

TRATAMIENTO, GESTIÓN Y REUSO DE LOS LODOS SÉPTICOS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LAS ASADAS Y LAS COMUNIDADES DE LA REGIÓN CHOROTEGA

M.Sc. Álvaro Baldioceda Garro ¹
Licda. Daniela Rojas Cantillano ²
M.Sc. Johanna Rojas Conejo ²
PhD. Andrea Suárez Serrano ²
Christian Osegueda Meléndez ³
M.Sc. Anny Guillen Watson ²

¹ *Álvaro Baldioceda Garro* alvaro.baldioceda.garro@una.cr

² El Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y El Caribe de la Universidad Nacional (HIDROCEC-UNA)

³ Estudiante de la carrera de Lic. En Ingeniería hidrológica de la Sede Chorotega, campus Liberia, UNA

Resumen

Al ser Guanacaste una zona de auge turístico, se ha observado una transformación significativa en el uso del suelo por la implementación desmedida y, poco planificada, de los desarrollos inmobiliarios. Esta actividad conlleva un aumento en la demanda de los recursos hídricos, ejerciéndose así, una presión por las fuentes superficiales y subterráneas disponibles. Asimismo, se incrementa la grave problemática de la disposición y el tratamiento de las aguas residuales, en particular de los lodos sépticos. En el informe Estado de la Nación (2015), se estima que el 85 % de la población de la Región Chorotega utiliza el tanque séptico como solución de saneamiento y, que la disposición final de los lodos sépticos, se realiza con frecuencia en terrenos baldíos o directamente en quebradas y ríos, bajo ningún control, generando una fuente de contaminación en cauces, esteros y playas. Por esta razón, un grupo inicial de doce Asociaciones de Acueductos Comunales (ASADAS) de Guanacaste, la Asociación Confraternidad Guanacasteca y el Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y El Caribe de la Universidad Nacional (HIDROCEC-UNA) unieron esfuerzos para crear AGUASANA. Esta es una organización sin fines de lucro que busca desarrollar una estrategia conjunta, para la adecuada gestión de los lodos sépticos, desde la extracción en las casas de habitación, hasta el tratamiento y aprovechamiento de aguas y nutrientes en forma de abonos orgánicos mejoradores de suelos. De esta forma, se pretende reducir la vulnerabilidad hídrica de la zona, al tiempo que se fortalecen las estructuras sociales comunitarias, a fin de que sean ellas las que ofrezcan el servicio, generen sus ingresos y participen en los procesos de concientización en el uso sostenible de los recursos naturales.

Palabras clave: vulnerabilidad hídrica, aguas residuales, lodos sépticos, desarrollo local, abono.

Abstract

Guanacaste is the most important touristic area of Costa Rica. For that reason, in the last's years, a significant transformation in land use are made because the excessive and unplanned implementation of real estate developments. This development leads to an increase in the demand for water resources, thus exerting pressure on the available surface and underground water sources. Likewise, the serious problem of the disposal and treatment of wastewater, of septic sludge. In the Estado de La Nación report (2015) it is estimated that 85 % of the population of the Chorotega Region use the septic tank as a sanitation solution, and the final disposal of the septic sludge is often done in vacant lots or directly in streams and rivers, under no control, generating a source of contamination in estuaries and beaches. For this reason, a beginning group of 12 Associations of Communal Aqueducts (ASADAS) of Guanacaste, the Confraternidad Guanacasteca Association and the Center for Water Resources for Central America and the Caribbean of the Universidad Nacional (HIDROCEC-UNA) joined forces to create AGUASANA. This is a non-profit

organization that works to develop a joint strategy for the proper management of septic sludge, from the extraction in the houses, to the treatment and use of water and nutrients in the form of organic soil improvers. In this way, it works to reduce the water vulnerability of the area, while strengthening community social structures, so that they are those who offer the service, generate their income and participate in the processes of awareness in the sustainable use of the natural resources.

Key words: water stress, sewage, septic sludge, local development, soil improver.

1. Introducción

En la actualidad, las presiones ambientales producidas por el ser humano son significativas, así la deforestación, la erosión de los suelos, la contaminación del agua y del aire, y, la pérdida de biodiversidad del planeta son factores que repercuten en la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables, las cuales, sufren las consecuencias de un modelo de desarrollo nacional (Estado de la Nación, 2005), del que Costa Rica no está exenta. Ahora, a pesar de estas problemáticas, el país dispone, aproximadamente, de 110.000 millones de metros cúbicos de agua (Estado de la Nación, 2005) distribuidos en una densa red hídrica repartida en dos vertientes (Caribe y Pacífico). De modo que, con 34 cuencas hidrográficas y precipitaciones que fluctúan entre 1.300 mm y 7.500 mm anuales, el país es relativamente rico en agua, con una disponibilidad per cápita superior a los 31.300 m³ por persona al año. Ante esta relativa riqueza, Costa Rica presenta la tasa de extracción hídrica per cápita más elevada de Centroamérica (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2004).

Sin embargo, el incremento acelerado de los desarrollos agroindustriales e inmobiliarios han producido que esta extracción hídrica nacional, aumente considerablemente, en los últimos años, y, en consecuencia, casi el 75% de las fuentes de abastecimiento están clasificadas como altamente vulnerables al ser fuentes superficiales o manantiales. De ahí que, el aporte de nutrientes, la salinización de acuíferos costeros y la evacuación de excretas por tanques sépticos, se reportan como las principales amenazas (Valverde, 2010). Evidentemente, el deterioro de la calidad del agua superficial y subterránea, es un problema creciente, a pesar de los esfuerzos institucionales y dispositivos regulatorios del país. Durante las últimas décadas del siglo XX, los problemas ambientales relacionados con el agua aumentaron tanto en las zonas urbanas como en las rurales; ya que, se siguen construyendo desarrollos urbanísticos en áreas sensibles, e incluso, en zonas de protección de los cuerpos de agua, tal y como son definidas en la Ley de Aguas (Ley 276, 1942).

El tratamiento de las aguas residuales en Costa Rica es insuficiente. El 72 % de la población (cerca de 900 000 mil viviendas) utiliza como sistema de tratamiento básico el llamado “tanque séptico” (Estado de la Nación, 2007), el cual, ante un manejo inadecuado e insuficiente, termina por contaminar las fuentes de agua. De acuerdo con, los estudios recientes de las universidades públicas del país, así como, de otros entes gubernamentales, a saber: el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad de Costa Rica (UCR), la Universidad Nacional (UNA), Acueductos y Alcantarillados (AyA), el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), la Empresa de Servicios

Públicos de Heredia (ESPH) y organizaciones no gubernamentales han evidenciado la presencia de contaminantes orgánicos, químicos y microbiológicos en cuerpos receptores, principalmente en ríos (Segura, 2004).

