

Informe final de proyecto de investigación y extensión

DOCUMENTO 1. Informe Técnico

“Implementación de prácticas sostenibles de turismo para el tratamiento de aguas y manejo de residuos sólidos en albergues turísticos de Talamanca”

Elaborado por

M.Sc. David Arias Hidalgo, coordinador. ITCR.  
PhD. Dawn Reinhold. MSU.  
M.Sc. Ronald Aguilar. UCR-MSU.

Marzo, 2018

## Tabla de contenido

1. Código y Título del proyecto .....	5
2. Autores y direcciones.....	5
3. Resumen .....	5
4. Palabras clave .....	5
5. Introducción .....	6
7. Metodología.....	9
7.1 Identificar la composición y cantidad de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos .....	10
7.2 Diseñar un plan de manejo de residuos sólidos en albergues turísticos .....	10
7.3 Implementar un sistema integral tratamiento de aguas residuales en un albergue .	10
7.4 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos .....	11
7.5 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático .....	11
8.1 Caracterización de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos....	12
8.2 Diseñar un plan de manejo de residuos sólidos en albergues turísticos .....	13
8.2.1 Plan de mejora albergue ACEATTA.....	13
8.2.2 Plan de mejora albergue koswak .....	14
8.3 Implementar un sistema integral de tratamiento de aguas para los albergues turísticos.....	14
8.3.1 Sistema de captación de agua .....	15
8.3.2 Purificación del agua.....	15
8.3.3 Biodigestores .....	16
8.3.4 Colector solar.....	17
8.3.5 Captación de biogás para iluminación.....	17
8.3.6 Humedal artificial .....	18

8.4 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos .....	18
8.5 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático .....	21
9. Discusión y conclusiones.....	23
9.1 Caracterización de los residuos sólidos generados en dos albergues .....	23
9.2 Implementar un sistema integral tratamiento de aguas residuales en un albergue .	23
9.3 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos .....	24
9.4 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático .....	24
9.5 Conclusiones.....	24
11. Recomendaciones .....	25
12. Agradecimientos (opcional).....	26
13. Referencias.....	26
14. Apéndices (opcional).....	28

## **1. Código y Título del proyecto**

2162001. Implementación de prácticas sostenibles de turismo para el tratamiento de aguas y manejo de residuos sólidos en albergues turísticos de Talamanca

## **2. Autores y direcciones**

David Arias Hidalgo, MSc.  
david.arias@itcr.ac.cr  
Instituto Tecnológico de Costa Rica

Dawn Reinhold, PhD.  
reinho17@egr.msu.edu  
Michigan State University

Ronald Aguilar, MSc.  
ronaldesteban.aguilar@ucr.ac.cr  
Michigan State University, doctorante  
Universidad de Costa Rica

## **3. Resumen**

Esta iniciativa de investigación y extensión nace a partir de una ponencia ganadora (Combined water collection, waste treatment, and anaerobic digestion energy provision system for ecotourism in rural) en la Sustainable Design Expo del 2015 en Alexandria, Virginia, Estados Unidos, que busca por medio del uso de prácticas sostenibles solucionar problemas de acceso de agua potable y mal manejo de residuos sólidos que tienen algunos albergues turísticos en el territorio indígena bribri, Costa Rica. Se trabajó bajo el enfoque de Investigación Acción Participativa (IAP). Entre los principales resultados del proyecto tenemos:

1. Un albergue turístico con un sistema piloto integral de purificación de agua y tratamiento de aguas negras a partir de un proceso de digestión anaeróbica implementado.
2. Una estrategia de educación ambiental y sensibilización en albergues turísticos y centros educativos, con un enfoque en manejo de residuos sólidos, seguridad alimentaria y cambio climático.

## **4. Palabras clave**

Aguas residuales, residuos sólidos, filtros de agua, educación ambiental, bribris, biogás.

## 5. Introducción

El turismo es una de las principales actividades generadoras de divisas para Costa Rica (Pratt, 2015) y, en el caso del territorio indígena de Talamanca, hoy es una realidad que cuenta con la infraestructura y demanda turística más desarrollada en las comunidades de Bambú, Shiroles, del distrito Bratsi así como en la cuenca del río Yorkín en el distrito Telire (Arias, 2016), a las que se suman, aunque su desarrollo es incipiente, Amubri, Kachabri y Soki, comunidades del distrito Telire. Además, cada vez es mayor el interés de los y las indígenas en incursionar en la actividad turística y así diversificar la oferta de empleo, para no depender, solamente, de los monocultivos de plátano, banano y cacao (Arias y Solano, 2009).

Según Carazo (2004), el turismo que se viene gestando en el territorio indígena está basado en el fomento de su potencial ecológico y cultural dentro del que Yorkín se consolida más como destino turístico; por ende, para garantizar un verdadero desarrollo sostenible del turismo en la región talamanqueña bribri es necesario no solo incentivar ese valor ecológico y cultural de la región que se quiere desarrollar turísticamente, sino establecer parámetros de medición de los impactos ambientales que la actividad genera en las comunidades receptoras, así como medidas de mitigación para disminuir esos impactos negativos en los ecosistemas y la cultura local.

Respecto de lo anterior, las mayores problemáticas ambientales en el territorio indígena se relacionan con el acceso a agua potable, el aumento en la generación de residuos sólidos y el manejo inadecuado de las aguas residuales, principalmente por el uso de letrinas y ausencia de alcantarillado. Es en ese sentido, que este proyecto busca que los albergues turísticos mejoren la calidad de su servicio y reduzcan el impacto ambiental con la implementación de prácticas sostenibles de turismo que integren sistemas de abastecimiento de agua y manejo de residuos líquidos y sólidos.

En cuanto al proyecto, se originó en el año 2014, producto de una alianza estratégica entre Michigan State University (MSU) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) en el diseño de la iniciativa denominada *Combined water collection, waste treatment, and anaerobic digestion energy provision system for ecotourism in rural Costa Rica*, la cual compitió del 11 al 13 abril del 2015 en la National Sustainable Design Expo (NSDE) organizada por la Environmental Protection Agency, en Alexandria, Virginia (Estados Unidos) y fue elegida entre los ganadores para su continuación y financiamiento en una segunda etapa de ejecución (2016-2017).

Como proyecto de extensión, el objetivo general consiste en implementar un sistema integral de manejo residuos sólidos, tratamiento de residuos líquidos, purificación de agua en dos albergues turísticos en territorio indígena de Talamanca.

Para lograrlo se plantearon cinco objetivos específicos:

1. Identificar la composición y cantidad de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos
2. Diseñar un plan de manejo de residuos sólidos en albergues turísticos
3. Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales en un albergue turístico
4. Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos
5. Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático

Asimismo, este proyecto aborda los siguientes ejes de acción:

- Buenas prácticas de turismo sostenible: Estableciendo con los albergues mejoras en sus procesos de atención a turistas, que minimicen el impacto ambiental de las actividades turísticas.
- Abastecimiento de agua potable: Mejorar la calidad de agua en albergues turísticos mediante la implementación de filtros de agua.
- Educación ambiental: Una estrategia de educación ambiental dirigida a estudiantes y pobladores en general, para el manejo integral de la cuenca enfocada en el manejo de residuos sólidos y protección de las fuentes de agua.

