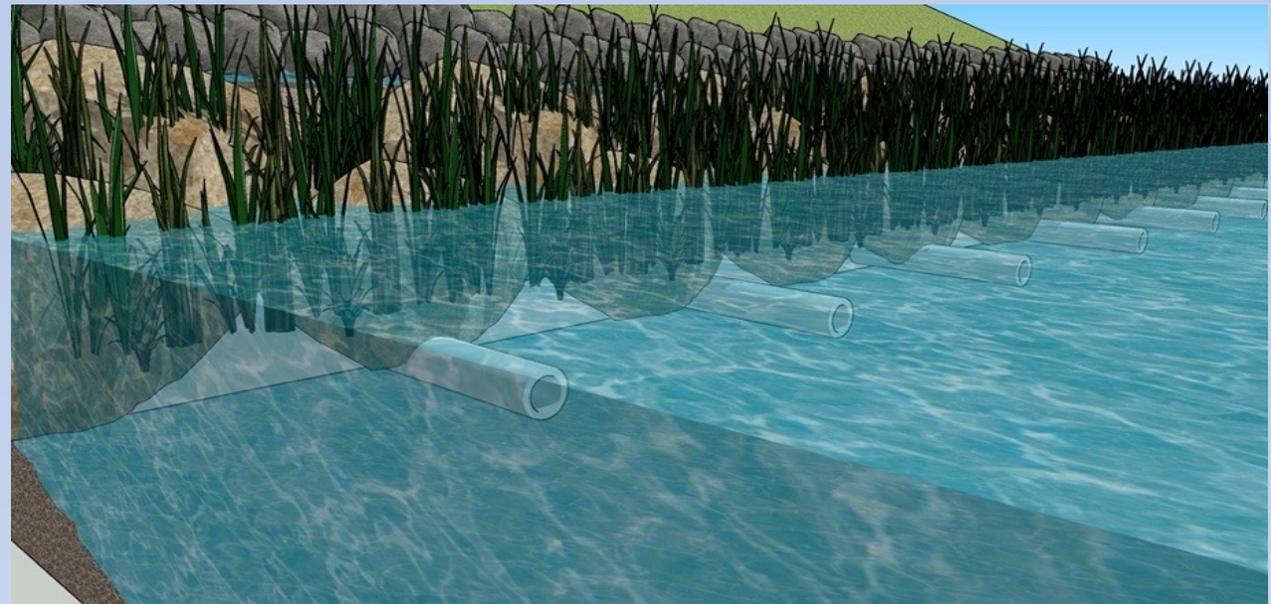
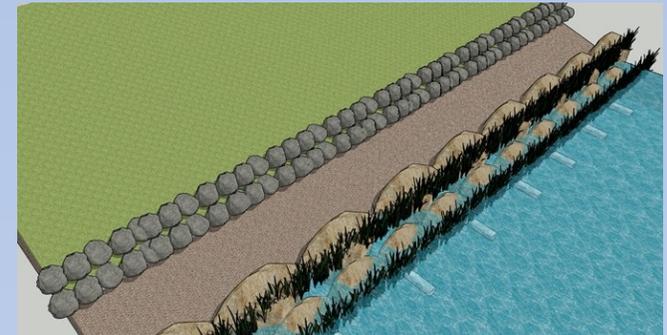
- Plan maestro centro histórico Tegucigalpa 2017
- Estuario del río Guadalquivir, Sevilla 2020
- Exceso biomasa verde río Guadiana 2021
- Estanque experimental grupo Tar en Torreblanca verde, Sevilla, España 2016
- Naturalización Estanques, Sevilla, España 2018 -2020
- Propuesta Paseo fluvial río Coy, Perú. 2017
- Propuesta recuperación río Acelhuate, El Salvador 2018





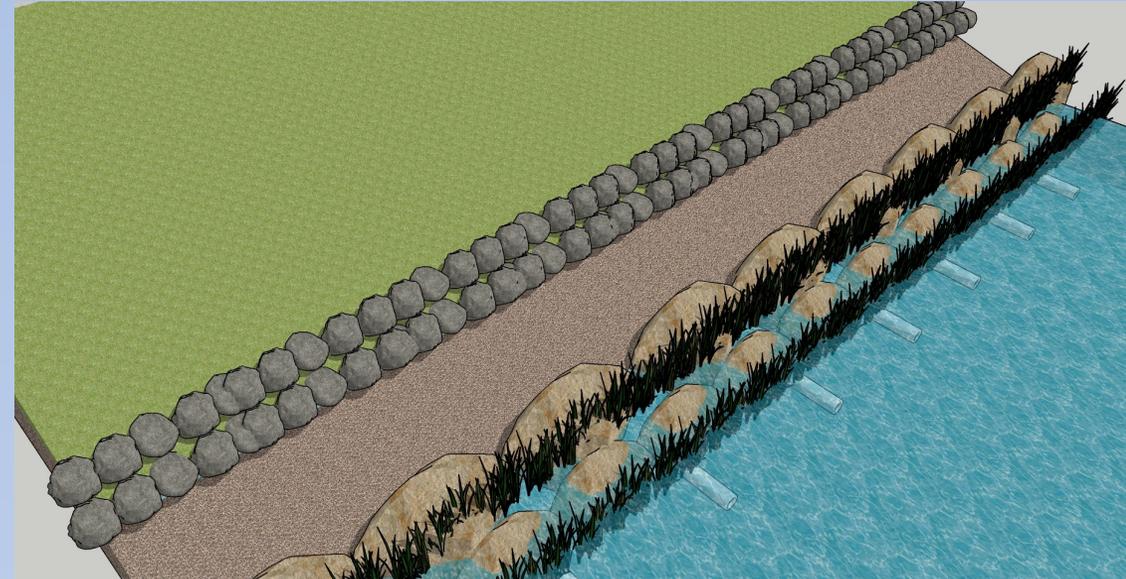
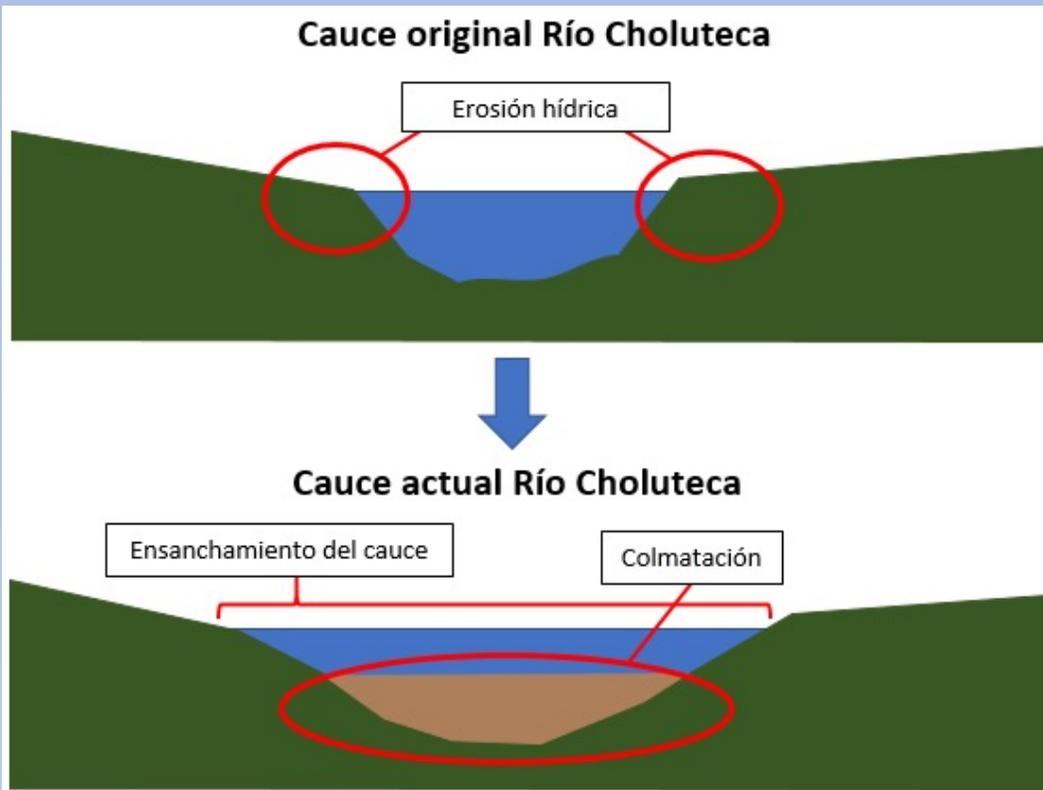