En el caso de la provincia de Guanacaste, inclusive en las zonas costeras, hay presencia de contaminación orgánica por nutrientes y sólidos, además de plaguicidas, metales, productos farmacéuticos y de cuidado personal. La mayoría de estas aguas drenan en el Golfo de Nicoya, donde existe un problema significativo asociado a las mareas rojas (Programa de Gestión Ambiental Integral, 2017); a pesar de que, existe un marco regulatorio para prevenir los procesos de degradación de los cuerpos de agua. Entre estas leyes se encuentran: la *Ley de aguas* N° 276 (Asamblea Legislativa, 1942); la *Ley forestal* N° 7575 (Asamblea Legislativa, 1996); la *Ley Orgánica del Ambiente* N°7554 (Asamblea Legislativa, 1995), además, de los decretos referentes a la evaluación y clasificación de los cuerpos de agua superficial, y de vertidos y reúso de aguas residuales.

En este particular, cabe destacar que desde el año 2008, existe el *Reglamento del Canon de Vertidos* (Poder Ejecutivo, 2008), que es un instrumento económico de regulación ambiental y, sugiere que los fondos que se recaudan deberían tener un efecto directo y positivo sobre los cuerpos de agua. Además, en el Capítulo II, artículo 9, se establece que: “Un sesenta por ciento del monto recaudado, se usará para apoyar el financiamiento a inversiones de proyectos de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales domésticas” (Decreto N°34431, 2008). No obstante, desde la creación de este canon, en Guanacaste, no se ha financiado ningún proyecto de alcantarillado sanitario ni sistemas de tratamiento de aguas residuales. Por ende, la problemática de contaminación por aguas residuales continúa en aumento, lo que genera una afectación en zonas costeras. Esto constituye una amenaza para el turismo, principal actividad económica de la región (van Noorloos, 2013).

Así las cosas y, en respuesta al poco avance en la zona respecto al tema de la agenda marrón (Rosales, 2017), las comunidades y las ASADAS comienzan a plantear soluciones endógenas orientadas a una mejor gestión ambiental: así nace la Asociación de Desarrollo Específica de Saneamiento y Protección de los Mantos Acuíferos de Guanacaste (AGUASANA), cuyos objetivos consisten en proteger, preservar y cuidar el recurso hídrico, así como, educar a las comunidades, con el afán de lograr mayor participación en los procesos de gestión ambiental. Por consiguiente, AGUASANA ha decidido desarrollar sistemas adecuados de tratamiento de lodos sépticos, para ser reutilizados como mejoradores de suelos. De este modo, se intenta prevenir que los lodos sean descargados de manera irregular y, a su vez, promover el reciclaje de los nutrientes disponibles en los lodos; sin embargo, esto requiere de soporte científico y técnico que permita su desarrollo de manera sostenible, de modo que, se minimicen los impactos ambientales que esta actividad podría generar en los distintos procesos del proyecto.

Para desarrollar este proyecto, la Universidad Nacional ha buscado contribuir mediante el análisis exhaustivo de las condiciones ambientales, sociales y económicas, para facilitar la determinación de las medidas de mitigación, las cuales, deben de aplicarse para que cada actividad o acción del proyecto, se desarrolle conforme a las mejores prácticas y al cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

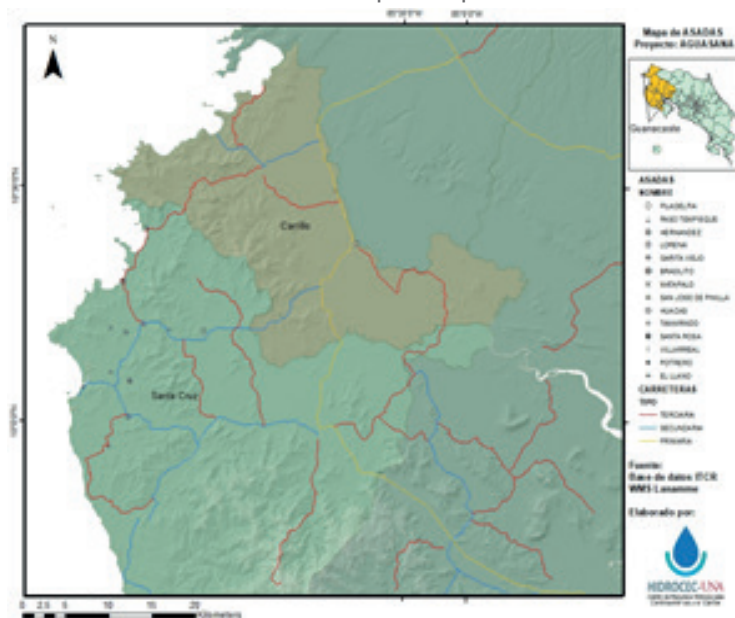
2. Ubicación geográfica

El objeto de estudio de esta investigación, se contextualiza en dos niveles: una macro localización referida a la Región Chorotega y, una micro localización asociada al cantón de Carrillo, que es la jurisdicción administrativa del lugar, en donde, se proyecta construir la primera planta de tratamiento de los lodos sépticos.

La Región Chorotega corresponde administrativamente a la provincia de Guanacaste y está integrada por once cantones. Comprende la porción Noroeste del territorio costarricense, por lo que es la segunda región más grande del país, con una extensión de 10.165 km² (20% del territorio nacional) y cuenta con una población de 326.821 habitantes (7,6 % de la población nacional) (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2011). La región presenta un importante patrimonio natural, y contribuye, sustancialmente al desarrollo socioeconómico y cultural del país (Informes y Proyectos S.A. INYPSA, 2010).

El cantón de Carrillo, por su parte, comprende la porción Norte de la Península de Nicoya y, se sitúa, en la parte baja de la cuenca del río Tempisque, sobre su margen derecho. Se caracteriza por ser un territorio costero, en el cual, se ha dado un importante desarrollo turístico e inmobiliario que trae consigo no solo un crecimiento en infraestructura y oferta de bienes y servicios, sino una generación de residuos, elementos contaminantes y mayor consumo de recursos naturales.

Figura 1
mapa de ubicación del proyecto, incluyendo
las ASADAS participantes



Fuente: Directorio Cartográfico (2017).

