

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería Civil**

**Evaluación de la condición sanitaria en aguas residuales de la zona  
abastecida por el acueducto de Agujitas en Bahía Drake de Osa, Puntarenas**

**Trabajo de Graduación**

Que para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

**Carolina Fernández Benavides**

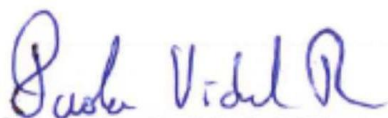
Directora de Proyecto de Graduación:

**Ing. Paola Vidal Rivera**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio



## HOJA DE APROBACIÓN



---

Ing. Paola Vidal Rivera

**Directora del proyecto**



---

Dr. Arnold Molina Porras

**Asesor del proyecto**



---

Ing. José Daniel Quesada Rojas

**Asesor del proyecto**



---

Carolina Fernández Benavides

**Presentadora del proyecto**



## **DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Fecha: Marzo, 2023

El suscrito, Carolina Fernández Benavides, cédula 1-1363-0010, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné A62154, manifiesta que es autora del Proyecto Final de Graduación "*Evaluación de la condición sanitaria en aguas residuales de la zona abastecida por el acueducto de Agujitas en Bahía Drake de Osa, Puntarenas*", bajo la Dirección de la Ing. Paola Vidal Rivera, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); "no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales". Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.



## DEDICATORIA

A mi mamá, por ser siempre mi modelo a seguir en la vida, por ser una mujer fuerte y luchadora. Por demostrarme que no importa el tiempo que pase y lo complicado que parezca el escenario, las metas se pueden concluir. Te amo mami.

A Richi por impulsarme a terminar esta etapa de mi vida, apoyarme y acompañarme cada noche sin importar el cansancio, y por darme lo más bello que podemos compartir, nuestro pequeño Oliver, que nunca imaginé culminar esta historia contigo a mi lado, mi pequeño. Los amo.

A mi abuelis, por ti postergué esto muchos años y lo haría gustosa nuevamente con tal de un abrazo más, porque te sientas siempre orgullosa, mi princess. Por siempre y para siempre





## **RECONOCIMIENTOS**

A la directora del proyecto Paola Vidal por el apoyo, impulso y paciencia en todo el proceso. Por mostrarme una cara distinta de una zona tan especial como Bahía Drake.

A los asesores Arnold y José Daniel, por el tiempo compartido en giras, el aprendizaje y el apoyo en distintas visitas y consultas.

A los miembros del proyecto de investigación "Conservación de zonas de alta densidad de biodiversidad, por medio de la caracterización de contaminantes disueltos y sólidos suspendidos en el recurso hídrico e identificación de tecnologías en salud para las zonas costeras, Península de Osa" inscrito a la vicerrectoría de investigación de la Universidad de Costa Rica, por permitirme participar del proceso y los datos obtenidos y compartidos en el proceso de investigación.

A los miembros de la ASADA de Drake por su colaboración en el proyecto y su anuencia a compartir las fotos.

A la Universidad de Costa Rica, a los profesores que causaron un impacto en mi formación académica y los años y experiencias compartidas.



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Justificación.....	1
1.1.1. Problema específico .....	2
1.1.2. Importancia .....	3
1.2. Antecedentes teóricos y prácticos del problema .....	4
1.2.1. Proyectos de humedales artificiales en Costa Rica .....	6
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	10
1.4. Marco Teórico e hipótesis .....	10
1.4.1. Reglamentos, Planes y Códigos de Saneamiento .....	13
1.4.2. Enfermedades de transmisión hídrica .....	16
1.4.3. Sistemas de tratamiento individual y colectivos .....	16
1.4.4. Sistema de tanques sépticos.....	17
A) Ventajas .....	18
B) Desventajas .....	19
1.4.5. Sistemas Imhoff .....	20
1.4.6. Humedales artificiales - Biojardineras .....	20
1.5. Delimitación del problema.....	22
1.5.1. Alcances de la investigación .....	22
1.5.2. Limitaciones de la investigación .....	24
1.6. Metodología.....	25
1.6.1. Fase de Recopilación de información .....	25
1.6.2. Fase Análisis .....	25
1.6.3. Fase de propuestas.....	25
<b>CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA.....</b>	<b>27</b>

2.1.	Características generales del distrito de Bahía Drake .....	27
2.2.	Abastecimiento de agua potable.....	28
2.3.	Contaminación de fuentes de agua en la zona de Bahía Drake, Osa. ....	32
2.4.	Uso del Suelo .....	34
2.5.	Tipo de Suelo .....	37
2.6.	Características poblacionales del distrito Bahía Drake: Crecimiento poblacional, vivienda, educación, actividades socioeconómicas y de desarrollo. ....	39
<b>CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO EXISTENTES</b>		<b>45</b>
3.1.	Levantamiento de acueducto de agua potable Bahía Drake.....	45
3.2.	Estimación de datos de consumo de aguas residuales en Bahía Drake .....	54
3.3.	Infraestructura de sistemas residuales, Bahía Drake.....	56
3.3.1.	Sistemas de tratamiento colectivos .....	56
3.3.2.	Sistemas de tratamiento residenciales .....	61
3.4.	Problemas identificados en el manejo de las aguas residuales.....	62
3.5.	Propuestas de manejo de aguas residuales .....	68
3.5.1.	Usuarios Comerciales-Zona 1.....	72
3.5.2.	Usuarios Comerciales - Zona 2.....	81
3.5.3.	Usuarios Comerciales - Zona 3.....	83
3.5.4.	Usuarios Comerciales - Zona 4.....	84
<b>CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		<b>88</b>
4.1.	Conclusiones .....	88
4.2.	Recomendaciones .....	92
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>95</b>
Anexo 1. Ubicación de la zona de Agujitas .....		99
Anexo 2. Zonificación de uso de suelo para Osa, sector Sierpe.....		101
Anexo 3. Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 1.....		102
Anexo 4. Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 2.....		104

Anexo 5. Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 3.....	106
Anexo 6. Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 4.....	108
Anexo 7. Clasificación de Uso de suelos en la zona de estudio. ....	110
Anexo 8. Datos de la ASADA Potables con análisis de Caudal promedio .....	112
Anexo 9. Datos de la ASADA Residuales con análisis de Caudal residual promedio.....	121

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Mejoramiento de las condiciones ambientales de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica, 2014. Comunidad de Zapote, San Mateo, con proyecto de Biojardinera .....	6
Figura 2. Sistema de tratamiento comunal, aguas grises, Zapote, San Mateo. ....	7
Figura 3. Trampa de grasas (izquierda) y tanque de pretratamiento (derecha), Biojardinera Zapote, San Mateo. ....	8
Figura 4. Plástico negro que recubre los tanques de las biojardineras para evitar infiltraciones en el suelo. Biojardinera Zapote, San Mateo. ....	8
Figura 5. Tanque de biojardinea con aireadores y grava. Biojardinera Zapote, San Mateo.....	9
Figura 6. Tipos de sistemas sanitarios .....	11
Figura 7. Composición de los sistemas de recolección de aguas residuales. ....	12
Figura 8. Relación entre el factor de punta $F_p$ y el número de habitantes para poblaciones menores de 1000 habitantes. ....	15
Figura 9. Etapas de operación en Tanques sépticos.....	19
Figura 10. El modesto tanque Imhoff, fundamentos y diseño. ....	20
Figura 11. Esquema de biojardinera.....	22
Figura 12. Delimitación de la zona de estudio para el proyecto.....	23
Figura 13. Diagrama de actividades de proyecto de graduación.....	26
Figura 14. Caracterización del territorio Península de Osa, con énfasis en Bahía Drake y el centro poblacional de Agujitas.....	28
Figura 15. Sistemas utilizados para agua potable en la zona de Agujitas .....	30
Figura 16. Mapa de modelo de elevaciones de la cuenca de la quebrada El Mono .....	33
Figura 17. Mapa de pendientes de la cuenca de la quebrada El Mono .....	33
Figura 18. Comparación de Uso de Suelo en la cuenca del río Agujitas, 2014, 2016, 2018, 2020. ....	35
Figura 19. Extracto de zonificación de uso de suelo para Osa, Sector Sierpe.....	36
Figura 20. Tipo de suelo para la zona de estudio .....	38
Figura 21. Proyección de crecimiento poblacional en la zona de Bahía Drake.....	40
Figura 22. Indicadores cantonales, censos nacionales de población y vivienda 2000, 2011. Provincia Puntarenas .....	42
Figura 23. Porcentaje de hogares con al menos una carencia en cantón de Osa .....	43
Figura 24. Ubicación de zonas de coordenadas .....	46