## **6. Marco Teórico**

El turismo en el cantón de Talamanca se ha concentrado especialmente en la costa, siendo Puerto Viejo y Cahuita los principales centros de visitación turística. El turismo en esta región se basa en atractivos como sus playas, la exuberante naturaleza y la cultura afrocaribeña (ICT, 2005).

En lo que corresponde al turismo en los territorios indígenas podemos mencionar el Territorio indígena de kéköldi, que se encuentra muy cerca de Puerto Viejo. En kéköldi la población indígena tiene como principales atractivos turísticos, un criadero de iguanas, un observatorio de aves, venta de artesanías (Palmer, *et al.* 1992; ICT, 2005; May, 2005).

Por otro lado el turismo en el territorio indígena bribri y cabécar, no ha sido tan popular en comparación con la costa (Puerto Viejo- Cahuita ), ya que la economía en ésta región se ha basado principalmente en el cultivo de productos como plátano, banano y cacao (Arias y Solano, 2009). Sin embargo, la necesidad de los y las indígenas por diversificar su oferta de empleo, ha propiciado que desde la década de los 90's se haya manifestado un

interés por incursionar en nuevas alternativas de desarrollo como el turismo, es así como se inicia la implementación de algunos proyectos de turismo ecológico en el territorio indígena bribri, principalmente aprovechando la cuenca del río Yorkín como mayor atractivo para la visitación de turistas (Carazo, 2004).

El turismo en el territorio indígena se centra en el rescate de la cosmovisión indígena por medio de la actividad turística esto se ve manifestado en su oferta turística de hospedaje, donde la mayoría de albergues turísticos se construyen respetando la arquitectura tradicional cónica utilizando elementos tradicionales como el manú, cashá, suite y chonta. Las comunidades indígenas presentan una gran complejidad cultural en su visión del mundo. Los bribris y cabécares que habitan en el territorio indígena talamancaño demuestran rasgos muy arraigados de su cultura tales como lengua, cosmovisión, creencias, ritos, ceremonias, tabúes y tradiciones, esto a pesar de las presiones de la cultura sikwa (extranjera) dominante (Guevara, 1982 y Palmer *et al.* 1992). Los bribris y cabécares son unas de las etnias indígenas que aún conservan en gran medida su idioma y tradiciones si los comparamos con otros grupos indígenas costarricenses (Guevara, 2000). Esto es un factor clave para tomar en cuenta a la hora desarrollar turismo en estas comunidades indígenas.

El territorio indígena bribri cuenta con alrededor de 7 albergues turísticos ubicados en las comunidades de Yorkín, Amubri, Shuabb, Kachabri, Suretka, Shiroles y Bambú. Todos estos con diferentes niveles de visitación turística (Arias y Méndez, 2015). Todos estos albergues tienen dificultades de acceso de agua potable y manejo de sus residuos sólidos. En Talamanca la gestión de los residuos sólidos ordinarios, es decir, aquellos residuos que se originan cada día con mayor frecuencia, está en manos prácticamente de las personas que los generan (MAG, sf), esta problemática se profundiza más en los territorios indígenas ya que debido a su aislamiento geográfico no existen alternativas de manejo o recolección de sus residuos sólidos.

La mayoría de personas que habitan la cuenca Sixaola realizan un mal manejo de los residuos sólidos, la gran parte de los residuos son quemados o enterrados, muchas veces se tiran al suelo, y cuando llueve terminan en el cauce del río. Asimismo, según el INEC (2013), el 48 por ciento de las viviendas utilizan letrinas o pozo negro, lo cual genera un gran impacto ambiental por la contaminación del agua. Además el 60 por ciento del agua para consumo humano viene de un acueducto (INEC, 2013). Sin embargo, la experiencia de campo nos dice que el tratamiento de estos acueductos es nulo, por lo tanto el agua en la mayoría de los casos no es apta para consumo humano.

Todos estos problemas de salud se deben a las condiciones socioeconómicas del área, ya que el hacinamiento, la higiene, y el agua no potable predisponen a estas patologías. Igualmente, así como las condiciones climáticas favorecen la proliferación de los vectores, especialmente durante la época lluviosa del área (CCSS, 2010).

La comunidad de Shuabb se ubica en la frontera con Panamá, la mayoría de habitantes pertenecen a étnia Bribri con aproximadamente 140 habitantes, unas cuarenta viviendas. Por sus características de aislamiento geográfico presenta problemáticas en educación (Shuabb tiene una escuela primaria unidocente), no existe gestión de desechos sólidos en la comunidad, ni electricidad y además los servicios de salud son limitados y acceso al agua potable. Gran porcentaje de pobladores recoge el agua de los arroyos. Al no contar la comunidad con un sistema de tratamiento de aguas residuales, los desechos no tratados son un peligro constante para la salud humana y el ecosistema local, incluyendo el río Yorkín que separa Costa Rica y Panamá.

Por las razones anteriores, es que hemos priorizado el trabajo con esta comunidad indígena, por medio de la Asociación de la ACEATTA (Asociación Comunitaria de Ecoturismo y Agricultura orgánica de Telire Talamanca), la cual es liderada por mujeres indígenas. ACEATA es un grupo de mujeres y hombres esforzándose por mejorar la salud y la calidad de vida de los residentes de Shuabb, a través del ecoturismo, la diversificación de cultivos y la comercialización de productos como el arroz orgánico.

ACEATTA cuenta con un albergue turístico, que al momento de nuestra primera visita en 2014, no contaba con acceso a agua potable, ni servicios sanitarios, por lo cual utilizaban una letrina. Por lo tanto, no se podía brindar un servicio básico al turista. Por tal razón, con el financiamiento otorgado por EPA en la Sustainable Design Expo se plantea la construcción de un sistema integral de tratamiento de aguas desde la fuente, un sistema piloto que promueva la conservación ecológica del ecosistema, además, por medio del turismo de baja escala, se estimule la economía local y la conservación de su acervo cultural.

En cuanto al suministro de agua en el albergue de ACETTA, se estiman que 20 turistas son la capacidad máxima del complejo. Para cada persona, se necesitan 2.5-3 L / día de agua para beber, 3-6 L / día para cocinar y 2-6 L / día para la higiene básica (Sphere, 2003). Se consideraron necesidades adicionales de agua en el diseño basado en 65L / persona / día para ducharse (suponiendo 1 ducha por día), 6 L / persona / descarga y 505 L / día para lavar los platos (suponiendo que los platos se lavan durante 1 hora / día basado en la observación) (Home Water Works, nd).