# Propuesta Grupo Tar, Transformar el río Choluteca: 1.- Estabilización de la orilla o ribera.



**Estabilización de la ribera del Choluteca con doble espigón paralelo a la orilla, experiencia piloto de 20 m de ribera.**

# Mejora de la Morfología hídrica, estabilización de ribera y taludes

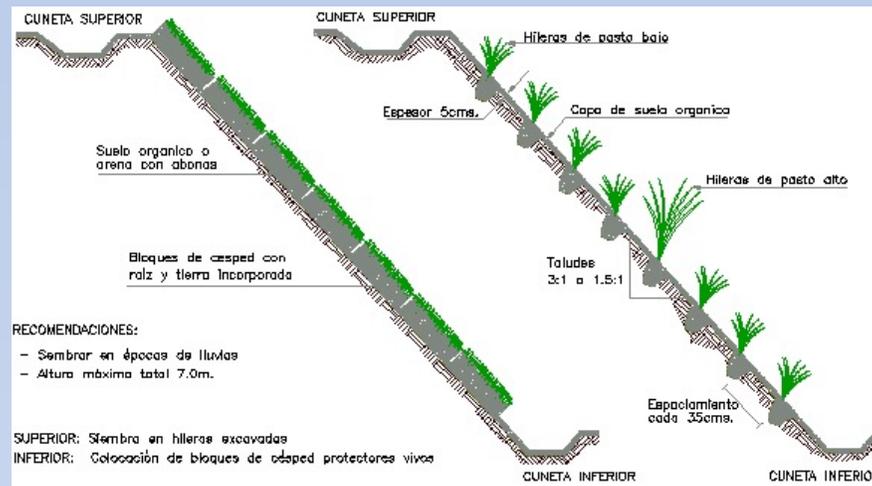


## Estabilización de taludes

Estabilización Pasiva y Activa



Control de la erosión y deslizamientos



Crecidas encauzadas por la vegetación de ribera