3. Manejo de lodos sépticos

Históricamente, los asentamientos humanos han favorecido la desinfección del agua para consumo humano, y, se sabía que la ingesta de agua contaminada podía acarrear serios problemas, en la salud de la población. Los acueductos romanos, por ejemplo, se extendían por cientos de kilómetros para distribuir el agua desde fuentes abundantes y de buena calidad, hasta las ciudades (García-Bueno, 2011). Sin embargo, el cuidado y el tratamiento de las aguas, después de su uso ha sido tradicionalmente limitado a la conducción, es decir, hacia cuerpos de agua receptores, dígase río, laguna o directamente al mar. Conforme han crecido las poblaciones, estas se aglutinan en ciudades, por lo que los procesos de degradación natural de las aguas residuales, en los cuerpos de agua, resultan insuficientes para la eliminación de los contaminantes. Esto se debe, a que, cada vez la cantidad de agua contaminada es mayor y la variedad de contaminantes aumenta, según los usos del agua. (García, 2006).

Esta afectación, por descarga de agua contaminada a los cuerpos de agua, quedó en evidencia en Europa del siglo XIX, cuando el epidemiólogo Dr. John Snow comprobó que, en la ciudad de Londres, Inglaterra, un brote epidémico de la enfermedad del cólera estaba relacionado a la contaminación por aguas negras de un pozo público (McLeod, 2000). Desde entonces, las miradas de las oficinas de sanidad y especialistas en medicina han comprobado el estrecho vínculo que existe entre las enfermedades gastrointestinales, la ingesta de agua contaminada y las excretas. En efecto, las aguas negras suelen contener agentes patógenos, como bacterias y materia orgánica, que puede causar mal olor y molestias. Además, albergan nutrientes capaces de contaminar las aguas de consumo, de uso recreativo y turístico (Luna, *et al.* 2002).

En Costa Rica, el tratamiento de aguas residuales ha sido desatendido. Se ha priorizado la potabilización del agua, especialmente por medio de la cloración y la remoción de contaminantes de las aguas de consumo; de modo que, el saneamiento ha sido dejado en segundo plano, razón por la cual, es frecuente el vertido de aguas contaminadas en ríos, acequias, quebradas, esteros y mares del país. Ciertamente, para reducir este problema, en el año 2015 se inauguró la planta de tratamiento de aguas residuales “Los tajos”, ubicada en la gran área metropolitana (GAM) que le permitió al país reducir los índices de contaminación de los ríos del Valle Central, en especial del río Virilla; cuerpo de agua, que ha sido receptor histórico de las aguas residuales producto de la aglomeración urbana.

Sin embargo, en el 2016 apenas fue posible incrementar la cobertura nacional de saneamiento del 4,2 % al 8,5 %. No obstante, se esperaba que aumente al 26,8% al finalizar el 2019 (Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 2016). Con respecto al resto del país, tanto en la zona urbana como en la residencial, existen sistemas de tratamiento lagunares en las cabeceras de provincia de Guanacaste (Liberia, Cañas, Santa Cruz y Nicoya). Empero, estas no cumplen con los requisitos básicos y los parámetros de descarga. Por el contrario, vierten las aguas prácticamente crudas a los ríos o cuerpos receptores (Abarca, 2000).

En relación con la cobertura del saneamiento en el resto de la población del país, es todavía más insuficiente, ya que, solo se cuenta con “tanques sépticos” (Estado de la Nación, 2015). Estos son sistemas de tratamiento anaerobio del agua residual que permiten una estabilización de los sedimentos presentes en el agua. Estos sedimentos, ricos en materia

orgánica, sufren procesos de degradación y descomposición (Rosales, 2005). En este sentido, la poca fiscalización y capacitación, con respecto a estos sistemas, implica que la mayoría sean construidos sin diseños adecuados, en terrenos o tipos de suelos que no son acordes al tipo de tratamiento, lo que puede provocar contaminación por lixiviación hacia las aguas subterráneas subyacentes, al sitio de construcción del tanque (Rosales, 2005). Además, estos tanques sépticos requieren un adecuado mantenimiento, debido a que, dada su función, se producen lodos que se acumulan en el fondo; esto implica que, cada tres años, ese material debe ser removido para prevenir la saturación y favorecer la descomposición de la materia fecal (Rosales, 2005). Sin embargo, tal procedimiento séptico no se realiza sistemáticamente y, pueden pasar décadas almacenando los lodos. Véase en el siguiente cuadro, los diferentes tipos de tratamiento de aguas residuales, utilizados en la provincia de Guanacaste.

Cuadro 1
Tratamiento de las aguas residuales para la provincia de Guanacaste

Detalle	Total, provincia	%
Guanacaste	92.584	100,0
Red de alcantarillado sanitario	6.111	6,6
Tanque séptico	78.786	85,1
Con salida a acequia, zanja, río o estero	129	0,1
No tiene servicio sanitario	877	1,0

Fuente: Estado de la Nación, 2015.

Vale mencionar que, el dato de las playas ganadoras y perdedoras del galardón “Bandera Azul Ecológica” (PBAE) ha sido utilizado por el documento anual *Estado de la Nación*, como indicador ambiental del país. Esta distinción busca instaurar organizaciones comunales que vigilen integralmente la calidad sanitaria de las playas, mediante el establecimiento de sistemas de suministro de agua, la correcta disposición de residuos y la educación ambiental (Instituto Costarricense de Turismo, 2016). Los organizadores, evalúan la calidad microbiológica del agua del mar, la calidad del agua de consumo humano, la calidad de las costas en basura y basureros, los vertidos industriales y las aguas residuales tratadas, así como, la capacitación en educación ambiental y la seguridad en los distintos sectores de la playa (Instituto Costarricense de Turismo, 2016).

Un ejemplo de estos procesos de degradación ambiental y de la calidad del agua del mar, es el caso de la playa de Tamarindo; esta rivera, perdió la distinción del PBAE, debido a la presencia de contaminación microbiológica del agua de mar y, a una disminución en la calidad del agua de consumo humano. En playa Tamarindo, no existe un alcantarillado sanitario, esto significa que cada uno de los residentes y comerciantes son responsables del tratamiento de

sus aguas residuales: en la mayoría de los casos, se utilizan tanques sépticos (Mora, 2004). Además, existe un incremento en la construcción de plantas de tratamiento de tipo lodos activados y otras tecnologías convencionales, para solventar las necesidades de los centros comerciales y los complejos hoteleros y urbanísticos (García, 2006).