## **7. Metodología**

El territorio indígena bribri se ubica en la cuenca del Río Sixaola (Candela, 2007) y los albergues turísticos y las comunidades involucradas pertenecen a los distritos de Telire y Bratsi, dichos albergues se encuentran inmersos en el valle de Talamanca en las subcuencas Telire, Yorkín, Urén y Lari. En las comunidades de Bambú, Yorkín, Amubri y Shuabb, específicamente con los albergues turísticos de Asociación ACEATTA, Ditsowo ú, Stirblawpa y Koswak. Se trabajó desde el enfoque de investigación acción participativa (IAP) (Balcazar, 2003).



### 7.1 Identificar la composición y cantidad de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos

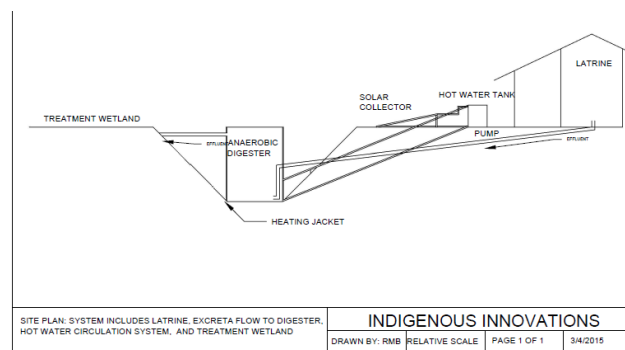
La caracterización de los residuos sólidos se coordinó con el albergue turístico Koswak en Amubri y ACEATTA en Shuabb, se realizaron dos vistas de medición en el primer semestre del 2016 con el propósito de clasificar los residuos sólidos según las siguientes categorías; orgánicos (alimentos), reciclable (vidrio, plástico, papel), asimismo, otras variables de medición fueron el número de turistas al día de la visita. Por otro lado se realizaron entrevistas semi-estructuradas a personas que laboran en los albergues para tener insumos y realizar el plan de manejo de los residuos sólidos.

### 7.2 Diseñar un plan de manejo de residuos sólidos en albergues turísticos

El plan de manejos de residuos sólidos sale a partir de los insumos de la caracterización de cada albergue. Se trabajó bajo el enfoque de diagnóstico rural participativo(Expósito, 2003).Se realizaron tres secciones de trabajo en cada albergue donde las partes involucradas toman conciencia de la problemática sobre la generación, mediante dos talleres más en cada albergue se desarrolló un plan o estrategia de acción para disminuir y manejar adecuadamente los residuos sólidos.

### 7.3 Implementar un sistema integral tratamiento de aguas residuales en un albergue

Se diseñó un sistema integral de biodigestión anaeróbica, este se construyó en Shuabb en el Albergue ACEATA. Este sistema fue diseñado por ingenieros y estudiantes en biosistemas de Michigan State University. Para la construcción del mismo se contó con el apoyo de estudiantes de Michigan State University, del Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica.



**Figura 1.** Esquema del sistema tratamiento para el albergue ACEATTA

#### **7.4 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos**

La demanda total de agua a la capacidad máxima del albergue de Shuabb es de 2,465 L / día. Las pruebas de calidad del agua se realizaron in situ en la fuente de agua.

La presencia de bacterias se probó usando petrifilms de 3M; y el nitrato / nitrito se probaron usando tiras reactivas WaterWorks. Además se realizaron pruebas microbiológicas de laboratorio en CEQUIATEC.

Para garantizar el agua potable para el consumo humano en los albergues, fue necesario centrarse en la eliminación de patógenos. Se utilizó un sistema de filtro estándar de uso doméstico, consiste en un filtro de microfibra (filtro de fibra hueca tipo AquaClara International). Dos de ellos fueron llevados a Shuabb y Amubri, uno a Yorkín, Suretka, Amubri, Bambú y Alto katsi.

Estos filtros pasan el agua a través de los poros a una velocidad de 60 L / h. Los tamaños de poro de 0.1 micras permiten el paso de sales y minerales, filtran las bacterias, dejando el agua filtrada al 99.999% libre de bacterias. Este sistema tiene una vida útil hasta 10 años si los filtros se limpian adecuadamente y de forma regular.

#### **7.5 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático**

La sensibilización de la población se abordó de dos formas, se trabajó por medio de talleres de educación ambiental con los niños y niñas en las Escuelas en el área de influencia del proyecto, asimismo se realizaron actividades de concienciación con la población en general durante los talleres. Se buscó mediante talleres participativos y lúdicos fomentar en la población la cultura del reciclaje, la seguridad alimentaria y la protección del recurso hídrico. A partir de los insumos de los talleres se elaboró un material divulgativo (afiche), que promueve las buenas prácticas de turismo sostenible en las comunidades que cuentan con albergues turísticos dicho material fue validado mediante un taller (ver anexo 3).

## 8. Resultados

### 8.1 Caracterización de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos

El albergue turístico ACEATTA se ubica en la comunidad indígena Shuabb, en la subcuenca del río Yorkín, frontera de Costa Rica y Panamá. En dicha comunidad no existe sistema de recolección de residuos sólidos por parte de la Municipalidad de Talamanca, por lo cual, según los entrevistados la mayoría (100%) opta por quemar los residuos sólidos no orgánicos. En el caso particular del albergue ACEATTA, presenta un manejo variado de sus residuos sólidos (cuadro 1).

**Cuadro 1.** Disposición final de residuos sólidos en el albergue ACEATTA

ACEATTA		Visita # 1 con 5 turistas		Visita # 2 con 9 turistas	
		Disposición	%	Disposición	%
<b>Orgánicos de la cocina</b>	Cascaras hojas	Se tira a la montaña	100	Se tira a la montaña	100
	Alimentos	Alimentar animales domésticos	100	Alimentar animales domésticos	100
	Aceites o Grasas	Se tira al caño	100	Se tira al caño	100
<b>Botellas</b>	Vidrio	Se reutiliza	100	Se reutiliza	100
	Plásticas	Se quema	60	Se quema	80
		Se reutiliza	40	Se reutiliza	20
<b>Latas</b>	Aluminio	Se reutiliza	20	Se reutiliza	30
		Se quema	80	Se quema	70
<b>Papel</b>	Normal y cartón	Se quema	100	Se quema	100
	Higiénico	Letrina	100	Letrina	-

El albergue Koswak es un emprendimiento turístico ubicado en Amubri, no existe sistema de recolección de residuos sólidos en esta comunidad. Sin embargo, en la Escuela de Amubri existe un módulo ecológico para recolección de residuos valorizables que no está operando. Al igual que Shuabb, la mayoría en 90%, opta por incinerar los residuos sólidos no orgánicos.