Arrastre de sedimentos no consolidados



Dragado natural

# Filtro Verde Genérico, recuperación de la ribera

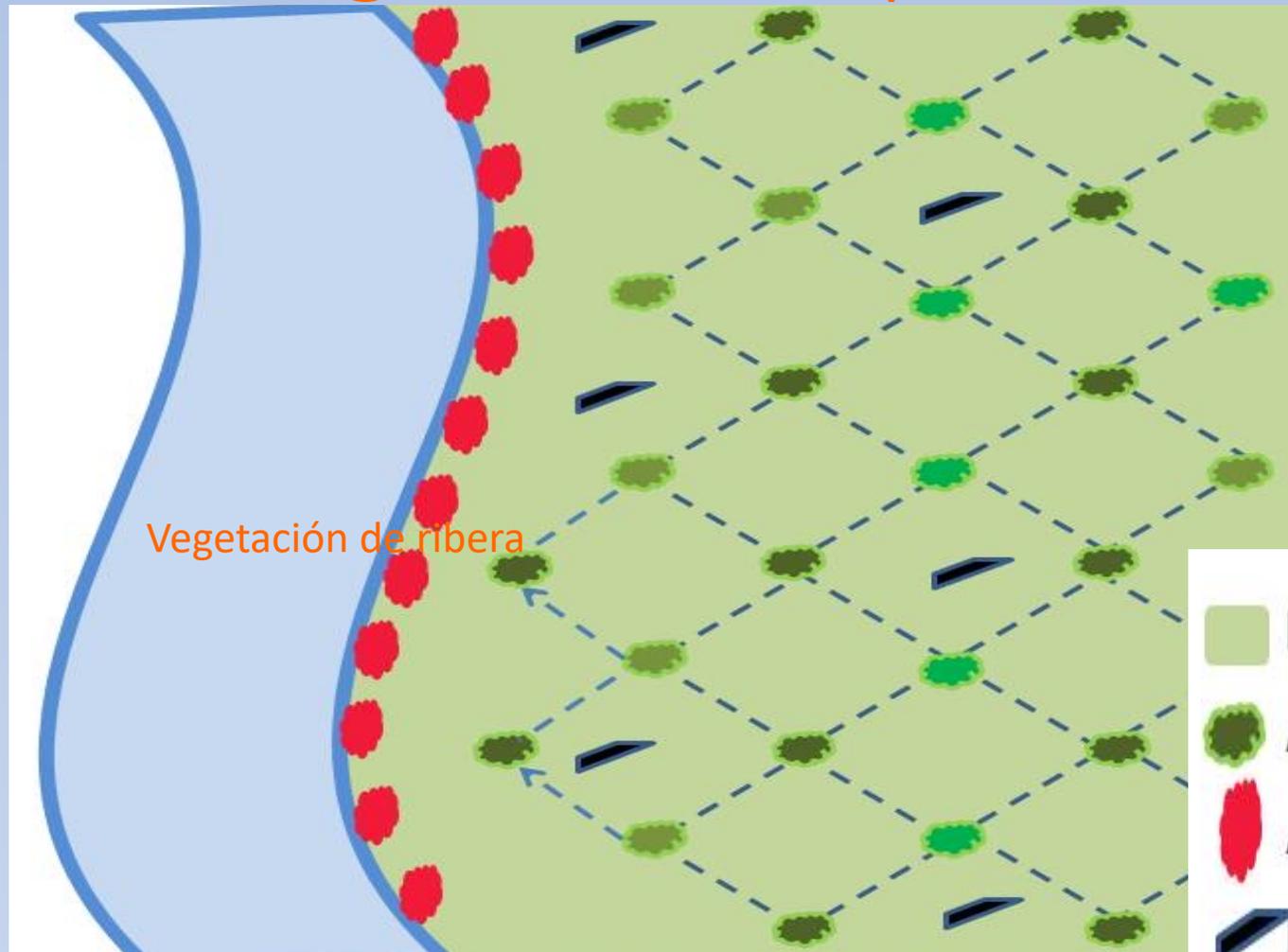


**Propuesta Grupo Tar,  
Transformar el rio Choluteca:**

**Gestión ambiental**

**Renaturalización  
Fluvial**

# Esquema revegetación, ribera, bosque de galería, bosque autóctono.



- Plantas herbáceas
- Árboles
- Arbustos – Plantas aromáticas
- Perchas artificiales

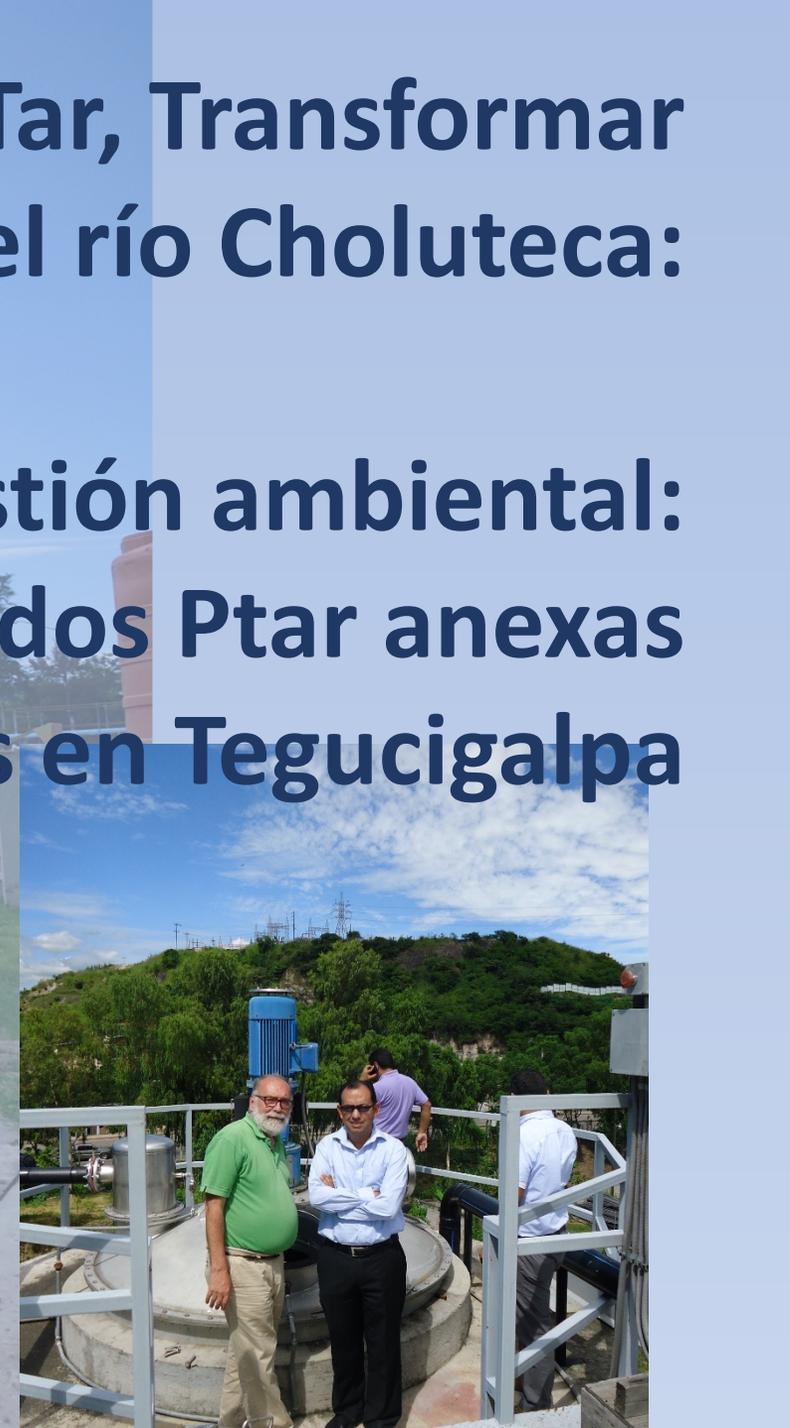
# Propuesta Grupo Tar, Transformar el río Choluteca:

Visita Ptar San José

2017

Tegucigalpa

## 2.1- Gestión ambiental: Rediseño de las dos Ptar anexas existentes en Tegucigalpa

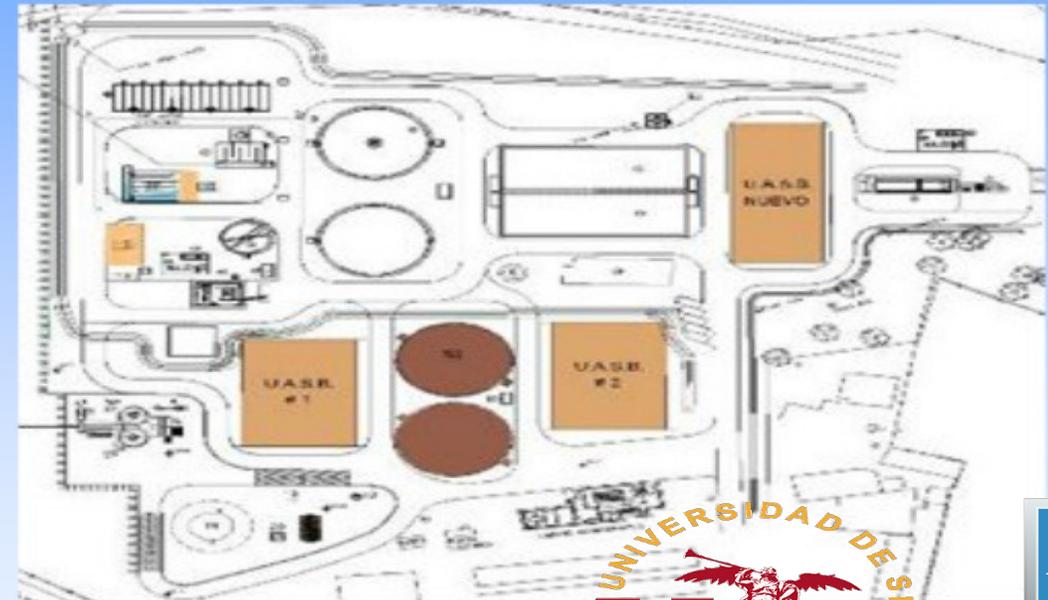


**Existen dos Ptar anexas: la de San José y la de PPPrac San:**  
Se propone la integración de las dos PTARs de Tegucigalpa para aumentar el número de habitantes servidos (hasta llegar a tratar 350.000 habitantes) y, además, obtener biogás con producción de energía eléctrica para autoconsumo en la PTAR.

Actual



Integrada



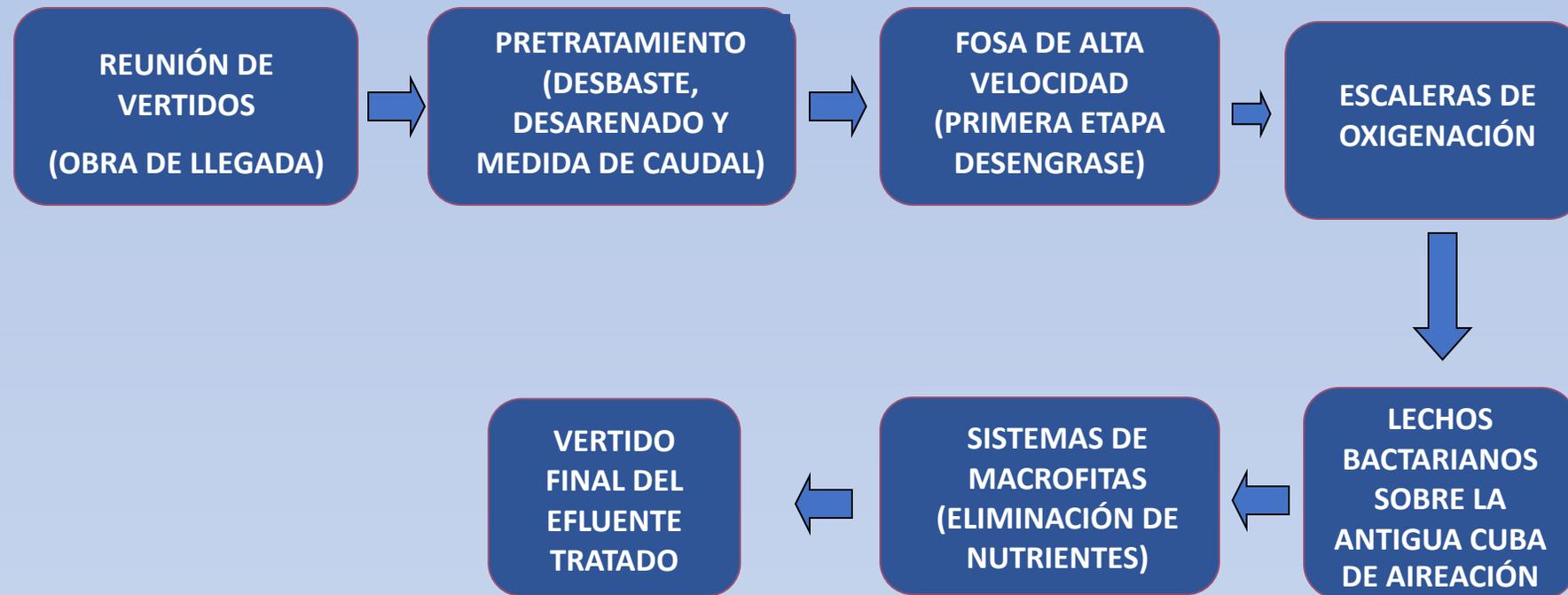
# El Grupo Tar trabaja en la Digestión PTAR Copero (700.000 hab.) en Sevilla



Asistencia Técnica para la mejora de la digestión y codigestión anaerobia, con residuos agroindustriales para la mejora de la producción de biogás y la generación eléctrica derivada. Grupo Tar 2016 -2020

La PTAR genera hasta un 90% de los KW totales necesarios para su funcionamiento

**SOLUCIÓN PROPUESTA. LÍNEA DE AGUA, SISTEMAS NATURALES DE ALTA VELOCIDAD, DESARROLLADOS POR EL GRUPO TAR EN LA PTAR CONJUNTA, APROVECHANDO LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.**



- Uso de filtros verdes para eliminar Nitrógeno y fosforo:

- ✓ Salida de EDARs, también llamadas PTARs en Latinoamérica, para la eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo).
- ✓ Mejoradores de cauces fluviales, a la salida de vertidos controlados o incontrolados.