No obstante, y a pesar de esta situación, no hay un debido control, respecto al correcto funcionamiento de estas plantas de tratamiento. Ante esto, se han denunciado descargas ilegales de las aguas en el mar y el estero durante la noche (Alfaro, 2017); y, dada la forma en que se manejan estas aguas residuales, hay un porcentaje elevado de contaminación en los pozos de agua para consumo humano. Aunado a esto, hay que enfrentar la presencia de otros factores externos, como la sequía y los eventos de precipitación de gran magnitud, los cuales, han agudizado la sensación de problema que sufre la comunidad, generándose conflictos, entre la población nativa, y, los desarrolladores residenciales, así como los dueños de hoteles (Picón, 2006).

De esta manera, los procesos endógenos y constructivos en búsqueda de soluciones integrales que promueve AGUASANA, pueden contribuir en la mitigación del problema en cuestión. En este caso, la construcción de procesos metodológicos socio-participativos y, de agendas de trabajo permite que la población, se sume a los esfuerzos y al trabajo que desempeñan las distintas instituciones del Estado, como DINADECO, la Dirección de Aguas y el SENARA, entre otros organismos, que participan con el afán de lograr que estos procesos sean exitosos.

4. Metodología

El proyecto en mención se ha desarrollado desde un punto de vista metodológico que consta de dos aristas integradas, para la búsqueda de las soluciones ideales y, su materialización, mediante los procesos de construcción socio-participativos. En este caso, se planteó el trabajo a partir de dos fases, las cuales se explican a continuación.

4.1. La primera fase consistió en consolidar el proyecto desde el punto de vista social para promover siempre la participación de los actores en las comunidades, pues resulta de gran interés para los objetivos planteados. De modo que, a partir de la información existente y de los contactos de AGUASANA, se realizó un mapeo de los actores sociales; para esto, se aplicó la técnica de bola de nieve; de esta manera, se hicieron partícipes aquellos actores sociales involucrados en el manejo actual de las aguas residuales y, en la búsqueda de potenciales soluciones integrales. En primer lugar, se efectuaron encuentros y talleres con ellos, junto a los representantes de instituciones y de organizaciones vinculadas al manejo y la conservación del agua, así como, con la promoción de la salud; esto se realizó, con el afán de dar a conocer los objetivos del proyecto y, en segundo lugar, se identificaron de forma preliminar los problemas y las necesidades en relación con el tema de las aguas residuales.

Otro aspecto que se abordó, consiste en la capacitación de la comunidad en torno a la gestión integrada del recurso hídrico. Estos talleres tomaron en cuenta los principios básicos de la gestión de agua, el ahorro del recurso, la participación comunitaria y el manejo del agua

residual. Antes de la realización de los talleres, se elaboró un material didáctico que fortaleció el proceso de enseñanza-aprendizaje del recurso hídrico, además, es importante recalcar que tanto los talleres como el material didáctico utilizado, se elaboraron tomando en consideración la edad del grupo de los asistentes.

También, se invitó a los actores claves (líderes natos o representantes de grupos locales) de la comunidad, a los talleres y a las charlas, mediante las cuales se consolidan estilos de vida acordes a los principios de sostenibilidad del recurso hídrico. Así mismo, se realizaron talleres con funcionarios de instituciones públicas acerca de la educación y la concientización ambiental y, la caracterización de aguas, entre otros temas puntuales identificados durante el proceso. Conviene considerar que, estos talleres, se dieron bajo el marco del reconocimiento de los resultados técnicos obtenidos, y, como un espacio, para la reflexión, el diálogo, la retroalimentación, así como la toma de acciones.

El resultado de los talleres y las reuniones fue una agenda de trabajo que permitió la integración y el avance del proyecto, gracias a la participación conjunta de AGUASANA, representantes de las ASADAS y miembros de diferentes comunidades. Esto genera actores sociales y comunidades no solo más fortalecidas, sino más conscientes de sus vulnerabilidades, lo que conlleva, a la búsqueda de soluciones sostenibles, ante los problemas de recurso hídrico.

4.2 La segunda etapa del proceso metodológico consistió en la parte técnica y de investigación cuantitativa. Para esto, se realizó un muestreo aleatorio simple no probabilístico, y, se estudiaron los parámetros universales de análisis obligatorio en aguas residuales de tipo ordinario, de acuerdo con el *Reglamento de vertido y reúso de aguas residuales* y, los parámetros microbiológicos complementarios de coliformes totales y de coliformes fecales, según dicho Reglamento (Poder Ejecutivo, 2006).

Para realizar los análisis, se hicieron dos muestreos durante el año: uno en época seca y otro en época lluviosa. Los muestreadores siguieron los protocolos de toma de muestra del HIDROCEC-UNA y del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, para lo cual, las muestras se trasladaron en hieleras con ambientes de 4 °C como temperaturas máximas para, posteriormente, realizar los análisis de los parámetros *supra* citados en los laboratorios de las instalaciones del HIDROCEC-UNA.

Con base en los resultados anteriores, se diseñó una planta piloto para determinar variables de operatividad como carga microbiana, tiempo de residencia, horas sol y caudal, que permitan, escalar el diseño del sistema de tratamiento, para su posterior construcción. Estos diseños preliminares fueron generados en programas computacionales de dibujo arquitectónico y, se presentaron, ante los miembros de junta directiva y los asambleístas de la asociación AGUASANA, además, se invitó a expertos de la temática para que analizaran los diseños y datos obtenidos. Cabe destacar que, actualmente, toda esta información se está sistematizando y, será compartida, con los actores identificados en el proyecto, así como, con la comunidad en general y con las instituciones de gobierno vinculadas al tema.

5. Desarrollo del proyecto

a. Primera fase: consolidación y firma de acuerdos.

La primera fase del proyecto consistió en la explicación del proyecto y firma de acuerdos; para ello, se realizaron visitas a las ASADAS de la Región Chorotega, en especial a las zonas costeras de los cantones de Carrillo y Santa Cruz, junto a Nicoya y La Cruz, con el fin de presentar la situación actual de manejo de aguas residuales, y saber, qué es lo que se espera como parte de los impactos del cambio climático. Se dio énfasis, al hecho de que las ASADAS son corresponsables del problema y de la solución; para luego negociar acuerdos de colaboración con el proyecto.

Se visitaron 25 ASADAS y se expuso el proyecto a sus juntas directivas, donde se visualizaron los alcances, las limitaciones y se mostró extensamente la problemática que genera la contaminación de cuerpos de agua, el impacto del cambio climático y, la concientización que se debe tomar al respecto, así como, las posibles repercusiones de los problemas, en caso de no tomar las medidas correctivas. Esto se hizo, con la idea de fomentar las capacidades de adaptación y crear sensibilización ante el cambio climático, pues el desarrollo y la consolidación del proyecto, en conjunto, permitirá disminuir el riesgo de contaminación y, por ende, la protección de los acuíferos, los ríos, las playas, los arrecifes, los manglares, los humedales y los mares.