Figura 25. Coordenadas Zona 1 .....	47
Figura 26. Coordenadas Zona 2 .....	48
Figura 27. Coordenadas Zona 3 .....	49
Figura 28. Coordenadas Zona 4 .....	50
Figura 29. Cantidad de usuarios por sector .....	51
Figura 30. Distribución de abonados en residenciales y comerciales.....	52
Figura 31. Distribución de abonados en comerciales y residenciales, con consumos promedios, altos y bajos según parámetro definido .....	53
Figura 32. Producción de agua residual para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 en la ASADA de Drake de acuerdo con su clasificación.....	55
Figura 33. Ubicación Hostel Drake Bay Backpackers .....	58
Figura 34. Piegra grava de filtro en la Biojardinera hostel Drake Bay Backpackers.....	59
Figura 35. Ubicación de Biojardinea hostel Drake Bay Backpackers.....	59
Figura 36. Ubicación de tanques sedimentadores. ....	60
Figura 37. Tanques sedimentadores con grasa .....	60
Figura 38. Cajas de registro de aguas grises, que se conectan con el tanque séptico .....	62
Figura 39. Tuberías superficiales hacia tapa de Tanque séptico en zona de baños públicos..	63
Figura 40. Aguas grises mezclándose con aguas pluviales.....	64
Figura 41. Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial. ....	65
Figura 42. Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial. Evidencia de estancamiento de aguas jabonosas en zonas de lavandería. ....	65
Figura 43. Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial. Evidencia de estancamiento de las aguas y contaminación. Además de cercanía con tuberías potables. ....	66
Figura 44. Tubo para vertido de aguas residuales que se dirige a la quebrada El Mono .....	66
Figura 45. Muestra de vertido de aguas grises directo a la calle, malos olores, daño a la vegetación cercana y al paisaje. Foto tomada en Agujitas centro.....	67
Figura 46. Presencia de tanque séptico en la ribera de la quebrada Don Carmen .....	67
Figura 47. Coordenadas Zona 1, con ubicación de usuarios comerciales.....	72
Figura 48. Coordenadas Zona 1-A, con ubicación de usuarios comerciales.....	73
Figura 49. Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-A .....	75
Figura 50. Coordenadas Zona 1-B, con ubicación de usuarios colectivos.....	76
Figura 51. Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-B .....	78
Figura 52. Coordenadas Zona 1-C, con ubicación de usuarios colectivos .....	79

Figura 53. Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-C .....	80
Figura 54. Coordenadas Zona 2-Central, con ubicación de usuarios colectivos .....	81
Figura 55. Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en Zona 2 .....	82
Figura 56. Coordenadas Zona 4, Petrona, con ubicación de usuarios colectivos .....	84
Figura 57. Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en Zona 4 .....	86
Figura 58. Caudal residual promedio con respecto a la clasificación de aguas residuales de los usuarios comerciales según actividad realizada. ....	87





## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Límites máximos permisibles para los parámetros universales de análisis obligatorio de aguas residuales vertidas en un cuerpo receptor. ....	15
Cuadro 2. Fuentes de abastecimiento de agua utilizadas en los hogares del distrito de Bahía Drake.....	30
Cuadro 3. Elevaciones y pendientes de las cuencas de Bahía Drake.....	32
Cuadro 4. Cantidad de población proyectada para el distrito de Bahía Drake .....	40
Cuadro 5. Cantidad de población estimada para el distrito de Bahía Drake .....	41
Cuadro 6. Características educativas Cantón de Osa.....	42
Cuadro 7. Distribución de abonados según el sector donde se ubican .....	51
Cuadro 8. Distribución de abonados según el sector y su clasificación.....	54
Cuadro 9. Caudales residuales promedio generados por los abonados de la ASADA según clasificación. ....	55
Cuadro 10. Matriz para calibrar el tamaño de humedales artificiales, variando la profundidad del sustrato, el tamaño de la descarga contribuida, y de la velocidad de reacción. ....	69
Cuadro 11. Abonados Zona 1-A, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual. ....	74
Cuadro 12. Abonados Zona 1-B, clasificados como comerciales, y promedios de consumo anual. ....	77
Cuadro 13. Abonados Zona 1-C, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual. ....	79
Cuadro 14. Abonados Centro, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.	82
Cuadro 15. Abonados Petrona, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual. ....	85
Cuadro 16. Abonados Centro, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.	86

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

ACEPESA- Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente  
ASADA – Asociaciones Administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados  
Comunales en Costa Rica  
AyA - Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
EBAIS – Equipos Básicos de Atención Integral en Salud  
INDER – Instituto de Desarrollo Rural  
INEC – Instituto Nacional de Estadística y Censos.  
INISA – Instituto de Investigaciones en Salud  
INTA – Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria  
MAG – Ministerio de Agricultura y Ganadería  
MIDEPLAN – Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica  
ONU – Organización de las Naciones Unidas  
ODS – Objetivo de Desarrollo Sostenible  
PDRT – Plan de Desarrollo Rural Territorial  
PNSAR – Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales  
PTAR - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales  
PVC – Cloruro de Polivinilo  
SNIT – Sistema Nacional de Información Territorial  
TCU – Trabajo Comunal Universitario  
UFCO – United Fruit Company

Fernández Benavides, Carolina

Evaluación de la condición sanitaria en aguas residuales de la zona abastecida por el acueducto de Agujitas en Bahía Drake de Osa, Puntarenas

Proyecto de Graduación-Ingeniería Civil-San José. C.R.:

C. Fernández B., 2023

xxii, 99, [30]h; ils. col. – 33 refs.

### **RESUMEN**

Agujitas en Bahía Drake es una zona rica en biodiversidad y de gran atractivo turístico. El crecimiento poblacional aunado a la carencia de estrategias de manejo de las aguas residuales hace imperante que se realice una evaluación de las condiciones sanitarias, los sistemas utilizados en la zona y la gestión de las aguas residuales.

Como eje principal de la investigación se analizan los usuarios abastecidos por el acueducto, el cual es administrado por la Asociación Administradora de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunes en Costa Rica (ASADA). El trabajo de campo y el análisis de datos de la ASADA permite clasificar los usuarios por su actividad y caudal residual generado, además de determinar las principales deficiencias y los riesgos que se presentan, tanto para los cuerpos de agua como para la población. Se identifican los sistemas sanitarios utilizados y se evalúa si poseen un diseño y funcionamiento óptimo, con condiciones que no perjudiquen los cuerpos de agua.

Los resultados permiten identificar y plantear opciones de mejora a los sistemas, de acuerdo con condiciones afines a la zona, para sistemas residenciales y comerciales, basados en parámetros de caudal y su funcionalidad.

Conceptos Clave: Agujitas, Bahía Drake, Aguas residuales, Aguas grises, Aguas Negras, Sistemas de Saneamiento Individuales, Sistemas de Saneamiento Colectivo, Caudal de aguas residuales, Biojardineras

Ing. Paola Vidal Rivera

Escuela de Ingeniería Civil

Fernández Benavides, Carolina

Evaluación de la condición sanitaria en aguas residuales de la zona abastecida por el acueducto de Agujitas en Bahía Drake de Osa, Puntarenas

Proyecto de Graduación-Ingeniería Civil-San José. C.R.:

C. Fernández B., 2023

xxii, 99, [30]h; ils. col. – 33 refs.

### **ABSTRACT**

Agujitas in Bahía Drake is an area rich in biodiversity and of great interest for tourism. Population growth, coupled with the lack of wastewater management strategies, creates a necessity for an evaluation of the sanitary conditions, the systems used in the area and the management of wastewater.

As the main axis of the research, the users served by the aqueduct, which is managed by the local ASADA, are analyzed. The fieldwork and data analysis of ASADA allows users to be classified by their activities and residual flow generated, in addition to determining the main deficiencies and risks that arise, both for the bodies of water and for the population. The sanitary systems used are identified to then evaluate if they have an optimal design and operation, with conditions that are not detrimental to the bodies of water.

The results allow for an identification and postulation of solutions for improving the systems, that are fit for the conditions of the area, for residential and commercial systems based on flow parameters and their functionality.

Key Words: Agujitas, Bahía Drake, Aguas residuales, Aguas grises, Aguas Negras, Sistemas de Saneamiento Individuales, Sistemas de Saneamiento Colectivo, Caudal de aguas residuales, Biojardineras

Ing. Paola Vidal Rivera

Escuela de Ingeniería Civil



## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

Este capítulo consiste en la descripción del proyecto, así como los objetivos principales de la investigación realizada, los alcances, limitaciones y proceso metodológico utilizado. De igual manera, en él se describen los reglamentos, planes y códigos vigentes y utilizados en Costa Rica, las enfermedades producto del mal manejo de los recursos sanitarios, los sistemas sanitarios más utilizados y ejemplos de sistemas de saneamiento en Costa Rica.

### **1.1 Justificación**

Costa Rica es reconocida a nivel mundial como un país protector de la biodiversidad, líder en sostenibilidad; así lo ratifica el premio recibido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), "Campeones de la Tierra 2019". Este galardón es la máxima distinción en materia ambiental que este organismo brinda a un país (La Nación, 20 de Setiembre 2019).

Las políticas conservacionistas y de desarrollo sostenible han potencializado en el país un turismo ecológico en diversas zonas ricas en biodiversidad y variedad de especies de flora y de fauna. La Península de Osa es conocida como la última frontera salvaje del país. En ella se encuentra el Parque Nacional Corcovado y la Reserva Forestal Golfo Dulce, por lo tanto, Bahía Drake se posiciona en un punto estratégico para el turismo local (Oficina Subregional Osa, 2016).