**Cuadro 2.** Disposición final de residuos sólidos en el albergue koswak

Koswak		Visita # 1 con 7 turistas		Visita # 2 con 15 turistas	
		Disposición	%	Disposición	%
<b>Orgánicos de la cocina</b>	Cascaras	Se tira al hueco	20	Se tira a la montaña	20
	hojas	Alimentar animales domésticos	80	Alimentar animales domésticos	80
	Alimentos	Alimentar animales domésticos	100	Alimentar animales domésticos	100
	Aceites o Grasas	Se tira al caño	100	Se tira al caño	100
<b>Botellas</b>	Vidrio	Se reutiliza	90	Se reutiliza	50
		Se tira al hueco	10	Se acumula	50
	Plásticas	Se quema	40	Se quema	60
		Se acumula	10	Se acumula	20
		Se reutiliza	50	Se reutiliza	20
<b>Latas</b>	Aluminio	Se reutiliza	10	Se reutiliza	30
		Se quema	80	Se quema	70
<b>Papel</b>	Normal y cartón	Se quema	100	Se quema	100
	Higiénico	Letrina	-	Letrina	-

## 8.2 Diseñar un plan de manejo de residuos sólidos en albergues turísticos

### 8.2.1 Plan de mejora albergue ACEATTA

La estrategia del albergue ACEATTA para el manejo adecuado de los residuos sólidos se enfocó en los siguientes ejes:

- ☐ Educación: Se trabajó con 2 talleres de sensibilización del impacto de la generación de residuos. Dando énfasis a la reutilización de los residuos ya que en la comunidad no existen métodos de recolección, ni centros de acopio cercanos.
- ☐ Consumo de alimentos locales: Uno de los problemas del albergue es la compra de productos que generan residuos, por la preparación de alimentos. Al ser

Shuabb una comunidad con recursos agrícolas, y contar con espacio para sembrar se optó por fortalecer la seguridad alimentaria en el albergue. Para ello se construyeron dos invernaderos para la producción de hortalizas y leguminosas, se capacitó a los miembros de la asociación en gastronomía local con productos locales, esto con el apoyo del programa Aula Móvil de CONARE.

### **8.2.2 Plan de mejora albergue koswak**

Las problemáticas asociadas al manejo de los residuos sólidos en el albergue koswak varían un poco con respecto al albergue de ACEATTA. Koswak se ubica en la comunidad de Amubri, a pesar de su aislamiento geográfico por el río Telire, presenta mayor población y más tiendas de abarrotes (pulperías), en comparación con otras comunidades indígenas dentro del territorio indígena bribri.

Amubri, al no contar con un sistema de recolección de residuos, la generación y acumulación de estos residuos sólidos no orgánicos es una problemática significativa en esta comunidad.

Por ende el plan manejo de koswak se enfocó los siguientes aspectos:

- ☐ **Educación:** Se trabajó con 2 talleres de sensibilización del impacto de la generación de residuos. Dando énfasis a la contaminación por desechos humanos y consumismo.
- ☐ **Reciclaje:** Se construyó un punto ecológico en el albergue para clasificar residuos sólidos valorizables, la clasificación se hizo basada en los residuos que existe opción de ser reciclados en el territorio. La categorización fue Plástico- Papel - Aluminio. Otros residuos especiales que no se pueden reciclar se recomendó coordinar con los turistas para que se lleven estos residuos que el albergue no puede manejar por ejemplo baterías, bolsas de plástico, aerosoles entre otros. Además se hizo una rotulación de los basureros y se colocaron rótulos con mensajes y consejos para turistas y los encargados del albergue para sensibilizar sobre la problemática ambiental.

### **8.3 Implementar un sistema integral de tratamiento de aguas para los albergues turísticos**

Con los fondos obtenidos en la National Sustainable Desing Expo se diseñó y construyó un sistema integral de captación, purificación y tratamiento aguas para el albergue turístico ACEATTA. El propósito fundamental fue dotar de agua potable al albergue y tratar las excretas humanas y otros sustratos, con el fin de evitar la contaminación de las fuentes de agua y como complemento producir biogás por medio de un proceso mesófilico

de digestión anaeróbica, éste biogás se podría utilizar para dar iluminación para el albergue o para la cocción de alimentos.

### 8.3.1 Sistema de captación de agua

El sistema de captación es parte del pretratamiento del agua para consumo en el albergue. Básicamente se trae el agua de una fuente superficial cercana (800 metros) y se conecta a un depósito de tanque de 1,000 galones. Antes de entrar al almacenamiento, el agua del río se trata con un filtro remolino de 55 galones para eliminar los sedimentos en el agua.



**Figura 2.** Tanque de almacenamiento y filtro remolino a la derecha.

### 8.3.2 Purificación del agua

Desde el punto de captación de agua, ésta es distribuida a la cocina o los baños. Para asegurar el agua potable para consumo humano, fue necesario eliminar patógenos. Se utilizaron filtros de microfibras (fibra hueca de AquaClara International) que purifican el agua en un 99%. Este filtro tiene una vida útil de 10 años, con un mantenimiento de retrolavado todos los días. Pruebas de agua de nitrito, nitrato y patógenos se realizaron antes y después del filtro. Los niveles de concentración de nitrito y nitrato no son un

problema en el agua. Se redujo los niveles de E. coli de 6 a no detectable, mientras que los coliformes fecales pasaron de 447 a no detectables (figura 3).



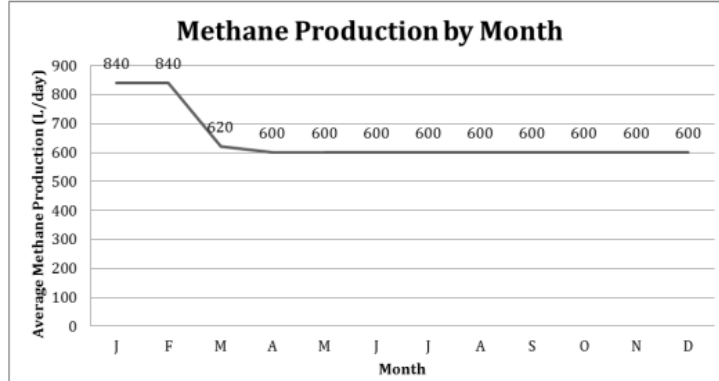
**Figura 3** Demostración del funcionamiento de los filtros de agua (izquierda). Demostración de prueba

### 8.3.3 Biodigestores

El sistema consta de dos biodigestores, están compuestos por dos fosas sépticas de polietileno con una capacidad de 2500 lt. Las fosas están conectadas entre sí y las dos fosas a un panel solar colector de agua.