En la provincia de Guanacaste, al igual que en el resto del país, muchas de las aguas residuales son tratadas mediante el uso de tanques sépticos *in situ*; es decir, en las propias casas de habitación (Estado de la Nación, 2007). De ahí que, el tratamiento de las aguas residuales mediante esta técnica es considerado como aceptable, siempre y cuando, los terrenos donde se ubiquen los tanques cuenten con las características necesarias de infiltración, y, se cumpla, con los requisitos elementales de construcción y operación, tanto de los tanques como de los drenajes (Rosales, 2005). Como parte de la operación básica de los tanques sépticos, se generan lodos sépticos que los usuarios deben recolectar y disponer.

Nótese que, según la legislación costarricense, las ASADAS, como entes administradores del agua, deben brindar el servicio tanto de distribución de agua potable como la prestación de tratamiento y disposición de las aguas residuales, sin embargo, este servicio es prácticamente nulo en todo el país; por ende, la disposición de los lodos sépticos depende por completo de los usuarios de los tanques sépticos, quienes suelen contratar a empresas privadas para que realicen la gestión, y, estas posteriormente, se encargan de disponer los lodos al final. Debido a la poca fiscalización por parte del Ministerio de Salud y, a la escasa oferta en sistemas de tratamiento de los lodos sépticos, la mayoría de estos terminan desechados en los cuerpos de agua.

Lo anterior provoca un impacto negativo en todas las fuentes de agua, pues las descargas realizadas se extienden desde donde son vertidos hasta las playas, los humedales, los arrecifes, los acuíferos y los mares, afectando directamente la flora y la fauna de los sitios, además, de aumentar el riesgo de contaminar las fuentes de agua potable. Esto, en un contexto de cambio climático, es aún más preocupante a nivel ambiental y de salud pública, pues, esta situación podría provocar un aumento en la incidencia de enfermedades a causa de la contaminación

del agua, y, una disminución del turismo en la zona, por la pérdida de ecosistemas acuáticos debido al mal manejo de las aguas residuales.

Estos procesos de capacitación y de consolidación del proyecto iniciaron desde el origen de AGUASANA, en agosto del 2013 y, desde entonces, ya se ha gestionado la firma de acuerdos para la participación de 12 ASADAS (Paso Tempisque, Huacas, Playa Potrero, Brasilito, Tamarindo, Santa Rosa, Villarreal, El llano, Matapalo, Garita, Lorena y Hernández), además, en los talleres se ha tenido la participación de más de 150 personas de las diferentes comunidades visitadas.

Figura 2
Reunión de presentación del proyecto.
ASADA Paso Tempisque



Fuente: elaboración propia.

Las capacitaciones y los talleres realizados, durante la exposición del proyecto, promueven la generación de capacidades y la concientización de los participantes, para que estos y sus ASADAS lleguen a realizar un uso eficaz y eficiente de los recursos naturales, así como, una mayor protección de sus fuentes y cuerpos de agua. Además, se fomenta la aplicación del enfoque ganar-ganar, como elemento de motivación, para aplicar la reducción de las tarifas debido a la eficiencia y la planificación en comparación, con lo que actualmente, pagan los hogares por el servicio de limpieza de tanque séptico que realizan los empresarios privados.

En el 2017, el proyecto en conjunto con las municipalidades, el AyA, el Ministerio de Salud y la dirección de aguas, ha puesto en marcha una agenda de actividades, orientadas al mejoramiento ambiental de las comunidades beneficiadas en la zona de impacto del proyecto. De igual forma, en la Asamblea General de AGUASANA, se elaboró y se aprobó la agenda de actividades, y, el plan de trabajo para los años 2017 y 2018, donde se manifestó la importancia de llevar a cabo reuniones con los actores sociales de la comunidad, con el propósito, de identificar de manera más integral y humana las necesidades y los conocimientos de los actores, a fin de potenciarlos. Además, se elaboró material didáctico, para facilitar e impulsar el interés de las comunidades con el proyecto.

b. Segunda fase: investigación y diseño del sistema de tratamiento

La fase de investigación del proyecto AGUASANA consiste en determinar la viabilidad operativa y de diseño del proyecto, en este caso, se analizaron parámetros físicos y químicos de los lodos sépticos y, se desarrollaron las dimensiones requeridas, para construir la planta de tratamiento de lodos sépticos. La primera etapa de este proceso fue analizar, exhaustivamente, las fases o etapas operativas, calificadas como: extracción de lodos de los tanques sépticos de los usuarios en su casa de habitación. Esta operación, se realiza, mediante una conexión por tubería, que va, desde el tanque séptico hasta el camión recolector, impulsando el lodo por bomba de achique o bomba de lodos (llamada comúnmente bomba “sapo”). En la figura 3 se observa cómo se realiza el proceso en un tanque séptico de la zona de Paraíso, Santa Cruz.

Figura 3
Extracción de lodos de un tanque séptico



Fuente: elaboración propia.

La segunda etapa consiste en el traslado de los lodos sépticos desde su extracción hasta la planta de tratamiento. Las rutas por seguir se realizan previa planificación, dependiendo de los usuarios y las horas del traslado y, se lleva a cabo, por medio de un camión cisterna, debidamente rotulado y, sin ninguna clase de fuga, como se aprecia en la figura 4. Este camión es de la empresa sépticos de Santa Cruz y traslada los lodos a la planta de tratamiento.