El turismo en la zona de Bahía Drake se ha incrementado exponencialmente en los últimos 20 años, según un estudio realizado en el 2016 por la Oficina Subregional de Osa, y esta actividad se ha convertido en la principal fuente de empleo (Oficina Subregional Osa, 2016). Zonas como Agujitas y la zona central de Bahía Drake, se convirtieron en el centro poblacional más densificado de la región (Livenais, 2009).

El censo realizado en la zona refleja que, pese a su rápida expansión en turismo ecológico, la zona cuenta con índices de desarrollo social de nivel bajo a muy bajo, índices de desarrollo distritales muy bajos, bajos niveles de escolaridad, y en general, indicadores socioeconómicos en condición de rezago. De esta caracterización se puede inferir que el crecimiento carece de planificación, lo cual conlleva escasez de servicios de infraestructura básicos por parte de la

municipalidad de Osa, esto se asocia directamente con una creciente contaminación al ambiente, donde los cuerpos de agua superficiales son unos de los principales afectados.

Aunado a lo anterior, la zona de Bahía Drake se define como ambientalmente frágil, dada la topografía, precipitación y patrones de escorrentía. Además, se trata de un bioclima de bosque muy húmedo, el cual se relaciona con procesos de erosión que afectan directamente los cuerpos de agua superficiales, procesos que se incrementan con la deforestación, incremento de pastizales y asentamientos humanos en zonas no aptas (Livenais, 2009).

Por su importancia ambiental y el patrón de crecimiento, la zona se convierte en un foco de estudio para los investigadores. Actualmente se realizan proyectos de investigación que intentan determinar las amenazas existentes producto de estos cambios culturales, de uso de suelo, demográficos, entre otros, que se presentan en una zona de relevante biodiversidad para el país.

#### **1.1.1. Problema específico**

Es fundamental mantener un equilibrio entre el crecimiento poblacional, el desarrollo económico y el manejo adecuado de los recursos naturales para que no deterioren el ecosistema en el que se está realizando el desarrollo.

La falta de herramientas de planificación de desarrollo sostenible por parte de un gobierno local e instituciones del Estado, que contengan propuestas de saneamiento tanto de tipo colectivo como individual, hace que el crecimiento de la zona de Bahía Drake afecte directamente la biodiversidad y los cuerpos de agua superficiales. Actividades productivas, agrícolas y ganaderas, inciden directamente en el río Agujas, uno de los principales de Bahía Drake (Instituto de Desarrollo Rural, 2017).

Las aguas que han sido utilizadas en actividades humanas se denominan aguas residuales, poseen características físicas, químicas, biológicas o microbiológicas distintas a las de su estado natural o potable. (Zúñiga, V., Quesada, R., 2020).

Los sistemas sanitarios, residenciales o comerciales, producen aguas denominadas domésticas u ordinarias, las cuales se pueden subclasificar en aguas negras y aguas grises o jabonosas. Las aguas negras son aquellas que provienen de los servicios sanitarios y las aguas grises o jabonosas son las provenientes de lavatorios, cocinas, pilas y duchas.



La infraestructura sanitaria existente de la zona es insuficiente, ya que carece de un diseño integral que contemplara el crecimiento turístico actual y que proyectara el desarrollo de la zona en los años posteriores. La falta de un sistema de saneamiento público y de iniciativas de saneamiento en proyectos de índole privado, de aguas residuales contribuye al deterioro de ríos, quebradas y playas.

La comunidad de Bahía Drake y la municipalidad de Osa requieren de alternativas de saneamiento que permitan proporcionar opciones ambientalmente viables para el tratamiento de las aguas residuales que se adapten de forma adecuada a la zona; considerando la dificultad de implementación, materiales, área trabajable, tipos de suelos, entre otros.

De la mano con los proyectos de investigación enfocados en el crecimiento poblacional urbano en zonas como Agujitas y Bahía Drake centro y la caracterización de las condiciones actuales de los cuerpos de agua, el presente proyecto pretende estudiar los sistemas de saneamiento que se utilizan actualmente en la zona de estudio y plantear sistemas que se adapten a las condiciones del sitio. Lo anterior con el fin de generar un insumo útil para la población de Bahía Drake.

### ***1.1.2. Importancia***

Evaluar los sistemas de saneamiento actuales utilizados en la zona de Bahía Drake permitirá identificar deficiencias y riesgos y plantear sistemas de tratamiento de aguas sanitarias y medidas correctivas, acorde a las condiciones de la zona, con el fin de reducir la amenaza ambiental, sin obstaculizar o frenar el desarrollo turístico y crecimiento poblacional presentado en los centros de densidad poblacional, como el caso de Agujitas.

La evaluación de riesgos ambientales busca reducir la magnitud o peligrosidad de las amenazas ambientales por medio de medidas correctivas (Dirección General de Calidad Ambiental, 2010). Para cumplir los objetivos planteados es imperante trabajar de la mano con proyectos de investigación enfocados en el crecimiento poblacional y en la demograficación de la zona, así como proyectos de investigación enfocados en el análisis de niveles de contaminación de zonas como en el río Agujas, que corresponde a uno de los principales ríos de Bahía Drake.

Agujitas como principal centro poblacional, se localiza en la subcuenca de las quebradas de playa Colorada, pero carecen de registros históricos de la calidad del agua o su caudal. Según el PDRT (Plan de Desarrollo Rural Territorial) de la Oficina Regional de Osa, se ha dado un

cambio en el uso del suelo relativo a una conmutación en las actividades productivas de la zona, por lo que es importante identificar la magnitud del cambio en la cobertura del suelo, así como las consecuencias asociadas, lo cual muestra lo relevante mantener un enfoque de análisis en el que se defina la cuenca como unidad de estudio (Oficina Regional de Osa, 2016).

Un análisis integral de la problemática permitirá plantear opciones de sistemas de tratamiento de aguas sanitarias alternativas y convencionales, que sean ambientalmente viables y planteen un desarrollo planificado tanto individual como colectivo que proteja el ecosistema de la Península de Osa, específicamente Bahía Drake. El planteamiento de sistemas eficientes de tratamiento de las aguas protegerá los ríos, quebradas y playas de la zona, disminuirá la vulnerabilidad de contaminación de los suelos y protegerá la salud pública.

Como indican Zuñiga Villalobos y Quesada Rojas (2020), para lograr un planteamiento eficiente de los sistemas de tratamiento sanitario es imperante reforzar la educación, concienciación y sensibilización de los diversos grupos sociales. Algunas de las herramientas más son los talleres, charlas, giras ambientales y material de difusión impreso y digital, con las cuales se puede instruir a la población de Bahía Drake sobre la problemática ambiental, las responsabilidades y las posibles soluciones que se puedan brindar al manejo de las aguas residuales.

## **1.2. Antecedentes teóricos y prácticos del problema**

La Municipalidad de Osa cuenta desde 1984 con un plan Regulador Cantonal de la Península de Osa, con una versión actualizada en 2010, la cual posee un reglamento de construcciones y de vertidos que se adapta al Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de 2017 y el Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales de Costa Rica. La zonificación de uso del suelo en Bahía Drake es de zona no urbana, para la parte baja de la subcuenca del río Agujas, específicamente de zona montañosa de intervención baja y zona llana de intervención moderada, respectivamente. Esta caracterización difiere de las condiciones actuales presentadas en las zonas altamente pobladas como Agujitas, la cual se establece como una zona de actividad humana dispersa, específicamente para actividades turísticas de baja intensidad, con impactos más bajos que en los núcleos consolidados definidos igualmente por el plan regulador (Municipalidad de Osa, 2021).

La Península de Osa, en términos generales, ha sufrido un crecimiento incipiente desde los años 30, Cambios importantes como el establecimiento de la *United Fruit Company* (UFCO) en Puerto Jiménez en 1936, la creación del muelle de Golfito en 1941 y la construcción de la carretera Interamericana entre 1947 y 1963, en 1957 se cimienta en la zona la compañía maderera estadounidense, Osa Productos Forestales, estos figuran entre los principales acontecimientos. Este desarrollo poco planificado aumenta los problemas ambientales con la tala de bosques para la cría de cerdos, ganado y otros productos para la venta (Oficina Subregional de Osa, 2016). Según información de la Oficina Subregional de Osa, en este momento, el Estado establece Áreas Protegidas con el fin de aplacar los conflictos por tierra y así mismo preservar la riqueza en biodiversidad. En 1975, se crea el Parque Nacional Corcovado; en 1978, la Reserva Forestal Golfo Dulce y en 1981, la Reserva Indígena Guaimí. En 1984 la UFCO se retira de Puerto Jiménez, pese a esto al final de la década de 1980 la situación socioeconómica y ambiental de la zona se catalogaba como grave, dada la explotación de recursos naturales, la extracción de metales preciosos, flora, fauna, recursos del mar y la explotación agroforestal sin planificación.

De forma paralela, se establecen proyectos importantes para la zona como la conexión vía terrestre entre Chacarita y Puerto Jiménez y el asfaltado de la carretera entre Palmar y Sierpe, alrededor del 2007, lo que agilizó la conexión hacia Bahía Drake; antes solo posible por la vía acuática. Todos estos factores potencian el incremento exponencial de turismo en la zona.