- Ejemplos en España los podemos encontrar en Valencia o el Marjal de

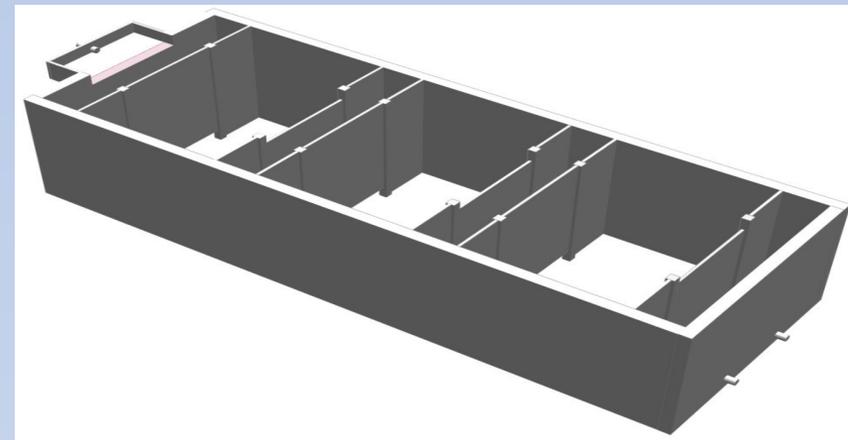


Tancat de la Pipa  
(Albufera de Valencia)



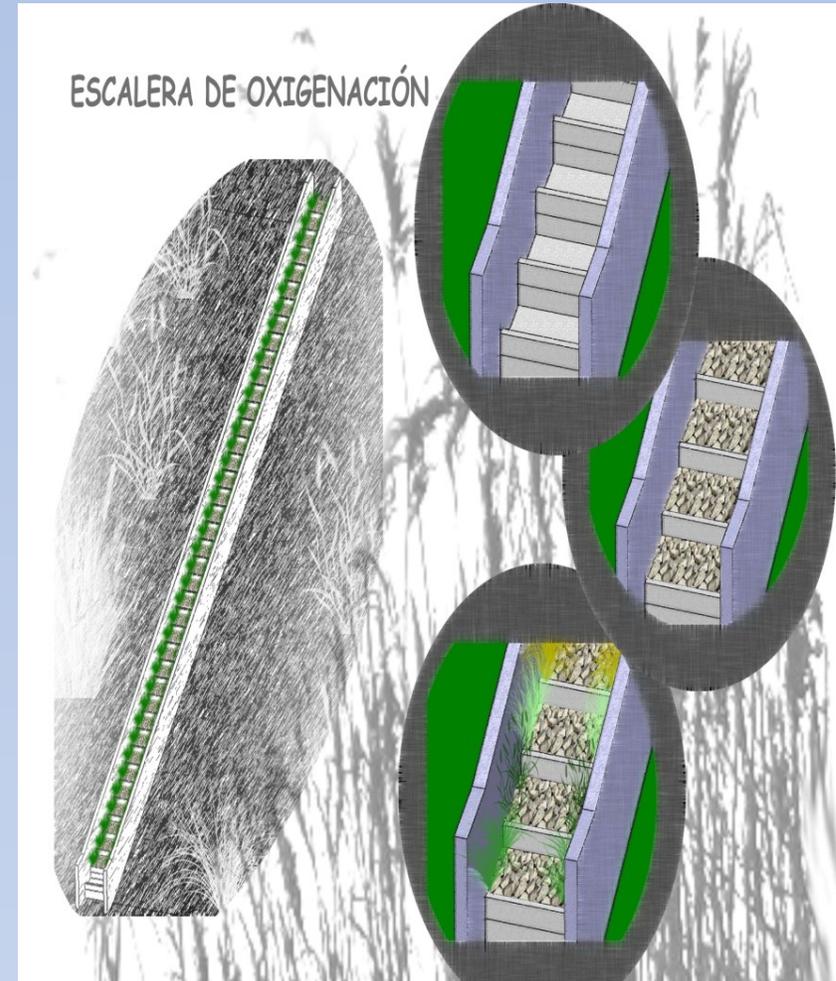
# CONVERSIÓN DE CAMARA DE AIREACIÓN A FOSA ANAEROBIA DE ALTA VELOCIDAD

- La cuba de aireación existente será convertida en una fosa anaerobia de alta velocidad.
- En su interior se dispondrán de una serie de tajaderas que dividen el espacio en varios compartimentos, los cuales fuerzan al agua a seguir un circuito en zigzag, obteniéndose, de esta forma, un mayor volumen útil.
- El paso de un compartimento a otro se hace con la entrada de agua por la parte inferior y la salida por la parte superior.
- La fosa anaerobia mejora la calidad del agua residual en base a fenómenos de sedimentación y degradación biológica anaerobia de la materia orgánica, favorecida por el contacto con el lodo anerobio, que también beneficia la reducción de la cantidad de sólidos en suspensión y sólidos disueltos del agua.



# ESCALERAS DE OXIGENACIÓN. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- Básicamente consiste en una serie de escalones donde el agua vertida desde la fosa, por desborde, recorre la escalera por cada uno de sus peldaños.
- En cada salto de agua, se demuestra y comprueba experimentalmente que se obtiene una oxigenación del agua a tratar.
- Longitud del escalón: 0,5 m.
- Anchura del escalón: 0,5 m.
- Altura del escalón: 0,35 m.
- Rendimiento estimado en reducción de carga orgánica (DBO5) : 54%.



Saneamiento y Depuración de aguas residuales en Olof  
Palme, Managua, Nicaragua.  
Sistemas naturales de alta velocidad, SNAV, desarrollados  
por el grupo Tar.

Sistemas sin coste energético



Con escuela de Plomeros en  
Managua, Nicaragua

Desarrollo social, formación y capacitación

PTAR Ocotepeque (2.000 hab.), Llano largo y La labor → Construcción realizada por la empresa hondureña DOVELA con los diseños del Grupo TAR.

Las aguas tratadas cumplen con la normativa hondureña.

Sistemas sin coste energético





## Propuesta Grupo Tar, Transformar el río Choluteca:

- 1.- Renaturalización Fluvial
  - 2.- Gestión ambiental
  - 3.- Recuperación participativa
- Apadrinamientos de de tramos**



## TALLER CIUDADANO:

- Adoptar un tramo de río significa poner en marcha en ese tramo una acción de custodia fluvial con participación social y ciudadana.
- Cada asociación o grupo de ciudadanos se “encarga” de la recuperación de un tramo de río.



# Objetivos

- Mejorar autodepuración del río.
- Recuperar la fauna y flora de la ribera
- Reducir la erosión hídrica y disminuir la necesidad de dragados
- Reducir la magnitud de las crecidas e inundaciones
- Estabilización de las taludes
- Mejora del paisaje del río y propiciar la eliminación de malos olores
- Permitir la creación y el desarrollo de un tejido económico entorno al río Choluteca

## Propuesta demostración:

Tramo piloto de 1 Km de extensión del río

Objetivos:

Renaturalización del Río  
Choloteca a su paso por  
Tegucigalpa



Mejora y recuperación del río de su estado  
de degradación actual, a un estado más  
cercano al original



Restaurar el equilibrio roto por el ser  
humano y hacer el entorno compatible  
con el desarrollo urbano

- 0) Estabilización de la ribera y recuperación de taludes
- 1) actuaciones de mejora de la capacidad natural de autodepuración del río frente a los contaminantes
- 2) recuperación de la ribera mediante la revegetación de los márgenes del cauce y la restauración de sus ecosistemas
- 3) mejora de la morfología hídrica del río mediante la estabilización de taludes y dragado del río.