**Figura 4.** Instalación de biodigestor. A la izquierda sistema de biodigestores instalado.



**Figura 5.** Producción de metano estimada en el digester anaeróbico.

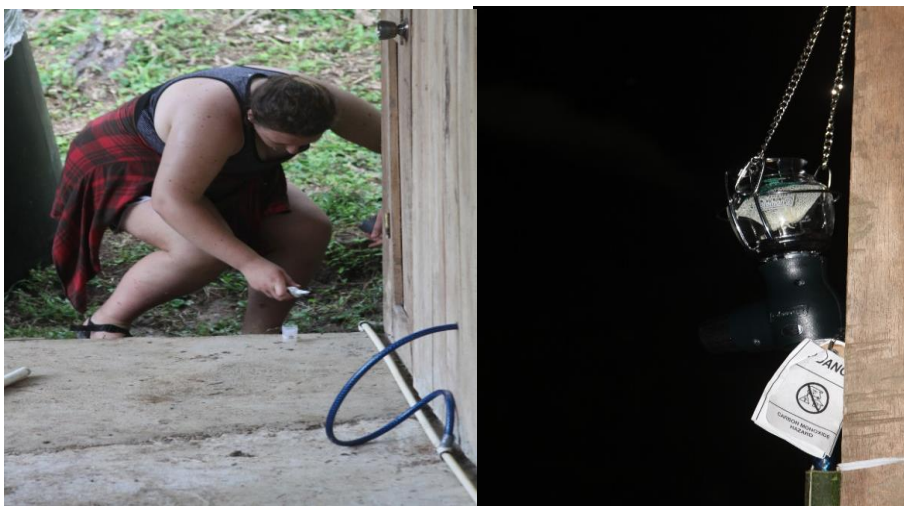
### 8.3.4 Colector solar

La unidad de biodigestores es asistida por energía solar, está optimizada para recibir excretas humanas, desechos de alimentos (frutas) y excretas de cerdos.

Esta unidad anaeróbica se calienta a una temperatura constante de 35 °C mediante un colector solar térmico para mejorar la inactivación de patógenos y maximizar la producción de biogás. Actualmente, se han propuesto tres usos potenciales para el biogás: linternas, una estufa o un generador de electricidad. No obstante, hasta el momento, solo se cuenta con la instalación para uso del biogás para iluminar con linternas los baños del albergue.

### 8.3.5 Captación de biogás para iluminación

El biogás se almacena en una bolsa (especial de captación) con una capacidad de unos 2.6 m<sup>3</sup>, de ahí se distribuye el biogás por medio de mangueras a tres linternas instaladas en los baños del albergue. Para ocultar la instalación se cubrió con bambú los tubos y las mangueras que conectan las lámparas de biogás.





**Figura 6.** Instalación de sistema de iluminación, la derecha lámpara de biogás.

### **8.3.6 Humedal artificial**

El agua del biodigestor, el agua gris de la cocina y las duchas se dirigen a la unidad de tratamiento del humedal (biojardinera) para su tratamiento final. El humedal mide aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, y 0.60 m de profundidad. Se rellenó con piedras grandes y grava de diferentes dimensiones y arena. En la parte superior se han sembrado diferentes plantas, entre ellas; ornamentales como heliconias y comestibles como tomates y chiles. El sistema está dimensionado para reducir las concentraciones de nutrientes antes de la liberación del efluente al medio ambiente o utilizarla en los huertos del albergue, el afluente del humedal debería estar libre de patógenos en su mayoría, pero aún tendrá altas concentraciones de nitrógeno, fósforo y sedimentos suspendidos.



**Figura 7.** Humedal en construcción y terminado a la derecha.

### **8.4 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos**

Para los sistemas de purificación de agua se utilizaron los mismos filtros de uso doméstico de retrolavado tecnología ACI de Agua Clara Internacional. Se capacitó a las personas para para la instalación y mantenimiento del filtro, este filtro se instaló en un balde de 10 litros de capacidad (figura 8).



**Figura 8.** Instalación de filtro domestico ACI en el albergue Koswak, a la derecha filtro en funcionamiento.

Se instalaron cuatro filtros de agua en albergues turísticos, dos Escuelas y una Finca agro turística (Cuadro 3)

**Cuadro 3.** Sitios donde se instalaron filtros de agua según cantidad.

Lugar	Comunidad	Cantidad
Albergue Koswak	Amubri	2
Albergue Ditso wo u	Bambú	1
Albergue Aceata	Shuabb	2
Finca Siwa kabata	Suretka	1
Escuela de Alto katsi	Alto katsi	1
Escuela de Shuabb	Shuabb	1

En cuanto los sistemas de purificación, también fue necesario conocer el nivel de contaminación bacteriológica, para ello se utilizaron las placas Petrifilm, estas miden bacterias de nuestro interés tales como: coliformes fecales y *e. coli*. Se realizaron mediciones antes de la instalación del filtro y después para controlar el funcionamiento del mismos. Asimismo, se tomaron muestras en las fuentes, antes y después del filtro para ser analizadas en Centro de investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQUIATEC). Estas pruebas sólo se realizaron en Amubri y Shuabb (Cuadro 4 y 5).

**Cuadro 4.** Resultados de análisis de agua antes y después del filtro 1 en el Albergue ACEATTA. Shuabb. Talamanca.

Fecha muestreo	Antes del filtro		Después del filtro	
	Colifomes fecales NMP/100ml	<i>Escheria coli</i> NMP/100ml	Colifomes fecales NMP/100ml	<i>Escheria coli</i> NMP/100ml
<b>12-05-16</b>	27	27	No detectable	No detectable
<b>15-05-17</b>	33	No detectable	No detectable	No detectable
<b>29-09-17</b>	No detectable	No detectable	No detectable	No detectable

Fuente: Tomado de los informes de resultados de análisis por CEQUATEC.

**Cuadro 5.** Resultados de los análisis de agua antes y después del filtro 1 en el Albergue Koswak. Amubri. Talamanca

Fecha muestreo	Antes del filtro		Después del filtro	
	Colifomes fecales NMP/100ml	<i>Escheria coli</i> NMP/100ml	Colifomes fecales NMP/100ml	<i>Escheria coli</i> NMP/100ml
<b>23-4-16</b>	350	23	No detectable	No detectable
<b>04-05-17</b>	49	No detectable	130	No detectable
<b>30-09-17</b>	13	13	23	23

Fuente: Tomado de los informes de resultados de análisis por CEQUATEC.

## 8.5 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático

Se han realizado 16 talleres dirigidos a niños y niñas de Escuelas del área de influencia del proyecto (cuadro, 6) estos talleres se han ejecutado con el apoyo de estudiantes de diferentes carreras del Instituto Tecnológico de Costa Rica. El enfoque de los talleres ha sido la sensibilización en cuanto a la protección del recurso hídrico, seguridad alimentaria y el adecuado manejo de los residuos sólidos.

**Cuadro 6.** Cantidad de talleres según Escuela y temática ejecutados al 2017.

Escuela	Temas	Cantidad
Shuabb	Seguridad alimentaria	4
Shuabb	Recurso hídrico y bioindicadores	2
Shuabb	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	2
Amubri	Manejo de residuos sólidos y reforestación	2
Tsuri	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	1
Suretka	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	1
Soki	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	1
Yorkín	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	1
Alto Katsi	Manejo de residuos sólidos y seguridad alimentaria	2
<b>Total</b>		<b>16</b>

Fuente: Elaboración propia.