La Universidad de Costa Rica contó con un trabajo interdisciplinario en un proyecto de trabajo comunal (TCU TC-675) en la península de Osa desde el 2016 y hasta 2020, con el nombre "*Taller de Investigación en Salud Comunitaria en Osa*". El trabajo se ejecutó en cuatro escuelas de las comunidades de Drake: Los Planes, Caletas, Agujitas y Rincón, y al Ebais. Los equipos abordaron el tema de salud interdisciplinaria, entre los temas pertinentes a este proyecto el TCU abordó temas como manejo de los desechos sólidos, calidad del agua, conservación y protección de los mantos acuíferos, fuentes de alimentos saludables y necesidades de nutrición, necesidades en educación y epidemiología comunitaria, manejo de los recursos naturales y alimentación.

El proyecto 915-B9-463, "Conservación de zonas de alta densidad de biodiversidad, por medio de la caracterización de contaminantes disueltos y sólidos suspendidos en el recurso hídrico e identificación de tecnologías en salud para las zonas costeras. Península de Osa", es un

proyecto de investigación de la Universidad de Costa Rica donde, de forma interdisciplinaria, se estudió la afectación de las cuencas de estudio debido al crecimiento de la población.

### **1.2.1. Proyectos de humedales artificiales en Costa Rica**

Desde el año 2004, la Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente, ACEPESA, desarrolló una serie de proyectos de ecosaneamiento a lo largo del territorio nacional, organizando a las comunidades para el tratamiento de las aguas grises por medio de humedales o biojardineras, con la finalidad de reutilizar el agua generada para cultivos, jardines, entre otros.

El sistema se basa en que las personas de la comunidad son las que realicen el mantenimiento efectivo y la supervisión, para el buen uso del sistema, el cual es diseñado por profesionales en el campo de la ingeniería.

Como parte de esta investigación se realizó una visita a el proyecto "Mejoramiento de las condiciones ambientales de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica, 2014", ubicado en el sector de Zapote, en San Mateo de Alajuela (Figura 1), con el fin de estudiar las condiciones de proyectos colectivos que empleen alternativas de saneamiento de aguas sanitarias.



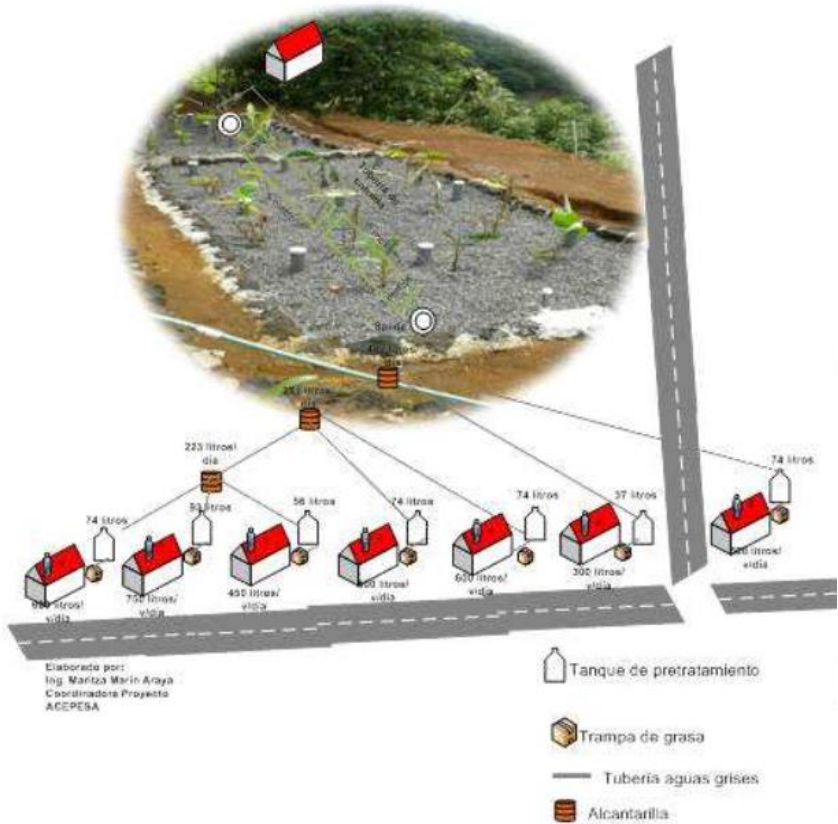
**Figura 1.** Ubicación del proyecto Mejoramiento de las condiciones ambientales de la cuenca del río Jesús María, Costa Rica, 2014. Comunidad de Zapote, San Mateo, con proyecto de Biojardinería

**Fuente:** Google maps, modificado por autor

Esta comunidad posee una biojardinera colectiva (Figura 2), la cual recibe el agua jabonosa de siete viviendas con una población aproximada de 26 personas, lo que genera un caudal promedio total de consumo de 3,9 m<sup>3</sup>/día (estimado 200 litros/persona/día). (EcoInventos, 2021). Las aguas tratadas en el proyecto corresponden a aguas grises, no se consideran aguas negras. Posterior al tratamiento las aguas generadas son utilizadas para riego.

El sistema de tratamiento de las aguas grises (Figura 3) está basado en que cada vivienda posee una trampa de grasa que está conectada a los sistemas de aguas grises de la vivienda; posterior a esto, las aguas pasan a un tanque de pretratamiento, o tanques de sedimentos, donde se quedan los sólidos de las aguas, de ahí se transportan por medio de tuberías de aguas grises hasta las alcantarillas diseñadas de forma estratégica, las cuales están diseñadas por gravedad hasta transportar las aguas al tanque de entrada del tratamiento de las biojardineras.

Es imperante que cada parte del sistema posea un mantenimiento adecuado por parte de los usuarios, así como cumplir con las consideraciones indicadas por los diseñadores del proyecto.



**Figura 2.** Sistema de tratamiento comunal, aguas grises, Zapote, San Mateo.

**Fuente:** ACEPESA, 2019



**Figura 3.** Trampa de grasas (izquierda) y tanque de pretratamiento (derecha), Biojardinera Zapote, San Mateo.

Los tanques de las biojardineras (Figura 4 y Figura 5) están compuestos de diferentes tipos de piedra, la cual sirve como filtro. Las plantas utilizadas poseen resistencia al agua cuya función es oxigenar y purificar dicho fluido. Es importante que la construcción de los tanques esté diseñada y supervisada por un profesional que verifique que los procesos se realicen de manera adecuada.



**Figura 4.** Plástico negro que recubre los tanques de las biojardineras para evitar infiltraciones en el suelo. Biojardinera Zapote, San Mateo.





**Figura 5.** Tanque de biojardinea con aireadores y grava. Biojardinera Zapote, San Mateo.

Este proyecto en particular posee un mantenimiento activo por parte de la comunidad, lo que permite que se pueda reutilizar el caudal generado por las aguas grises de las siete viviendas en riego de cultivos.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. *Objetivo general***

- Evaluar la condición sanitaria de la gestión de aguas residuales y plantear opciones de mejora a los sistemas existentes en la zona con cobertura de acueducto administrado por la ASADA Agujitas en Bahía Drake de Osa, Puntarenas.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

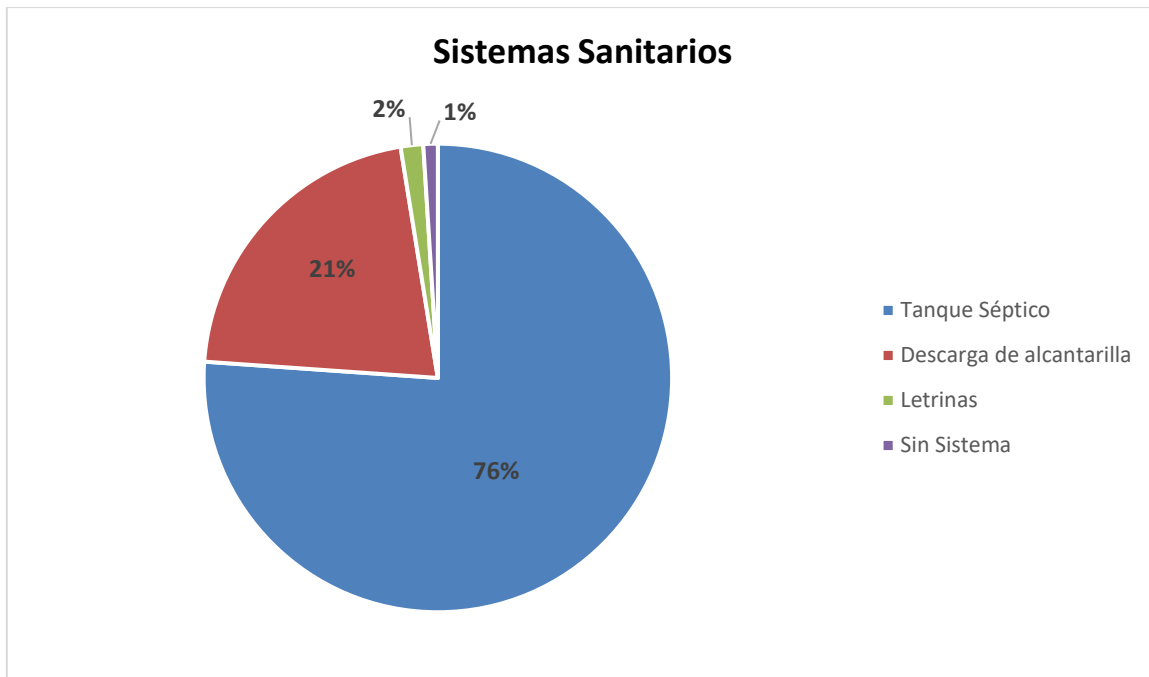
1. Caracterizar el área abastecida por el acueducto y los sistemas de disposición de aguas residuales utilizados por esta población.
2. Evaluar las condiciones de saneamiento actual utilizadas en el área de estudio, así como los impactos que se generan sobre los cuerpos de agua.
3. Identificar y plantear opciones de mejora a los sistemas de saneamiento afines a las condiciones de la zona.
4. Presentar alternativas de saneamiento de aguas residuales para el desarrollo actual y futuro, con proyecciones del INEC de 15 años de acuerdo con el último censo poblacional, que sean acordes a las condiciones de la zona, para sistemas residenciales y comerciales.