Mejora de la autodepuración

Capacidad natural de resiliencia de un curso de agua, frente a un proceso de contaminación

Δ Oxígeno disuelto  
Δ Turbulencia



Δ Degradación  
Δ Dilución  
Contaminantes

Según datos de calidad de agua del SANAA entre Tegucigalpa (rio vegetado) y en la desembocadura del rio (106 km de distancia) el 90% de la carga contaminante es eliminada de forma natural por autodepuración en el río



Si el rio Choluteca a su paso por Tegucigalpa (20 km) se encuentra una ribera revegetada y reforestada: OCURRIRA UNA IMPORTANTE AUTODEPURACION



20 Km Río NATURALIZADO  
equivalen a → Depuradora 71.566  
H-e. en eliminación de materia  
orgánica

# Plano Situación



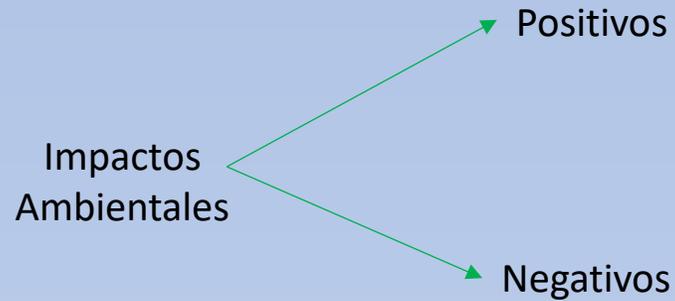
- Leyenda**
-  Cauce río Choluteca
  -  Humedales Flotantes
  -  Rápidos
  -  Refuerzo Taludes
  -  Revegetación riberas

500 m

Google Earth

Image © 2017 DigitalGlobe

# Impacto Ambiental y Programa de Seguimiento y Control Ambiental



Programa de Seguimiento  
y  
Control Ambiental

Control de la calidad de las aguas



Control de las especies vegetales

Evitar la propagación  
descontrolada

## Resumen

Las actuaciones propuestas suponen un método recuperación ambiental integral de un tramo de un río urbano con un elevado nivel de degradación

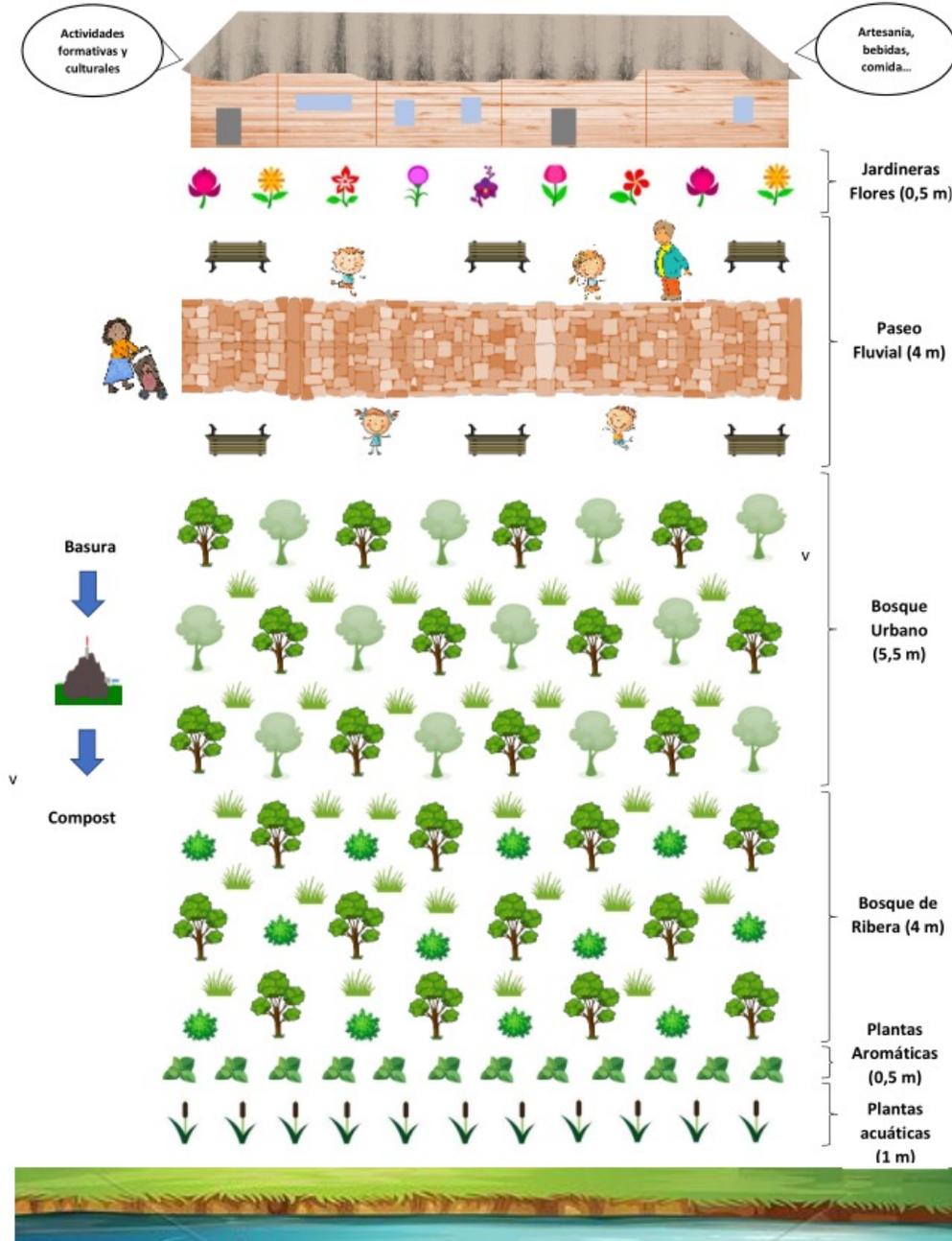


Mejora de las condiciones ambientales del río:

- Mejora de los parámetros de la calidad de agua del río
- Estabilización de orillas y taludes del río por las coberturas vegetales
- Reducir el riesgo de inundación del río en la ciudad
- ... etc

Fase de pilotaje y de demostración → Extensión al resto del río

Ayudando a la restauración ambiental de la ciudad, mientras se desarrollan los sistemas saneamiento y drenaje de la ciudad, que permitan una depuración mas exhaustiva de las aguas residuales



Comienzo de la experiencias piloto en noviembre del 2017 en Tegucigalpa en el marco del “Plan Maestro del Casco Histórico de Tegucigalpa”



Restauración de un tramo piloto en los mercados de Comayagüela



Con apoyo de:  
Ayuntamiento Tegucigalpa, AECID (cooperación española), ONG y Grupos locales



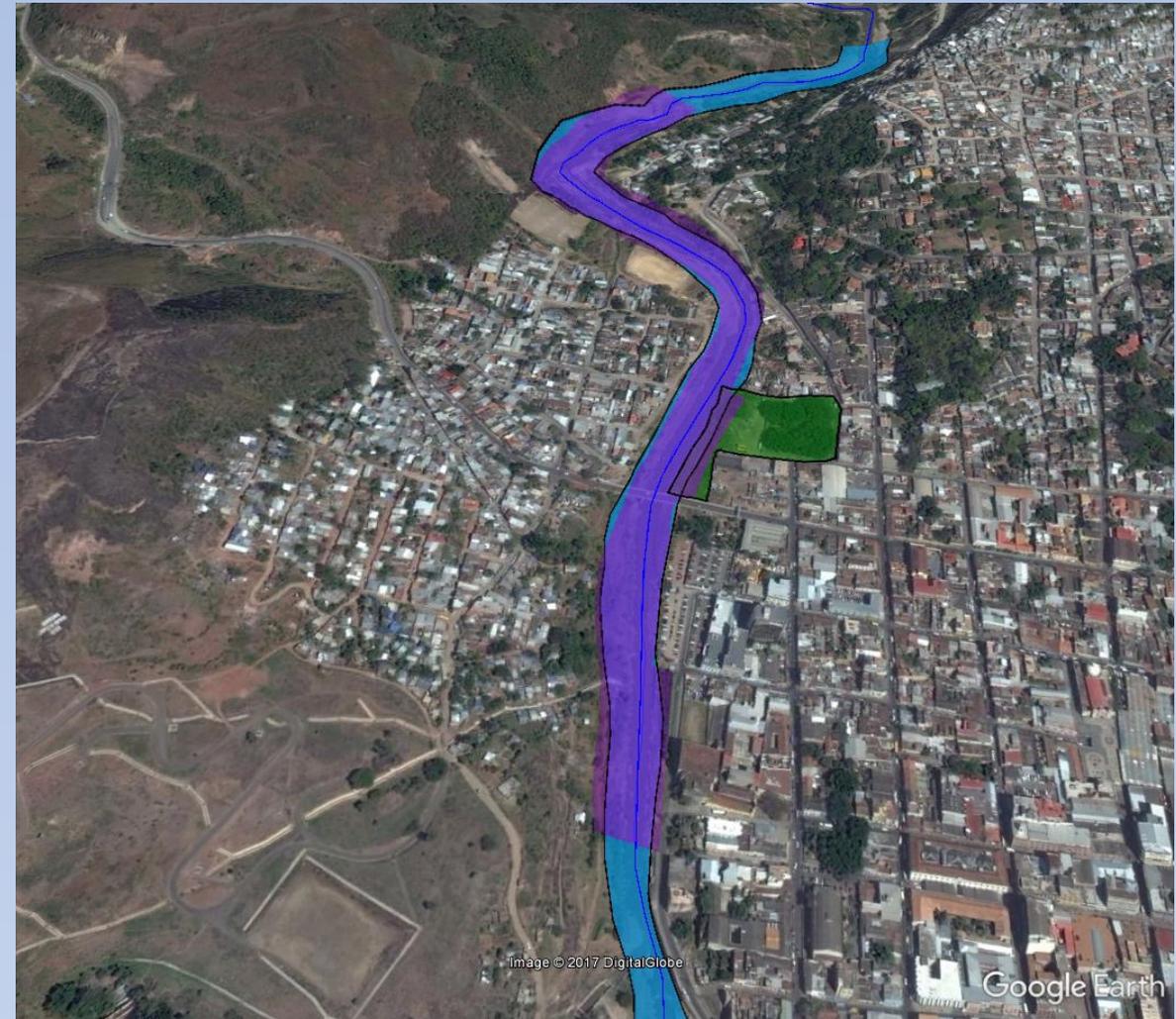
Parque Urbano Fluvial del Río Choluteca en Tegucigalpa