En lo referente a los talleres de sensibilización dirigidos a la comunidad, se realizaron 10 en diferentes comunidades del área de influencia del proyecto, las comunidades beneficiarias fueron; Amubri, Bambú, Suretka, Alto Katsi, Shuabb y Yorkín. Se contó la participación activa de estudiantes de diferentes carreras del Tecnológico de Costa Rica (TEC), Michigan State University (MSU) y la Universidad de Costa Rica (UCR) (cuadro, 7).

**Cuadro 7.** Participación estudiantil según carrera, año, actividad y número de participantes durante el 2016-2017.

<b>Carrera</b>	<b>Año</b>	<b>Actividad</b>	<b>Univer sidad</b>	<b>N° de estudiantes</b>
<b>Gestión del Turismo Rural Sostenible</b>	2016	Capacitaciones sobre residuos sólidos para albergues de Amubri y Shuabb.	TEC	25
<b>Ingeniería Forestal</b>	2016	Capacitaciones en residuos sólidos en Escuelas de Amubri, Shuabb y Yorkín.	TEC	14
<b>EEE-ITCR Rama Estudiantil (Varias carreras)</b>	2016	Trabajo voluntario para la Escuela de Shuabb	TEC	18
<b>Ingeniería en Biosistemas</b>	2016	Instalación de filtros y biodigestores	MSU	16
<b>Ingeniería agrícola</b>	2016	Instalación de biodigestores	UCR	2
<b>Ingeniería en agronegocios</b>	2016	Asistencia especial	TEC	1
<b>Ingeniería Ambiental</b>	2016-2017	Practica de especialidad-Asistencia especial	TEC	2
<b>Ingeniería en Diseño Industrial</b>	2016	Diseño de material divulgativo	TEC	2
<b>Varias carreras (Curso Seminario de Estudios Costarricenses)</b>	2017	Trabajo voluntario y apoyo en talleres en Alto Katsi	TEC	22
<b>Plan Piloto TSU Ciencias Sociales. Varias carreras</b>	2017	Talleres de capacitación en Alto Katsi y Shuabb.	TEC	6
<b>Gestión del Turismo Sostenible</b>	2017	Talleres de capacitación en Amubri y Shuabb	TEC	4
<b>Ingeniería Forestal</b>	2017	Taller de capacitación en Shuabb, Yorkín, Soki, Suretka dirigidos a la comunidad y Escuela	TEC	15
<b>Total</b>				<b>127</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **9. Discusión y conclusiones**

### **9.1 Caracterización de los residuos sólidos generados en dos albergues**

En cuanto a la identificación en la composición y cantidad de los residuos sólidos generados en dos albergues turísticos, no hay diferencias significativas. Sin embargo sobresale el mal manejo de residuo plástico, aluminios y papel, los cuales eran incinerados en ambos albergues. En contraposición el manejo de los residuos orgánicos no son un problema para los albergues turísticos, ya que se observó un adecuado aprovechamiento, por ejemplo, uso en la alimentación de animales domésticos.

### **9.2 Implementar un sistema integral tratamiento de aguas residuales en un albergue**

El filtro de fibra hueca de AquaClara International instalado en el albergue ACEATTA ha sido aceptado por los beneficiarios, por su facilidad de uso y mantenimiento, además de que evidencia un funcionamiento correcto, ya que los análisis microbiológicos muestran presencia de bacterias antes de utilizarlo y ausencia de estas, posterior al uso (Vividea, 2016).

El digestor anaeróbico mata los patógenos en las aguas residuales. Además, los microorganismos en ausencia de oxígeno descomponen el material orgánico (Tchobanoglous et al., 2003). Aunque el biodigestor instalado debería eliminar los patógenos por la temperatura que alcanza en el interior, hasta el momento el afluyente que sale del humedal no se está utilizando para regar plantas comestibles, pues aún no se han realizado análisis de patógenos para comprobar la ausencia de los mismos.

El digestor anaeróbico también puede tratar residuos de alimentos, desechos de cerdos y residuos de cosechas, que son desechos que se pueden encontrar en Shuabb. Como se muestra, las posibles fuentes de desechos incluyen residuos de alimentos de la cocina, excretas humanas de las letrinas, residuos de cerdos y residuos de cultivos. A una capacidad máxima, 20 visitantes, se espera que el digestor anaeróbico reciba 29 kg / día de excretas humanas, 1,45 kg / día / persona (UNEP, 2001); y 2.5 kg / día de desperdicio de comida, 0.13 kg / persona / día (basado en la observación); una constante de 6,14 kg / día de residuos porcinos, 2 cerdos que excretan 3,07 kg / cerdo / día (Hamilton et al, nd.); y una constante de 5 kg / día de residuos de cosecha. Como en la actualidad no existe una visita de turistas suficiente para producir biogas. Se incluyó en el diseño final una porqueriza para suplir el faltante, se descartó el ganado como fuente de excreta pues no es muy común en la comunidad de Shuabb, porque sus desechos son particularmente densos.

El humedal artificial superficial recibe las aguas efluentes del digestor, así como las aguas grises de la cocina y los baños, funcionan sin ningún problema. Además, el humedal se está utilizando para sembrar plantas ornamentales y comestibles (pruebas no para consumo), las cuales toman los nutrientes provenientes en las aguas.

### **9.3 Implementar un sistema de purificación de aguas en al menos 2 albergues turísticos**

Los filtros instalados en Amubri, Bambú, Shuabb, Suretka y Alto Katsi, han sido aceptados por los beneficiarios, las visitas de campo evidencian el mantenimiento y funcionamiento de los mismos. Las pruebas realizadas con las placas petrifilms de 3M muestran la ausencia de bacterias, exceptuando el filtro instalado en Koswak a Amubri, que mostró inconsistencia en una prueba petrifilm y en dos pruebas de laboratorio realizadas en CEQUATEC.

Uno de los beneficios más importantes es el ahorro económico por no comprar agua potable, Koswak por ejemplo reportaba la compra de hasta 3 bidones de agua con máxima capacidad de hospedaje en el albergue lo cual es un ahorro económico significativo al no tener que comprar agua potable para los turistas.

### **9.4 Sensibilizar a la comunidad y población estudiantil sobre la problemática ambiental con un enfoque de cambio climático**

La educación ambiental debe fomentar la generación de conciencia, valores y comportamientos que favorezcan la toma de decisiones de la población (Goikoetxea, 2014). La actividad lúdica va de la mano con el aprendizaje y propicia el desarrollo de las aptitudes, las relaciones y el sentido del humor en las personas (Gómez, et al .2015). La escogencia de las temáticas de los talleres se hizo mediante consenso con los responsables de los centros educativos en territorio indígena (maestros y directores). Los talleres propiciaron espacios lúdicos para el aprendizaje de los participantes, mediante obras de teatro, jornadas de reforestación, sociogramas, títeres, manualidades etc. Entre las técnicas lúdicas, las de mayor aceptación fueron los títeres y las obras de teatro, a lo que cabe agregar que un aspecto significativo fue integrar elementos de la cosmovisión bribri, así como el idioma y la tradición oral.