### **1.4. Marco Teórico e hipótesis**

El Índice de desempeño ambiental de la universidad de Yale posiciona a Costa Rica en lugar 68 de 180 puestos, con una calificación de 46.30, puesto que viene en descenso desde el año 2012, donde se posicionaba en el puesto 5, en cuanto al indicador de tratamiento de las aguas residuales se refiere, Costa Rica ocupa el puesto 86 de 180, con una calificación de 7.2, valor deficiente, principalmente en un país con reconocimientos internacionales por su biodiversidad y cuidado de recursos naturales. (Índice de desempeño ambiental, 2022).

La contaminación de los mantos acuíferos está directamente relacionada al vertido y la disposición inadecuada de las aguas residuales, por medio de la infiltración de contaminantes, ya sea en zonas de recarga acuífera, suelos permeables o zonas urbanas densificadas. El saneamiento de las aguas residuales se vuelve en un instrumento importante para la protección de los mantos acuíferos (Zúñiga V., Quesada R., 2020). En Costa Rica la infraestructura sanitaria del país cubre un 99 % de la población. La distribución del uso de los diferentes sistemas de saneamiento se muestra en la Figura 6.



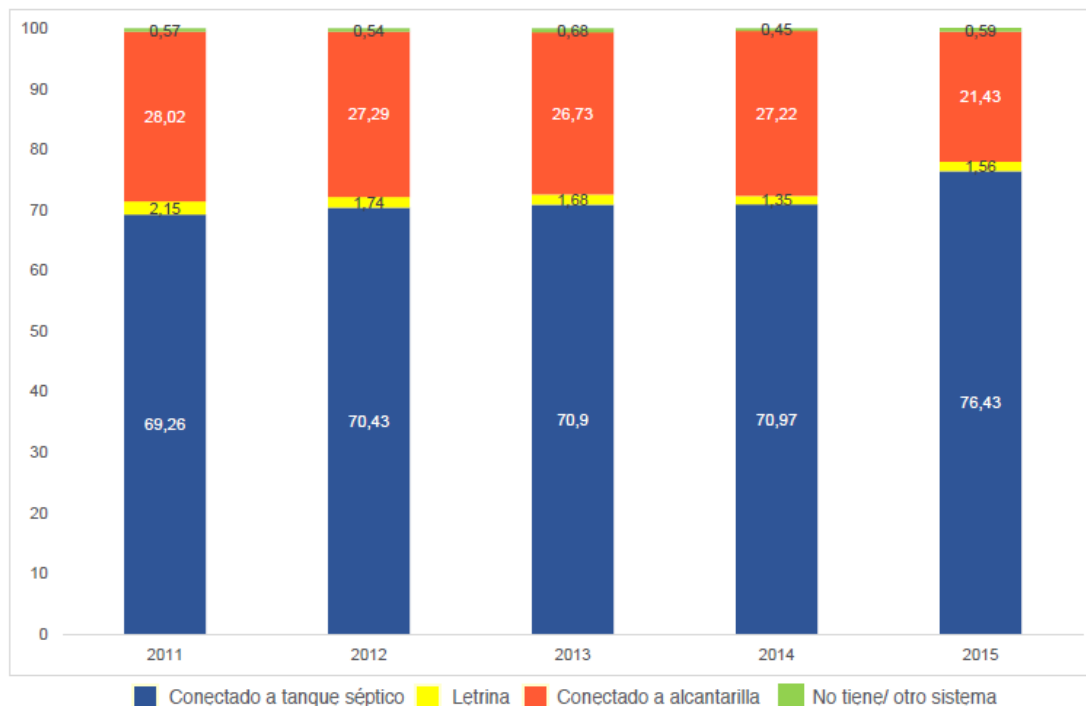


**Figura 6.** Tipos de sistemas sanitarios

**Fuente:** AYA, MINAE, Ministerio de Salud, 2016

La evolución de los distintos sistemas de recolección de aguas residuales en el país se observa en la Figura 9. En este gráfico se observa cómo la alcantarilla disminuye su porcentaje con los años y cómo los tanques sépticos aumentan paulatinamente. El sistema de letrina fluctúa entre los años 2013 y 2015. La Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales (PNSAR) emitida en 2016 menciona en cuanto a coberturas que en Costa Rica, un 76,42 % de las viviendas utilizan tanque séptico como alternativa de tratamiento de sus aguas residuales, de estas solo el 1.6% poseen tanque séptico con tratamiento (tanque septico con unidades adicionales). Zuñiga V. y Quesada R, mencionan que el principal problema asociado a los sistemas de tanques sépticos es la carencia de control en su construcción, acerca de la infiltración del suelo, los materiales inadecuados o la falta de diseño, las obstrucciones, ejecución, la acumulación de lodos, la falta de mantenimiento, además de la contaminación de los cuerpos de agua subterráneos.

Los tanques sépticos se considera una alternativa adecuada para zonas rurales, con espacio suficiente para el drenaje debidamente diseñado, con suelos que posean una infiltración eficiente. No obstante, la práctica normal en la disposición de aguas residuales tratadas, es verterla a los cuerpos de agua, lagos, lagunas, ríos, quebradas, entre otros.



**Figura 7.** Composición de los sistemas de recolección de aguas residuales.

**Fuente:** Política Nacional en Saneamiento de Aguas Residuales del Gobierno de Costa Rica, 2016.

Henry & Heinke (1999), clasifica las aguas residuales de acuerdo con la actividad que las genera, domésticas, comerciales e industriales.

En la zona de Bahía Drake específicamente se evidencia un faltante de infraestructura sanitaria, llevando a su población a utilizar sistemas de tratamiento primarios que carecen de control ambiental en las aguas subterráneas. Asimismo, existen muchas zonas dedicadas a las actividades agropecuarias, como los monocultivos, las granjas porcinas y las lecherías. Esto permitiría clasificar las aguas residuales como domésticas y agropecuarias. Las aguas residuales de tipo agropecuario poseen no solo niveles elevados de materia orgánica y coliformes si no cuentan con un alto contenido de residuos agroquímicos, que pueden ser altamente contaminantes para los cuerpos receptores si no poseen un sistema apto para su manipulación o tratamiento.

#### **1.4.1. Reglamentos, Planes y Códigos de Saneamiento**

Actualmente la península de Osa se rige bajo el formato de plan Regulador Cantonal, basado en el reglamento de construcciones y de vertidos que se adapta del Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias 2017, Costa Rica. La zonificación de dicho reglamento difiere de las condiciones actuales de crecimiento que se están dando en la zona.

La Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales posee como objetivo que las instituciones obtengan una visión amplia acerca de las problemáticas generadas en el manejo de las aguas residuales, y esto permita establecer un plan de acción que atienda dicha problemática.

La PNSAR de la mano con el sexto objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) el cual establece: "Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos" pretende cumplir con las expectativas de saneamiento para el año 2045.

En el artículo 50 de la constitución política de Costa Rica indica que toda persona tiene derecho a un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. El agua es un bien de la nación, su uso, protección, sostenibilidad, conservación y explotación se regirá por lo que establezca la ley. En el 2016 se establece la Política Nacional de Saneamiento de Aguas Residuales, basada en leyes y reglamentos, tales como:

- Ley de Aguas (Ley No. 276, 1942)
- Ley General de Agua Potable (Ley No. 1634, 1953)
- Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (No. 2726, 1961)
- Ley General de Salud (Ley No. 5395, 1973)
- La Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) (Ley No. 7593, 1996)
- Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones (CFIA)
- PROGRAMA Bandera azul ecológica laboratorio nacional de aguas 1995
- DE33601-s-MINAE "Reglamento de Vertido y Re uso de Aguas Residuales"
- DE-39887-s-MINAE "Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales".

La ley general de salud en el capítulo III, artículo 285 indica "Las excretas, las aguas negras, servidas y las pluviales, deberán ser eliminadas adecuada y sanitariamente a fin de evitar la contaminación del suelo y de las fuentes naturales de agua para el uso y consumo humano", y en el artículo 292 indica "Queda prohibido en todo caso la descarga de aguas negras, de las aguas servidas y de residuos industriales al alcantarillado pluvial"

El Reglamento de vertido y uso proporciona los límites máximos permisibles, de los métodos de vertido hacia un cuerpo receptor (Cuadro 1).