Figura 4
Camión cisterna recolector de lodos séptico

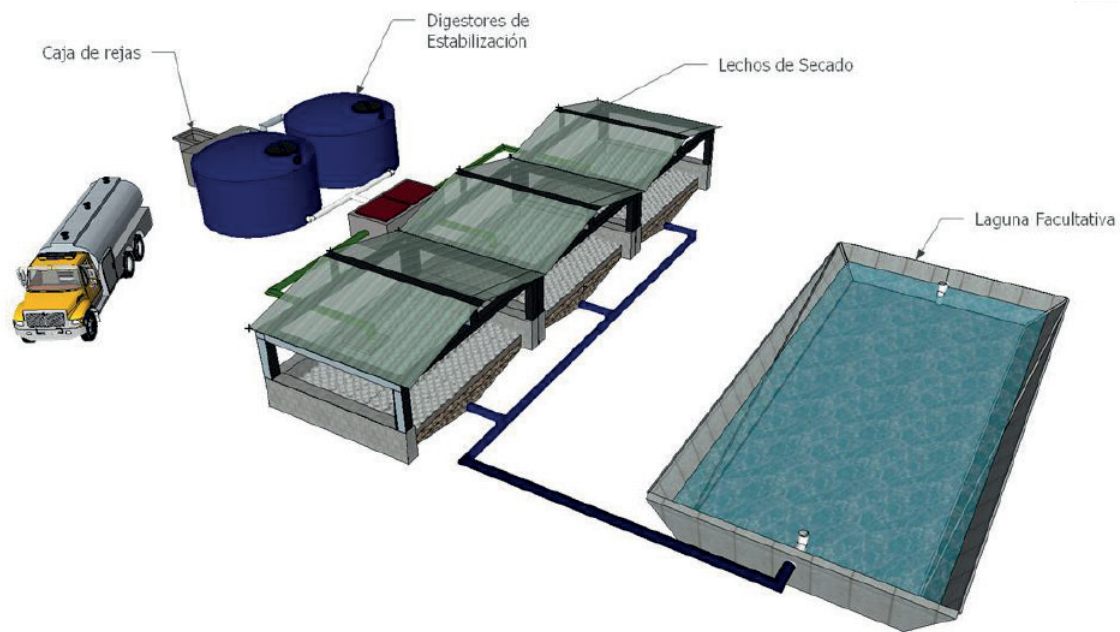


Fuente: elaboración propia.

La tercera etapa del proceso será la construcción y operación del sistema de tratamiento de lodos sépticos para degradarlos, con el fin de recuperar parte del lodo como mejorador de suelos y utilizar los lixiviados en riego de zonas verdes. Para determinar los criterios de diseño del sistema de tratamiento, se realizaron dos análisis de lodos residuales de tanques sépticos domésticos en el año 2017: uno en la época seca y otro en la época lluviosa. Las muestras se tomaron en las casas de habitación del cantón de Carrillo, en octubre, mediante un muestreo aleatorio simple no probabilístico y, se analizaron parámetros como: la acidez (pH), los Sólidos Sedimentables Totales (SST), las Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM), la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), la Demanda Química de Oxígeno (DQO), las grasas y los aceites, la temperatura, los coliformes fecales totales, entre otros, con la aplicación de los métodos del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation & Water Environment Federation, 2017)

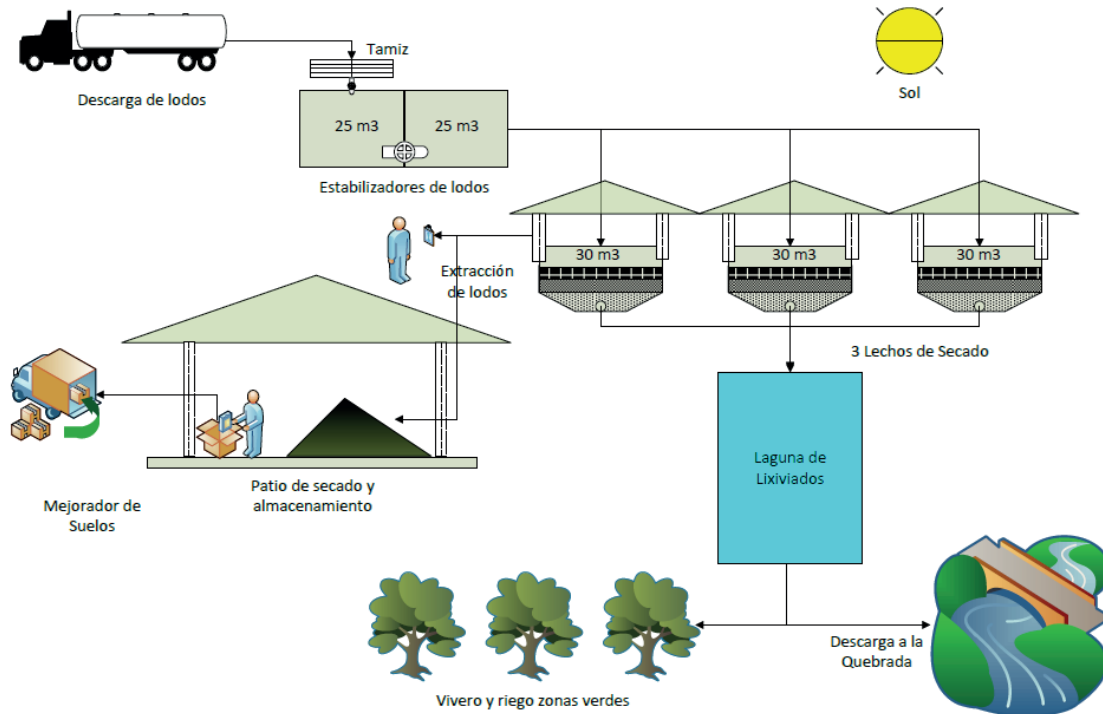
Siguiendo este mismo objetivo, se realizó la construcción de una planta piloto en la Sede Regional Chorotega, campus Liberia, para determinar y comprobar los criterios de diseño establecidos y la operatividad del sistema de tratamiento. El resultado es el siguiente diseño preliminar para la construcción de la planta de tratamiento de lodos sépticos:

Figura 5
Diseño del sistema de tratamiento de lodos sépticos



Fuente: elaboración propia.

Figura 6
Esquema del proceso de tratamiento
de los lodos sépticos



Fuente: elaboración propia.

Para el año 2018 y el 2019, como parte del impacto que AGUASANA quiere tener con el proyecto del manejo sostenible y, para las buenas prácticas agrícolas en la región, se estableció que la planta de tratamiento debe generar fertilizantes y mejoradores de suelos que permitan el reciclaje de estos nutrientes, como uno de sus subproductos, a partir de los lodos sépticos recuperados de las casas de habitación. Razón por la cual, se experimentará y se analizará la función del lodo recuperado de la planta de tratamiento piloto, en plantas de vivero, permitiendo el remplazo de los fertilizantes químicos, por el uso de abonos orgánicos. Estas ideas creativas que nacen de la capacitación comunal, no solo mejoran la sostenibilidad ambiental, sino que se convierten en procesos de aprendizaje no formal, para todos los miembros del grupo comunal, además, por medio de la observación y la experimentación, se impulsa el uso de abonos que se adapten a la zona y a los diferentes tipos de suelo.

c. Tercera fase: proceso de recolección de información y datos

Los procesos de recolección de datos y de sistematización de la información son de vital importancia, para el éxito de los proyectos. La sistematización pretende ordenar pasos, resumir, recopilar y presentar de manera sencilla y breve los principales resultados del proyecto, para orientarlos hacia la definición de lecciones aprendidas e iniciativas de políticas, ya sean, de desarrollo rural o de seguridad hídrica. En este sentido, se considera que se debe tener claro que los procesos de sistematización nacen en la etapa de planificación, y que, cuando se hace de esta manera, la extracción de prácticas y lecciones aprendidas, se facilita.