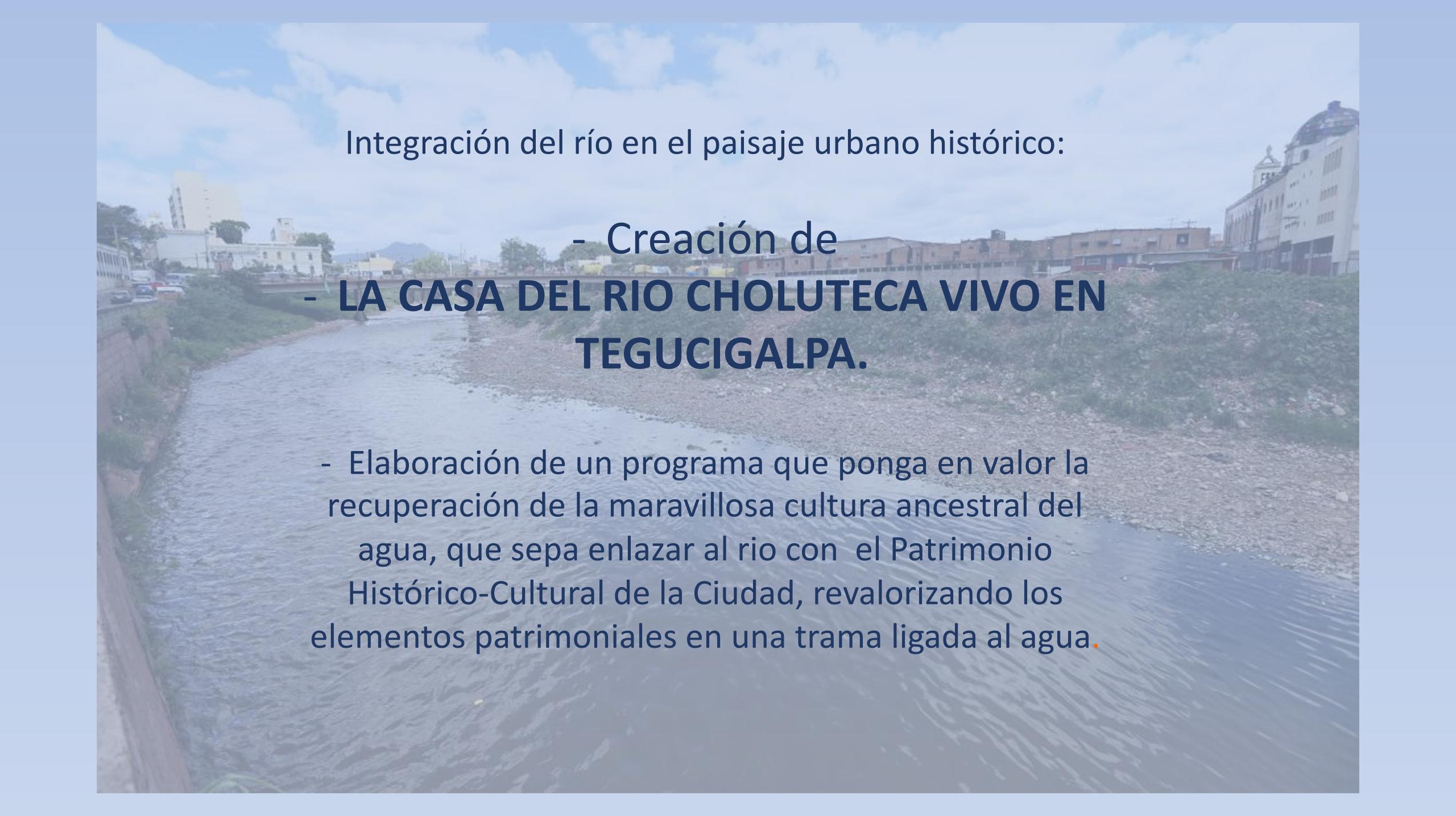
**No pudimos seguir en la  
propuesta de trabajo...**

**Bueno hay que seguir  
convenciendo gente y  
mejorando la propuesta.**

- **Objetivo principal:**  
***Convertir al Choloteca y sus afluentes en el punto de encuentro de la población:***

- **Recuperando la relación de los ciudadanos con su río, para disfrutarlo y estar orgullosos de su Choloteca o río Grande, el río Chiquito, Jacalapea, San jose y Guazarique.**
- **Generando autoestima ciudadana y desarrollo social relacionado con su recuperación en talleres de formación que generen expertos recuperadores que puedan ofrecer servicios en otros ríos centroamericanos igualmente degradados.**





Integración del río en el paisaje urbano histórico:

- Creación de  
**- LA CASA DEL RIO CHOLUTECA VIVO EN  
TEGUCIGALPA.**

- Elaboración de un programa que ponga en valor la recuperación de la maravillosa cultura ancestral del agua, que sepa enlazar al río con el Patrimonio Histórico-Cultural de la Ciudad, revalorizando los elementos patrimoniales en una trama ligada al agua.

## Referencias

- 1 Aguilera, E. G.; 2009. Contaminación del río Choluteca, Honduras. En Línea: <https://es.scribd.com/doc/30474951/Contaminacion-Del-Rio-Choluteca>
- 2 AMDC; Portal de Mapas del AMDC. En Línea: <https://amdc.giscloud.com/>
- 3 BID; 2016. Diagnóstico contrastado del Plan Urbano Ambiental del Río Choluteca, Banco Interamericano de Desarrollo.
- 4 BID; NDF, 2014. Tegucigalpa y Comayagüela "Capital sostenible, segura y abierta al público", Banco Interamericano de Desarrollo.
- 5 Bloomberg, Bloomberg "Islas Flotantes". En Línea: <http://blumberg-engineers.com/es/74/-islas-flotantes>
- 6 Brea, J. D. & Balocchi, F., 2010. Procesos de erosión - sedimentación en cauces y cuencas. UNESCO.
- 7 Camprodom, J., Ferreira, M. T. & Ordeix, M., 2012. Restauración y Gestión Ecológica Fluvial. RICOVER.
- 8 Gutierrez J. F., L. G. M., 2002. Composición florística de la vegetación riparia de "Quebrada Grande". Moracelí, El Paraiso, Honduras, C.A..
- 9 IDOM, IH Cantabria., 2016. Estudio de Prefactibilidad de Saneamiento y Drenaje de la Ciudad de Tegucigalpa, Honduras, Banco Interamericano de Desarrollo.
- 10 Lesko, C., 2005. Composición Florística Estructural del Bosque de Galería de la Quebrada Grande, Moracelí, El Paraiso, Honduras, C.A.
- 11 Martin, M., La Complejidad Urbana y Ambiental de la Ciudad de Tegucigalpa, Comité de desarrollo sostenible de la Capital-CCIT.
- 12 Meli, P.; Carrasco-Carballido, V., 2011. Restauración ecológica de riberas: Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- 13 Menéndez, R. N.; Melara, N. W., 2002. Composición Florística del Bosque de Galería de la Quebrada Güisisire, Moraceli, El Paraiso, Honduras. C.A..
- 14 Ortiz, P. E., Plantas depuradoras para el saneamiento del río Choluteca y su sostenibilidad
- 15 Padilla, G., 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques de Honduras. FAO.
- 16 Ponce de Montoya, B., 2008. Análisis de la contaminación del río Choluteca y sus efectos sobre la población a su paso por Tegucigalpa. Revista Ciencia y Tecnología, nº 2
- 17 Sutherland, N., 2004. Vegetación en el Ámbito Urbano de Tegucigalpa. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- 18 Wießner, A., Kuschik, P. & Stottmeister, U., 2002. Oxygen Release by Roots of *Typha latifolia* and *Juncus effusus* in Laboratory Hydroponic Systems. Acta Biotechnol, nº 22.

**Muchas Gracias  
Por Su  
Atención**

**Pueden ver el documento en**

**[https://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/6082/mod\\_resource/content/0/cholteca%20rio%20urbano.pdf](https://aula.aguapedia.org/pluginfile.php/6082/mod_resource/content/0/cholteca%20rio%20urbano.pdf)**



Grupo TAR, ingeniería para Transformar la realidad

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

[www.aguapedia.org](http://www.aguapedia.org), [grupotar@us.es](mailto:grupotar@us.es)