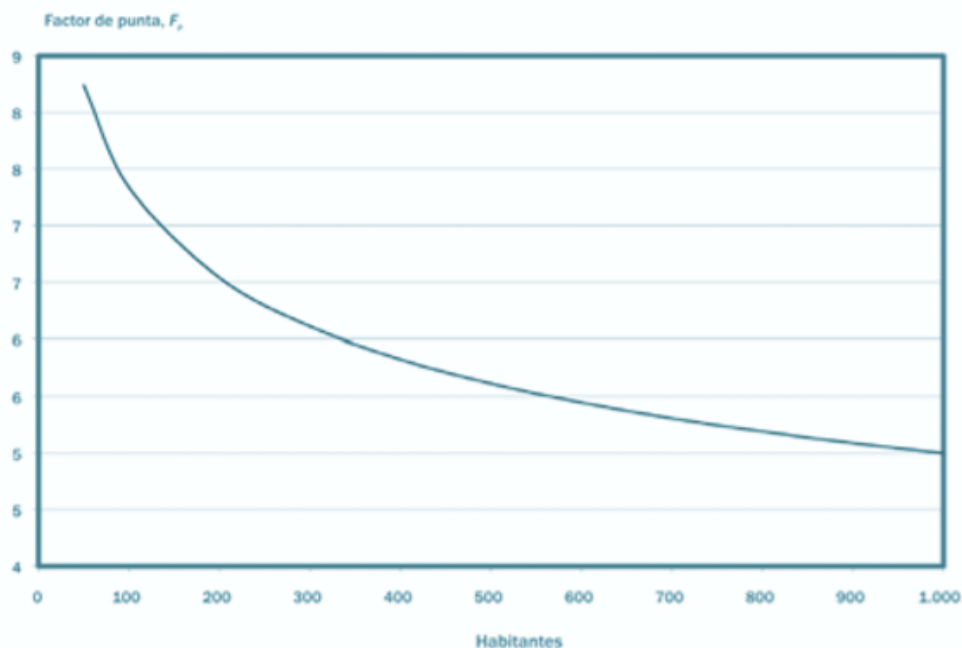
El manual de depuración de aguas residuales urbanas (2008), clasifica las aguas residuales utilizando dos parámetros principales, caudal y calidad. En la sección 4.3 se mencionan los tratamientos de las aguas residuales en pequeñas aglomeraciones urbanas con tecnologías no convencionales y en materia de tratamiento de aguas residuales. Las pequeñas aglomeraciones requieren soluciones compatibles con las condiciones exigidas a los efluentes depurados con técnicas de funcionamiento simple y con costos de explotación y mantenimiento que estén al alcance de las condiciones de la población.

En pequeñas comunidades, como en el caso de Bahía Drake, se estima que el caudal mínimo es del orden del 30% del caudal medio, mientras que la relación entre la caudal punta y el caudal medio (factor de punta,  $F_p$ ), puede estimarse haciendo uso de la siguiente expresión empírica:

$$F_p = \frac{5}{p^{1/6}}$$

**(Ec. 1)**

Siendo  $p$  el número de habitantes (en miles). La Figura 8 muestra la relación entre el factor punta y el número de habitantes para aglomeraciones inferiores a 1 000 habitantes. (Alianza por el agua, 2008).



**Figura 8.** Relación entre el factor de punta  $F_p$  y el número de habitantes para poblaciones menores de 1000 habitantes.

**Fuente:** Alianza por el agua. (2008). Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas

**Cuadro 1.** Límites máximos permisibles para los parámetros universales de análisis obligatorio de aguas residuales vertidas en un cuerpo receptor.

<b>Nomenclatura en Siglas</b>	<b>Nomenclatura</b>	<b>Parámetros Máximos permisibles</b>
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno	50 mg/L
<b>DQO</b>	Demanda Química de Oxígeno	150 mg/L
<b>SST</b>	Sólidos Suspendidos Totales	50 mg/L
	Sólidos sedimentables	5 ml/l
<b>GA</b>	Grasas y Aceites	30 mg/L
<b>PH</b>	Potencial de Hidrógeno o alcalinidad-acidez	5 a 9 (1)
<b>OD</b>	Oxígeno Disuelto	
	temperatura y coliformes fecales	$15^{\circ}\text{C} \leq T \leq 40^{\circ}\text{C}$
	Sólidos sedimentables	1 mL/L
	Sustancias activas al azul de metileno	5 mg/L

**Fuente:** Datos del Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (DE-33601-s-MINAE), 2007.

Si el análisis físico químico del agua excede los parámetros máximos permisibles, el agua se considera contaminante para el ambiente, la vida acuática y la salud y calidad de vida humana.

#### **1.4.2. Enfermedades de transmisión hídrica**

Zúñiga, V., Quesada, R., (2020). Establecen que el agua es más que un recurso, ya que cumple una función social, denominando este concepto como *Ciclo Social del Agua*. Este consiste en clasificar el manejo que se brinda al recurso hídrico en todas sus fases: captación, fuente, potabilización, almacenamiento, transporte, abastecimiento y disposición final. La manipulación de las aguas en este denominado ciclo social evidencia la importancia de mantener una correcta gestión de las aguas residuales producidas en las viviendas, industrias y comercios.

La contaminación del agua más común ocurre por la descarga directa o infiltración de aguas negras a una fuente receptora, la cual puede en muchos casos ser utilizada como fuente de abastecimiento. Esto está directamente relacionado con enfermedades de origen intestinal; entre las más comunes se encuentran la salmonelosis, la shigelosis, el cólera, la hepatitis infecciosa, la amibiasis, la giardiasis y la esquistosomiasis. Para determinar si el agua posee alguna de estas enfermedades se buscan organismos indicadores como los coliformes, indicadores bacterianos más comunes. (J. Glynn Henry, Gary W. Heinke, 1999).

#### **1.4.3. Sistemas de tratamiento individual y colectivos**

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales se pueden dividir en dos grupos, sistemas de tratamiento comerciales y sistemas de tratamiento residenciales. Un sistema individual se enfoca en el tratamiento de las aguas residuales producidas en una vivienda, un sistema colectivo es el que permite tratar las aguas residuales de varias viviendas de manera simultánea o de comercios con mayor cantidad de caudal residual.

Para identificar el sistema que se adapta mejor a una zona específica se recomienda estudiar, más no limitar a factores tales como:

- Políticas locales o nacionales para la gestión de las aguas residuales
- Legislación y el marco normativo vigente
- Disponibilidad de sistemas o infraestructura pertinente.
- Condición socioeconómica de la zona

- Características poblacionales y culturales
- Tipo y uso de suelo
- Pendientes y elevaciones de la zona

Existen sistemas convencionales como plantas de tratamiento y tanques sépticos o sistemas alternativos, como los rectores anaeróbicos de flujo ascendente, biofiltros, humedales artificiales o biojardineras.

Un sistema de tratamiento individual de aguas residuales está conformado por una o varias unidades sencillas o especializadas que, por etapas consecuentes, mejoran la calidad del agua, quitándole los elementos contaminantes previo a su descarga en el medio circundante de la vivienda, reduciendo significativamente el impacto negativo que se podría producir sobre el ambiente (Rosales, Tanques Sépticos, 2014).

Los sistemas colectivos consisten en un grupo de casas o comercios que se organizan para compartir la responsabilidad del tratamiento y disposición final de las aguas residuales, usualmente por carencia de sistemas de alcantarillado sanitario. Estos sistemas son comunes en zonas rurales con densidades poblacionales normalmente bajas, así como en zonas donde las condiciones del suelo permiten la infiltración del efluente en el terreno, o cuentan con cuerpos de agua superficiales para su disposición (Zúñiga, V., Quesada, R., 2020).

#### **1.4.4. Sistema de tanques sépticos**

El sistema de tanque séptico es el más utilizado en Costa Rica, utilizado principalmente como sistemas residenciales, el libro "Tanques sépticos, conceptos teóricos base y aplicaciones" del ingeniero Elías Rosales (2014) indica la importancia de las pruebas de infiltración de los suelos, para un correcto funcionamiento de los sistemas de tanque séptico.

En Costa Rica, la reglamentación y disposiciones vigentes permiten que al poner en práctica un sistema de tratamiento individual para desechos líquidos, como lo es la técnica del tanque séptico, las zanjas o drenajes para los lechos de filtrado puedan ser sustituidos en solo un 30 % de su longitud total, por la función complementaria y de conducción de aguas al subsuelo que pueden realizar los pozos de absorción (Rosales 2014).

El tanque séptico es apropiado cuando el abastecimiento domiciliario de agua llega de forma permanente y suficiente. El sistema utiliza la capacidad del suelo de absorber, por lo que el

buen funcionamiento depende directamente de dos factores, el tanque sedimentador que cumpla con la correcta retención de sólidos pesados y grasas y de la infiltración del terreno, parámetro de vital importancia para la utilización de este sistema. (Rosales, 2014).