Dado el alto impacto que el recurso hídrico tiene en la región, la sistematización y divulgación de los resultados de este proyecto son muy importantes; además, debe tomarse en consideración, que se ha llevado a cabo, gracias a un grupo interdisciplinario de investigadores que participan en el proyecto, mediante el uso de bases de datos y demás técnicas de sistematización de experiencias como la que sugiere Brenes (2015), en su *Manual para sistematizar experiencias de manejo participativo en la conservación de la biodiversidad*.

Conviene señalar que el grupo de investigación realiza reuniones trimestrales con los académicos participantes, para informar acerca de los avances logrados, los obstáculos y las estrategias a seguir. Durante estos encuentros, se analiza la información generada y su concordancia con los objetivos planteados, además, se han realizado diferentes actividades de comunicación, con el fin de que los diferentes sectores involucrados en la gestión de los recursos hídricos, se informen de los procesos realizados. En este particular, algunas de las principales herramientas empleadas y, que serán utilizadas, para el proceso de socialización son las siguientes:

- a. Comunicación con organizaciones de base (conversatorios, foros, conferencias): por ejemplo, mediante la Comisión para el Manejo del Acuífero Nimboyores y zona costera de Santa Cruz (CONIMBOCO), Cámara de Turismo y Comercio de Santa Cruz y Guanacaste, Asociaciones de Desarrollo de la zona (ADI), CATURGUA, ASADAS, AYA, municipalidades, instituciones de gobierno, sociedad civil que puedan estar informados de sus alcances.
- b. Solicitud de espacios en la televisión regional: el proyecto se presentó en el espacio *Cédula cinco* de canal 36, medio de información local en Guanacaste.
- c. Folletos, informes y boletines informativos.
- d. Páginas web (HIDROCEC).
- e. Participación en congresos científicos: Congreso Internacional Clima, Agua y Energía: Pilares para el Desarrollo Sostenible; CEMEDE Nicoya, octubre de 2014, Foro Trinacional La gestión integral del recurso hídrico en Costa Rica, Colombia y Panamá: avances, alcances, retos, políticas y prácticas innovadoras; CATIE en Turrialba, agosto del 2018.

6. Conclusiones y recomendaciones

La elaboración de este proyecto, permite plantear algunas conclusiones y recomendaciones, con el afán, de contribuir y solventar las necesidades relacionadas con el manejo de las aguas residuales en la provincia de Guanacaste. Sin embargo, para continuar es necesario persistir en la coparticipación de todos los entes, tanto gubernamentales como no gubernamentales, ya que, esta es la única manera de enfrentar las vicisitudes que acompañan el cambio climático. Así las cosas, se sugiere que:

- El desarrollo del proyecto constituye una oportunidad de negocios mediante la generación de nuevos ingresos, para las ASADAS, ya que, usualmente, estas organizaciones trabajan con presupuestos limitados, lo que genera nuevas fuentes de empleo y desarrollo social de forma local.
- Que la imagen social y cultural, así como, la filosofía ambiental de las comunidades se vea beneficiada con un proyecto, mediante el cual, convergerán diferentes actores sociales comunales, de manera que, los habitantes de dicha región se verán favorecidos en el tema de la educación ambiental y de las buenas prácticas para la comunidad.
- Que el éxito del proyecto de AGUASANA tiene como fortalezas el potencializarse y repetirse en el plano macrorregional en un mediano plazo. Esto se convertiría en un impulso muy importante en la lucha a favor del medioambiente y de la protección del recurso hídrico.
- Es importante promover el proyecto AGUASANA en distintos foros académicos y darlo a conocer a las autoridades gubernamentales, para que sea tomado en cuenta en reglamentos institucionales del AYA, SETENA y MINAE, entre otros, como una solución importante y determinante, para el futuro, en virtud de la obsolescencia del sistema de alcantarillados y del colapso que este experimenta.
- Proponer e impulsar a AGUASANA para que se gestione un estudio de factibilidad económica, financiera y de sostenibilidad de todo el proyecto, tomando en cuenta la fase constructiva y operativa, con el objetivo de valorar la rentabilidad del proyecto y la determinación de las tarifas.
- Promover y fortalecer mecanismos de planificación participativa en los gobiernos locales, vigorizando las ASADAS, las redes nacionales y regionales con información referente a los procesos de sensibilización en el manejo y tratamiento de las aguas, mediante los sistemas de tanques sépticos, con el afán, de dar soporte a los procesos de mejoramiento de la gestión ambiental local.
- Asesorar a la asociación acerca de todas las instituciones que por ley deben otorgar recursos a este tipo de proyectos de enfoque ambiental en el plano nacional, como, por ejemplo, las municipalidades, el AYA, el IFAM y el MINAE, entre otras; de manera que, se logre ampliar las posibilidades de financiamiento.

- El proyecto debe contar con una planificación financiera adecuada y, un plan de autofinanciamiento, por medio del cobro de los recibos de agua a los usuarios, para consolidar su establecimiento a lo largo del tiempo.

7. Referencias bibliográficas

- Aguilar, A. (12 de Marzo de 2017). Conozca por qué el cantón de Carrillo se llama así. *AMPRENSA.COM*. Recuperado de: <http://www.amprensa.com/2017/03/conozca-canton-carrillo-se-llama-asi/>.
- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, & Water Environment Federation. (2017). En R.B. Baird, A.D. Eaton y E.W. Rice (Eds), *Standard methods for the examination of water and wastewater (23ª ed)*. USA: American Water Works Association.
- Asamblea Legislativa. (27 de agosto de 1942). *Ley de Aguas* [Ley nº 276 de 1942]. Publicada en La Gaceta No. 190 del 28 de agosto. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Asamblea Legislativa. (4 de octubre de 1995). *Ley Orgánica del Ambiente* [Ley nº 7554 de 1995]. Publicada en La Gaceta No. 215 del 13 noviembre. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Asamblea Legislativa. (16 de febrero de 1996). *Ley Forestal* [Ley nº 7575 de 1996]. Publicada en La Gaceta No. 72 del 16 de abril . San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Astorga, Y. (2007). *Recurso aguas superficiales y subterráneas con énfasis en las principales cuencas hidrográficas*. (Décimotercer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible). San José, Costa Rica: Estado de la Nación.
- Barnechea, M. (1994). La sistematización como producción de conocimientos. *Revista La Piragua* 9, 122-128. Lima, Perú.
- Brenes, C. y Soto, V. (2015). *Manual para sistematizar experiencias de manejo participativo en la conservación de la biodiversidad*. Santo Domingo, Heredia: Proyecto MAPCO-BIO-SINAC-JICA.
- Calvo-Brenes, G. y Mora, J. (2012). Análisis de la calidad de varios cuerpos de agua superficiales en el GAM y la Península de Osa utilizando el Índice Holandés. *Revista Tecnología en Marcha*, 25(5), 37- 44.
- Directorio Cartográfico. (Diciembre de 2017). *Mapa de Comunidad, Guanacaste, Carrillo*. Obtenido de: <http://mapasamerica.dices.net/costarica/mapa.php?nombre=Comunidad&id=2974>