### **9.5 Conclusiones**

Los filtros de purificación de agua han sido bien aceptados por los beneficiarios, su fácil mantenimiento y uso ha facilitado la efectividad de los mismos, lo cual se evidencia en las pruebas de laboratorio que demuestran la ausencia de *E. coli* y coliformes fecales en las muestras tomadas después de aplicado el filtro.

Principalmente, el sistema de tratamiento ha sido efectivo en cuanto al tratamiento de las aguas negras y grises en el humedal, a lo que se aúna que los cultivos como el chile y tomate silvestre crecen bien en este ecosistema artificial; sin embargo, la generación de biogás en sistema aún es mínima. Se valorará agregar al sistema otro sustrato como excreta de cerdo o frutas altas fructosa para aumentar la producción de biogás.

La educación ambiental es imprescindible para generar cambios en las malas prácticas ambientales y generación de residuos sólidos, motivo por el que los talleres de educación ambiental se enfocaron en su mayoría en seguridad alimentaria, pues el proceso de transculturación y el cambio a una economía de mercado son problemáticas que se asocian con la generación de residuos sólidos en el territorio indígena.

El proyecto ha permitido un espacio multicultural, ideal tanto para el entrenamiento de estudiantes de ingeniería, como otras carreras del ITCR, UCR y MSU. Solucionando problemas desde la práctica y propiciando el trabajo en equipo e interdisciplinario dirigido a una población beneficiaria en alta vulnerabilidad social. Lo cual refuerza la formación humanística de los estudiantes.

Gracias al establecimiento del sistema integral de tratamiento de aguas del albergue ACEATTA en Shuabb, este centro turístico puede promocionarse como un proyecto ecológicamente sostenible que se ocupa de los desechos líquidos de una manera responsable con ambiente y de una forma innovadora. Además de promover el desarrollo económico local por el aumento en la visitación turística.

## **11. Recomendaciones**

Dar seguimiento al proyecto, durante el segundo semestre 2018, para terminar y dar mantenimiento al sistema e instalar el módulo de cerdos pendiente. Se pedirá apoyo a los programas Aula Móvil y Regionalización, para vincular estudiantes del TEC en esta etapa de seguimiento. Michigan State University relizará una última visita a Shuabb durante 2018.

Estudiar la viabilidad del proyecto para una segunda etapa, en el corto plazo, dar énfasis al uso de los filtros caseros, verificar su funcionalidad a unos 5 años para validar su vida útil y el mantenimiento en los albergues. Además se recomienda, en el próximo proyecto ampliar el trabajo con más Escuelas del territorio indígena y comunidades más aisladas donde el acceso al agua potable es una problemática latente.

Se recomienda establecer alianzas estratégicas con entes del Gobierno Central como Acueductos y Alcantarillados, Ministerio de Salud, Caja Costarricense del Seguro Social y



organizaciones sin fines de lucro como Aqua Clara Internacional para proveer por medio de donaciones los filtros ACI caseros a familias indígenas.

Se deben hacer pruebas microbiológicas en el afluente del humedal para confirmar la ausencia de patógenos en el agua, si el agua no presenta patógenos se podría utilizar el agua para riego de plantas comestibles.

## 12. Agradecimientos (opcional)

Un agradecimiento especial a la United States Environmental Protection Agency (US EPA) y a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE) del Instituto Tecnológico de Costa Rica por propiciar este proyecto de extensión dirigido a la comunidad indígena de Talamanca.

## 13. Referencias

- Arias, D. (2016). Caracterización de albergues turísticos y percepciones sobre el turismo en el territorio indígena bribri talamanqueño. Trama. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades. Disponible en: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/trama/article/view/2615/2375>
- Arias, D. y Méndez, V. (2015). Differences in housing, lodges, language, kinship and perception of tourism in Bribri communities with varying levels of geographic isolation (Talamanca, Costa Rica). Cuadernos de Investigación UNED. Vol 7.No 2, Costa Rica.
- Arias, D. y Solano, J. (2009). *Programa de capacitación para guías turísticos locales en territorio indígena de Talamanca*. Proyecto de Graduación para la obtención de Bachillerato en Gestión de Turismo Sostenible. ITCR, Costa Rica.
- Balcazar, F. (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación. Fundamentos en Humanidades, vol. IV, núm. 7-8, 2003, pp. 59-77 Universidad Nacional de San Luis San Luis, Argentina
- Carazo, F. (2004). Estudio de factibilidad fomento al turismo cultural Río Yorkín. Disponible en: [http://www.parksinperil.org/files/estudio\\_turismo\\_yorkin.pdf](http://www.parksinperil.org/files/estudio_turismo_yorkin.pdf)
- CCSS. (2010). Análisis de Situación Integral de Salud (ASIS). Datos suministrados por el Ebais de Amubri.
- Goikoetxea, J. (2014). Actividades y recursos para la educación ambiental en educación infantil. Disponible en: [http://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000690.pdf](http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000690.pdf)

- Cole, S. (2012). A political ecology of water equity and tourism. A Case Study From Bali. *Annals of Tourism Research*. Volume 39, Issue 2, April 2012, Pages 1221-1241
- Expósito, M. (2003). *Diagnóstico Rural Participativo Una guía práctica* ISBN: 99934-24-10-2 Centro Cultural Poveda 2003.
- Gómez, T; Rodríguez, O; Molano S. (2015). *La actividad lúdica como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje de los niños de la Institución Educativa Niño Jesus de Praga*. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Licenciado en Pedagogía Infantil Disponible en: <http://repository.ut.edu.co/bitstream/001/1657/1/APROBADO%20TATIANA%20G%C3%93MEZ%20RODR%C3%8DGUEZ.pdf>
- Guevara, M. (1998). *Ética del cazador y tabúes alimenticios entre los Talamancas*, Cuadernos de Antropología de la UCR. Revista Vínculos 14. Costa Rica.
- Guevara, M (2000). *Perfil de los pueblos indígenas de Costa Rica*. Obtenido el 05/07/2011 de: <http://www.territorioscentroamericanos.org/redesar/Sociedades%20Rurales/Pueblos%20ind%C3%ADgenas%20de%20Costa%20Rica.pdf>
- Home Water Works. (n.d.). Retrieved March 5, 2015, from <http://www.home-water-works.org/indoor-use/faucet>
- INEC. (2013). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011: Territorios Indígenas. Principales indicadores demográficos y socioeconómicos. INEC. Costa Rica.
- Pratt, L. (2002). Logros y Retos del Turismo. Disponible en: <https://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen608.pdf>
- Sphere (2003). *The Sphere handbook: Humanitarian charter and minimum standards in disaster response* (2nd ed.). Geneva: Sphere.
- UNEP. (2001). Environmentally sound technologies in wastewater treatment for the implementation of the UNEP Global Programme of Action (GPA) "Guidance on municipal wastewater" Osaka/Shiga: UNEP Division of Technology, Industry and Economics, International Environmental Technology Centre.
- Vividea, E. (2016). Evaluación de la calidad y disponibilidad del recurso hídrico en tres albergues turísticos en las comunidades indígenas de Amubri, Shuabb y Bambú. Práctica profesional del grado de licenciatura. Carrera de Ingeniería Ambiental. ITCR, Costa Rica.