Rosales (2014) indica que para la implementación exitosa de un sistema de tanques sépticos es tan importante conocer la capacidad de absorción del suelo como conocer la capacidad de remoción, recolección y tratamiento de los lodos. El mantenimiento en los sistemas de tanque séptico es fundamental, es decir la remoción de los sólidos acumulados, comúnmente llamados lodos. Esto requiere de empresas certificadas con los respectivos permisos, que se especialicen en la correcta extracción y vertido, tratamiento y disposición de lodos. Rosales (2014) clasifica los lodos en dos tipos, pesados y livianos. Los sólidos pesados gravitan al fondo del tanque y los sólidos livianos, de origen grasoso, normalmente flotan como natas. Recomienda que la revisión de lodos se debe ejecutar de forma anual, y la limpieza debe ejecutarse en periodo seco. Para su correcta remoción se deben extraer lodos viejos y nuevos de forma simultánea, con un máximo el 80% del contenido para incentivar el proceso de biodigestión. Los lodos extraídos requieren tratamiento apropiado para no contaminar las fuentes de agua.

Uno de los mayores problemas de la colocación de tanques sépticos es la falta de un diseño apropiado que cumpla con todos los parámetros necesarios de diseño, aunado a esto la falta de controles por parte de las autoridades y la carencia de información para brindar un correcto mantenimiento por parte de los usuarios.

Zúñiga, V., Quesada, R., (2020) mencionan que los principales problemas que presentan los tanques sépticos son: factores de antigüedad, daños estructurales, características problemáticas de suelo, errores de construcción, materiales de baja calidad y desprotegidos, diseños equivocados, obstrucciones, acumulación excesiva de lodos, mantenimiento deficiente, entre otros. Estos factores afectan el correcto funcionamiento de los tanques, lo que impide que se obtenga una correcta degradación de la materia orgánica.

La guía para el diseño de tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización (Organización Panamericana de la Salud, 2005), establece las ventajas y desventajas de la colocación de tanques sépticos entre ellas se enumeran:

#### ***A) Ventajas***

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, hospitales, etc.

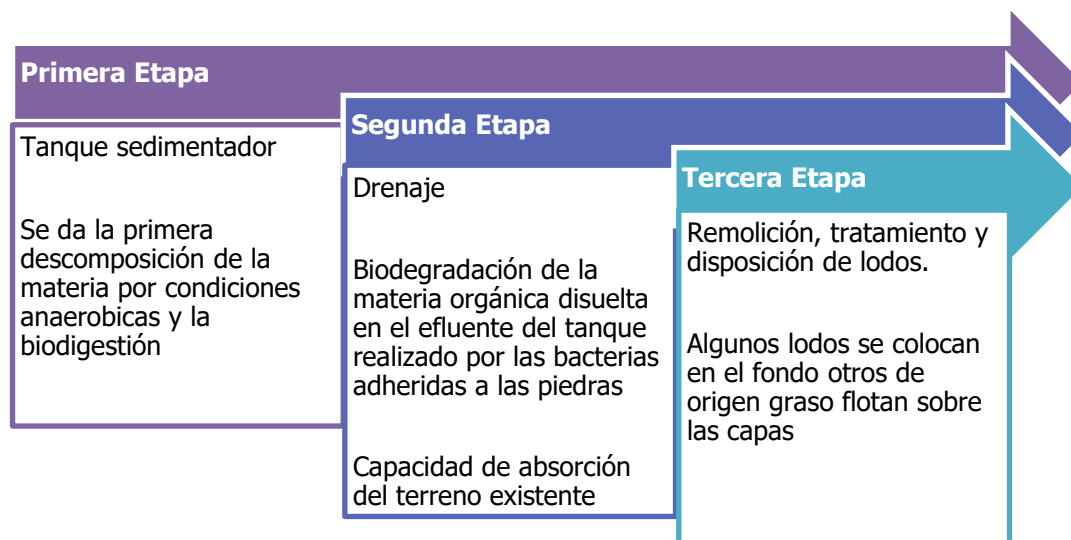


- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

### **B) Desventajas**

- De uso limitado para un máximo de 350 habitantes.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo o colocar sistemas individuales alternativos.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío, entre otros).

El funcionamiento de los tanques sépticos se divide en tres etapas, las cuales se observan en la Figura 9.



**Figura 9.** Etapas de operación en Tanques sépticos

**Fuente:** Alianza por el agua. Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas, 2008. Modificada por autor

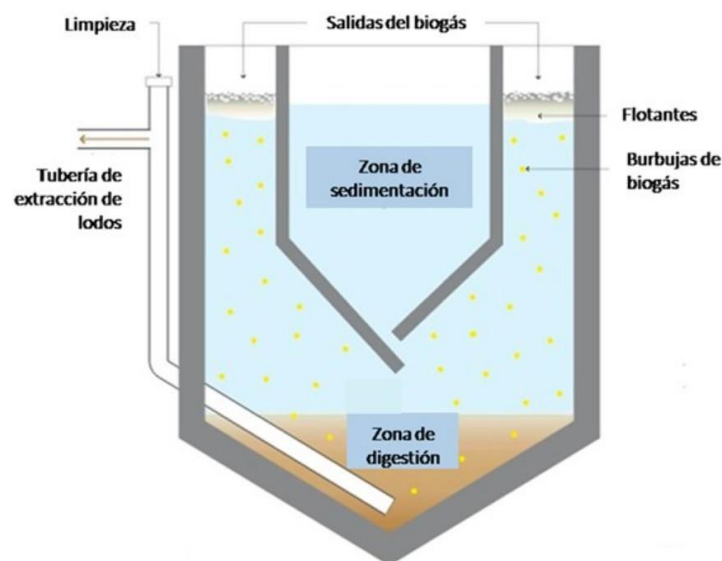
Existen también alternativas con tecnologías adaptadas tales como los sistemas combinados y los sistemas de tanque séptico mejorados. Rosales (2014), menciona que el 50% de responsabilidad de remoción de los sistemas combinados corresponde al usuario y el resto de la depuración corresponde a un sistema comunal con plantas de tratamiento sencillas. En el

caso del tanque séptico mejorado, este se recomienda en suelos con alto contenido de arcillas o con alto nivel freático. El sistema se compone de un tanque sedimentador principal y sus efluentes son transportados a un filtro anaeróbico de flujo ascendente (FAFA).

Con el conocimiento de las ventajas y desventajas del tanque séptico, sus necesidades y alternativas, se debe evaluar si el sistema es útil para la zona de Bahía Drake.

#### **1.4.5. Sistemas Imhoff**

Los sistemas Imhoff son muy funcionales en poblaciones de 5 000 habitantes o menos, para tratamiento de aguas residuales domésticas. Estos tanques integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad. La operación de los tanques es simple, no posee mecanismos, pero las aguas residuales deben pasar por un tratamiento preliminar de cribado y remoción de arena (Organización Panamericana de la Salud, 2005)



**Figura 10.** El modesto tanque Imhoff, fundamentos y diseño.

**Fuente:** [www.iagua.es](http://www.iagua.es)

#### **1.4.6. Humedales artificiales - Biojardineras**

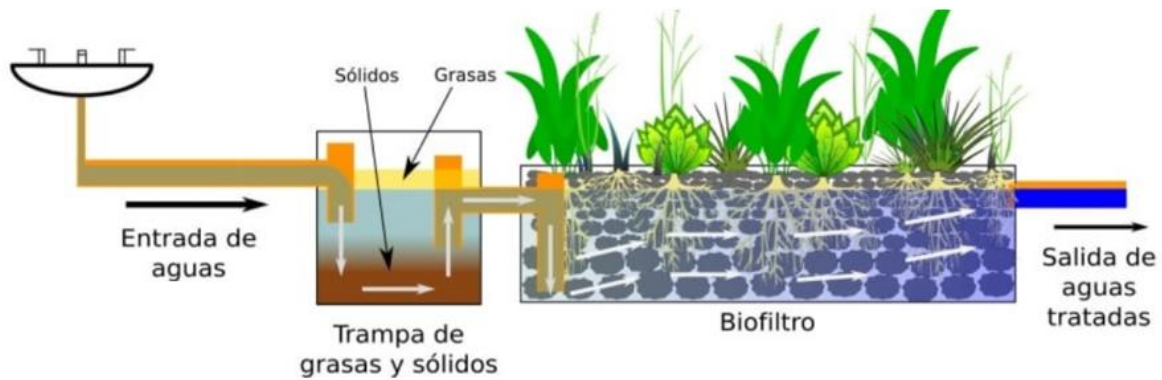
Existe otro método de saneamiento de aguas residuales conocido como biojardineras, estas se utilizan principalmente en sistemas colectivos organizados, también se pueden emplear en

sistemas residenciales que posean el área suficiente para implementarlas de forma correcta en el manejo de aguas grises. El manual para la construcción de las biojardineras (ACEPESA, 2010), ejemplifica cómo utilizar cada una de las etapas del sistema de reutilización de las aguas residuales, con el cual se pretende quitar las impurezas al agua para reducir el impacto negativo de aguas contaminantes al ambiente.