- Estado de la Nación. (2005). *Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible*. (Undécimo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible). San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- Estado de la Nación. (2015). *Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible* (Resumen Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible). San José, Costa Rica: Programa Estado de la Nación.
- García, V., Acuña, J., Vargas, J. A. y García, J. (2006). Calidad bacteriológica y desechos sólidos en cinco ambientes costeros de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, (54), 35-48.
- García-Bueno, C. (2011). Uso y disfrute del agua en la Villa Romana de Puente de La Olmilla (Albaladejo, Ciudad Real): el aprovechamiento hídrico en el mundo romano. *Espacio, Tiempo y Forma, Serie II, Historia Antigua*, 24, 491-514. Madrid, España.
- Herrera, J., Rodríguez, S., Rojas, J., Herrera, E. y Chaves, M. (2013). Variación temporal y espacial de la calidad de las aguas superficiales en la subcuenca del río Virilla (Costa Rica) entre 2006 y 2010. *Revista de Ciencias Ambientales*, (45), 51-62.
- Informes y Proyectos S.A. INYPSA. (2010). *Plan estratégico regional de ordenamiento territorial de la Región Chorotega. Programa de regularización de catastro y registro*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2004). En Lockwood, H. *Estudio de aspectos institucionales de desarrollo de los acueductos rurales en Costa Rica*. Informe Final AguaConsult. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2010). *Memoria Institucional 2010-2014*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2011). En D. Mora, A. Mata, y C.F. Portuguese, (Coords.). *Acceso a agua para consumo humano y saneamiento. Evolución en el periodo 1990-2010 en Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (2012). En D. Mora, y C.F. Portuguese, (Coords.). *Calidad del agua en sus diferentes usos en Guanacaste-Costa Rica al año 2011*. San José, Costa Rica.
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (Junio de 2016). *Programa Bandera Azul Ecológica*. Obtenido de <https://banderaazulecologica.org/>
- Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. (Octubre de 2016). *Proyecto AyA 2010-2017*. Obtenido de: <https://www.aya.go.cr/proyectos/SitePages/Detalle%20del%20proyecto.aspx?spidProyecto=22>
- Instituto Costarricense de Turismo. (Julio de 2016). *Bandera Azul Ecológica Playas*. Obtenido de <http://banderaazulecologica.org/landing-de-categorias/playas>

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda*. San José, Costa Rica.
- Luche, N. (2004). *Análisis de la intervención del plan de mejoramiento ambiental de la parte alta de la cuenca del río Virilla, Costa Rica. Intervention analysis of the environmental management plan in the Rio Virilla Basin*. (Tesis de maestría). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.
- Luna, S., Reyes, L., Chinchilla, M. y Catarinella, G. (2002). Presencia de ooquistes de *Cryptosporidium spp* en aguas superficiales en Costa Rica. *Parasitología latinoamericana*, 57, 63-65.
- McLeod, K. S. (2000). Our sense of Snow: the myth of John Snow in medical geography. *Social science & medicine*, 50, 923-935.
- Mora, D. (1991). Situación actual del agua de consumo humano y las aguas residuales en Costa Rica. *Revista Biocenosis*, 2, 50-62.
- Mora, D. (2004). Calidad microbiológica de las aguas superficiales en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 13,(24), 15-31.
- Municipalidad de Carrillo. (Septiembre del 2017). Datos demográficos. En *Entorno y demografía*. Carrillo, Guanacaste. Recuperado de: <https://www.municarrillo.go.cr/index.php/nuestro-canton/entorno-y-demografia>
- OMS. (2004). *Guías para la calidad del agua potable. Volumen 1*.
- Picón, J. C. y Baltodano, V. (2006). Planificación turística en zonas costeras de Costa Rica. Algunas referencias a playa Tamarindo (Santa Cruz, Guanacaste). *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, VII(13), 149-170.
- Poder Ejecutivo. (9 de agosto del 2006). *Reglamento de Vertido y Reuso de Aguas Residuales* [Decreto n.º 33601-MINAE-S. del 2007]. Publicada en La Gaceta N° 55 del 19 de marzo. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Poder Ejecutivo. (4 de marzo del 2008). *Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos* [Decreto N° 34431-MINAE-SALUD del 2008]. Publicada en La Gaceta No.74 del 17 de abril. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Poder Ejecutivo. (12 de enero del 2015). *Reglamento para la Calidad del Agua Potable* [Decreto N° 38924-S del 2015]. Publicada en La Gaceta N°170 del 1 de setiembre. San José, Costa Rica: Imprenta Nacional.
- Porras, D. (2017). Conflictos territoriales y presiones turísticas urbanísticas sobre el recurso hídrico del sector costero de Tamarindo. En J.R. Rodríguez (Editor), *Centroamérica: Agua, cultura y territorio. Actas del Primer Congreso Internacional* (pp. 242-257). Heredia, Costa Rica.

- Programa de Gestión Ambiental Integral *PROGAI*. (20 de marzo de 2017). Recuperado de <https://www.ucr.ac.cr/noticias/buscar/programa-gestion-ambiental-integral-progai.html>
- Rojas, R. (2002). Guía para la vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano. Lima, Perú.
- Rosales, E. (2017). Agua limpia para Costa Rica en 2050. En *Investiga. TEC*, (30) 12-15.
- Rosales-Escalante, E. (2005). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Revista Tecnología en Marcha*, 26-30.
- Segura, O. (2004). Agenda ambiental del agua en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 1(40), 39-50.
- Springer, M. (2010). Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58(4), 53-59.
- Valverde, R. (2010). *La Problemática del agua en Costa Rica*. Montes de Oca, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- van Noorloos, F. (2013). ¿Un lugar en el sol para quién? El turismo residencial y sus consecuencias para el desarrollo equitativo y sostenible en Guanacaste, Costa Rica. *AlbaSud*, (15).