## 14. Apéndices (opcional)

**Anexo 1.** Taller de gastronomía local con productos locales con el apoyo del programa Aula Móvil. Amubri. Talamanca.



**Anexo 2.** Instalación de Filtro 2 en el albergue ACEATTA, Shuabb. Talamanca.



**Anexo 3.** Diseño afiche tabloide. Material didáctico para la sensibilización ambiental en las Escuelas, Talamanca.

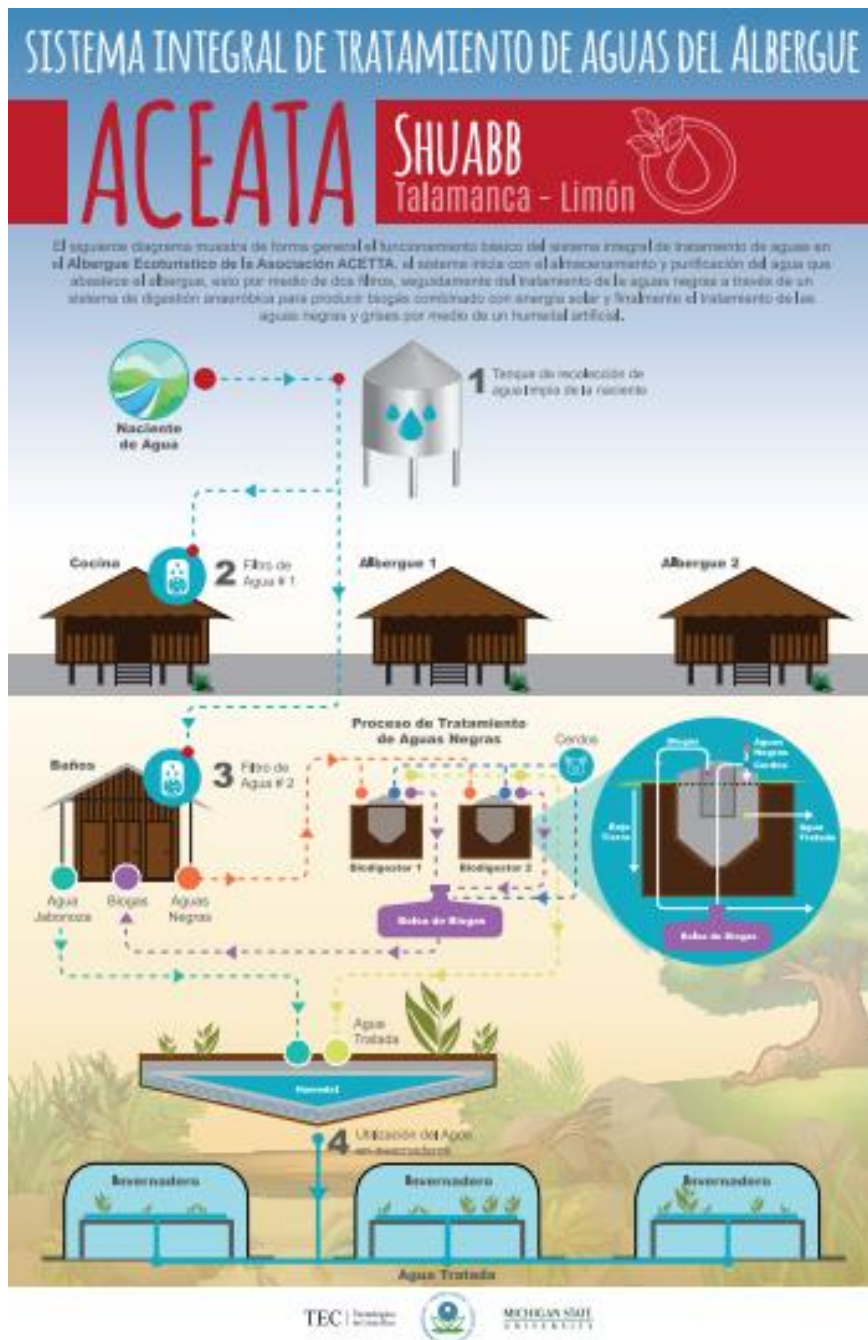


TEC | Tecnológico de Costa Rica



MICHIGAN STATE UNIVERSITY

**Anexo 4.** Diseño de afiche para el sistema integral de tratamiento de aguas del albergue ACEATTA, Shuabb. Talamanca.



**Anexo 5.** Certificado de ponencia presentada en VIII Congreso de turismo, ambiente y hotelería .CIDE, Ecuador.



**LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
A través de Educación Continua confiere el presente  
*Certificado*

**MSC. DAVID ARIAS HIDALGO**  
Por su participación en calidad de "PONENTE" con el tema:  
**IMPLEMENTACION DE PRATICAS SOSTENIBLES DE TURISMO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS Y MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS EN ALBERGUES TURISTICOS DE TALAMANCA, COSTA RICA**  
**"VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE TURISMO, HOTELERÍA Y AMBIENTE"**,  
organizado por **CIDE** y la Dirección de Educación Continua del 5 al 7 de Julio de 2017,  
con una duración de 40 horas académicas, realizado en Baños de Agua Santa

Tungurahua, julio 2017



**Ing. Ángel León**  
Coordinador de Educación Continua



**Ing. MBA. Cristian Tinajero**  
Rector UTC



**Lic. Max Olivares**  
Director General CIDE

**ORGANIZADO POR:**



CIDE  
Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador



Educación Continua

Folio: 245-ENC-2017-63-7219

Anexo 5. Certificado de Ponencia Congreso IISSE.2018



## **Anexo 6.Publicaciones.**

### **Artículo**

Se publicó el artículo:

“Implementación de prácticas de turismo sostenible en el albergue turístico ACEATTA: El caso de la comunidad indígena de Shuabb Talamanca, Costa Rica.” Publicado en la memoria científica del evento.

### **Memoria Científicas del VIII Congreso Internacional Turismo, Hotelería, Ambiente**

Se participó como compilador.

[https://docs.wixstatic.com/ugd/54b18d\\_70db6496fd464691b2319640a69790d0.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/54b18d_70db6496fd464691b2319640a69790d0.pdf)

Se adjunta artículo impreso.