El caudal que ingresa al proceso es el mismo caudal que sale. Las aguas al final de las etapas de pretratamiento deben conducirse a sitios donde su impacto sea lo menos negativo posible con el medio donde se encuentren. El agua que sale no está totalmente limpia, aún tendrá algunos contaminantes, pero brinda tres posibilidades:

- Reutilizar el agua
- Infiltrar el agua en un terreno circundante
- Verter el caudal en algún cauce superficial cercano. Para verter el agua a un cauce cercano se requiere cumplir con la reglamentación y obtener permiso de las autoridades pertinentes, en el caso de Costa Rica, el Ministerio de Salud y cumplir con los parámetros establecidos en el Reglamento de Vertido y Re uso de aguas residuales de Costa Rica

Las biojardineras (Figura 11) completan su funcionamiento cuando se colocan plantas. Estas plantas son las que normalmente viven en agua, en zonas de pantano, crecen entre las piedras y transportan sus raíces hasta donde está el agua. Las más utilizadas en este sistema son platanillos, heliconias, papiros y lágrimas de San Pedro. Algunas dan flores, otras solo dan su verde follaje. Para que el sistema de tratamiento verdaderamente funcione, se requiere que las raíces de esas plantas hayan crecido lo suficiente y tejido una red subterránea de raíces. El buen funcionamiento de todo ese sistema se evidenciará con la calidad del agua en la salida. Al principio, se estará dando la filtración del agua en forma solo "física", al pasar por el material de filtrado que se colocó. Luego, ese filtrado primario se completa con el filtrado biológico que permitirán las redes de raíces que se vayan formando. De esa manera, las raíces extraen materia orgánica y nutrientes (compuestos con nitrógeno o fósforo) que estén contenidos en las aguas bajo tratamiento. También, por medio de las raíces, esas plantas permitirán la inyección de oxígeno en esa agua y podrán provocar evapotranspiración, al intervenir la acción del sol o la misma respiración que pueden llevar a cabo las plantas (ACEPESA, 2010).



**Figura 11.** Esquema de biojardinería

**Fuente:** <https://vincestudiocr.com/blog/construye-una-biojardineria/2020>.

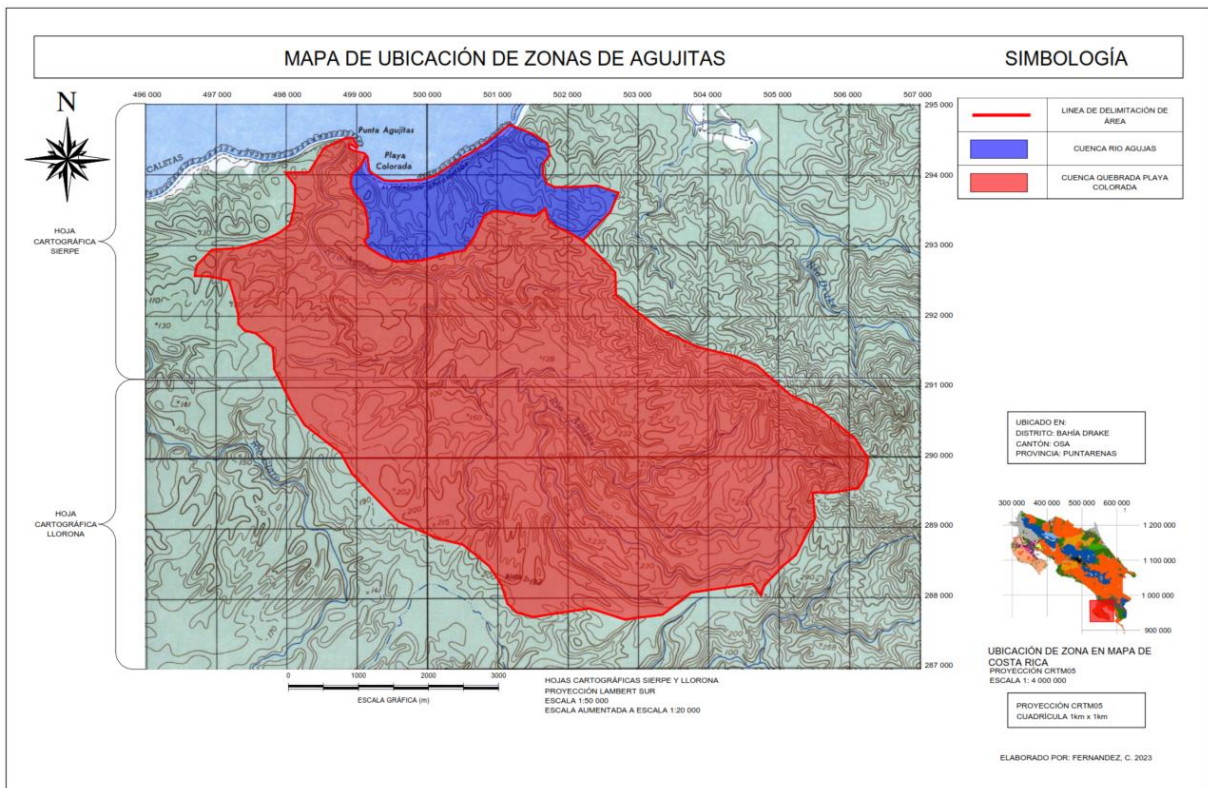
Normalmente, estos humedales artificiales son sistemas que usualmente se utilizan como tratamiento complementario para las aguas grises, con la utilización de un tanque séptico para las aguas negras.

Para su correcta ejecución, las biojardinerías requieren de un mantenimiento rutinario. En Costa Rica no son sistemas comunes en viviendas, a pesar de esto existen comunidades y proyectos que las utilizan de forma exitosa.

## 1.5. Delimitación del problema

### 1.5.1. Alcances de la investigación

El proyecto está delimitado geográficamente al área correspondiente a la subcuenca del río Agujas, localizado en el distrito de Bahía Drake en el cantón de Osa de la provincia de Puntarenas. En el Anexo 1. Ubicación de la zona de Agujitas, se puede observar el plano escala de la zona.



**Figura 12.** Delimitación de la zona de estudio para el proyecto

**Fuente:** Modificado de Hojas cartográficas, Sierpe y Llorona, proyección Lambert Sur

La revisión de la información se realiza acorde con la legislación existente, normativas de Acueductos y Alcantarillados y normativas de Código de Instalaciones Hidráulicas de Costa Rica, así como el plan regulador vigente de la municipalidad de Osa.

La evaluación de las condiciones de saneamiento actuales se obtuvo de información proporcionada por los residentes de la zona o información Municipal. Se cuenta con los datos recopilados por los proyectos de Trabajo Comunal Universitario, así como datos e información levantada en la zona en el periodo que comprende el desarrollo del proyecto (setiembre 2019 a julio 2022).

El estudio de métodos de saneamiento se restringe a tecnologías existentes, no se plantea proponer sistemas nuevos. La comparación de las tecnologías se basa en parámetros ambientales, de colocación y efectividad; el costo de estas queda fuera del alcance de este proyecto. Además, no se realizan estudios de suelos detallados en la zona, sin embargo, se estudia la infiltración del suelo como un factor importante para la efectividad de los sistemas

de drenaje de tanques sépticos. También, se realiza una clasificación de las alternativas de saneamiento, dividiendo las categorías en sistemas residenciales y comerciales, basadas en el área de construcción, área de proyecto en verde, caudal residual generado, colector sanitario (en caso de existir) y uso de suelos.

El análisis de datos incluye la información recolectada hasta julio 2022, esto comprende datos de los periodos en época transición-lluviosa (junio) y época seca (febrero). Se estudia el crecimiento de acuerdo con la información de los censos poblacionales de las zonas de río Agujitas y Bahía Drake centro, las cuales son catalogadas como los centros de mayor densidad poblacional y crecimiento turístico. No se estudian otras zonas de la Península de Osa ya que no se consideran imperantes en el momento de realizar la investigación.

### ***1.5.2. Limitaciones de la investigación***

El análisis de ocupación y cambio de uso del suelo del área de estudio se limita a la calidad y disponibilidad del registro de fotografías aéreas existente.

Los censos poblacionales realizados en el INEC rigen a partir del 2012 ya que fue el año en que Bahía Drake se declaró distrito. Existen datos de la zona de Sierpe (Oficina Subregional Osa, 2016), por lo que se pretende utilizar datos poblacionales levantados por proyectos de investigación específicos en la zona. La ausencia de datos necesarios para la proyección poblacional, como lo son la tasa de nacimientos y defunciones del distrito, hace que el crecimiento poblacional deba ser tomado de proyecciones poblacionales realizadas por el INEC, a manera de análisis y con el fin de corroborar el crecimiento poblacional mencionado por la Oficina Subregional de Osa.

La información de los sistemas sanitarios existentes utilizados en la actualidad dependerá de la apertura de información que se tenga por parte de la Municipalidad de Osa y la población de Bahía Drake.

Por la ubicación geográfica del proyecto se dificulta la obtención de datos de forma continua, lo que hace las giras de reconocimiento de sitio sean fundamentales en el proceso de investigación.

La carencia de estudios de suelos, específicamente estudios de infiltración del suelo no permiten una adecuada evaluación de los sistemas de tanque séptico.

La investigación no está sujeta a una muestra estadística, por lo que no se tiene un diseño muestral de la población.

## **1.6. Metodología**

Para el desarrollo de este proyecto se divide en tres fases, con el fin de seguir un orden adecuado para el desarrollo de la investigación y teniendo como meta cumplir cada uno de los objetivos planteados.

### ***1.6.1. Fase de Recopilación de información***

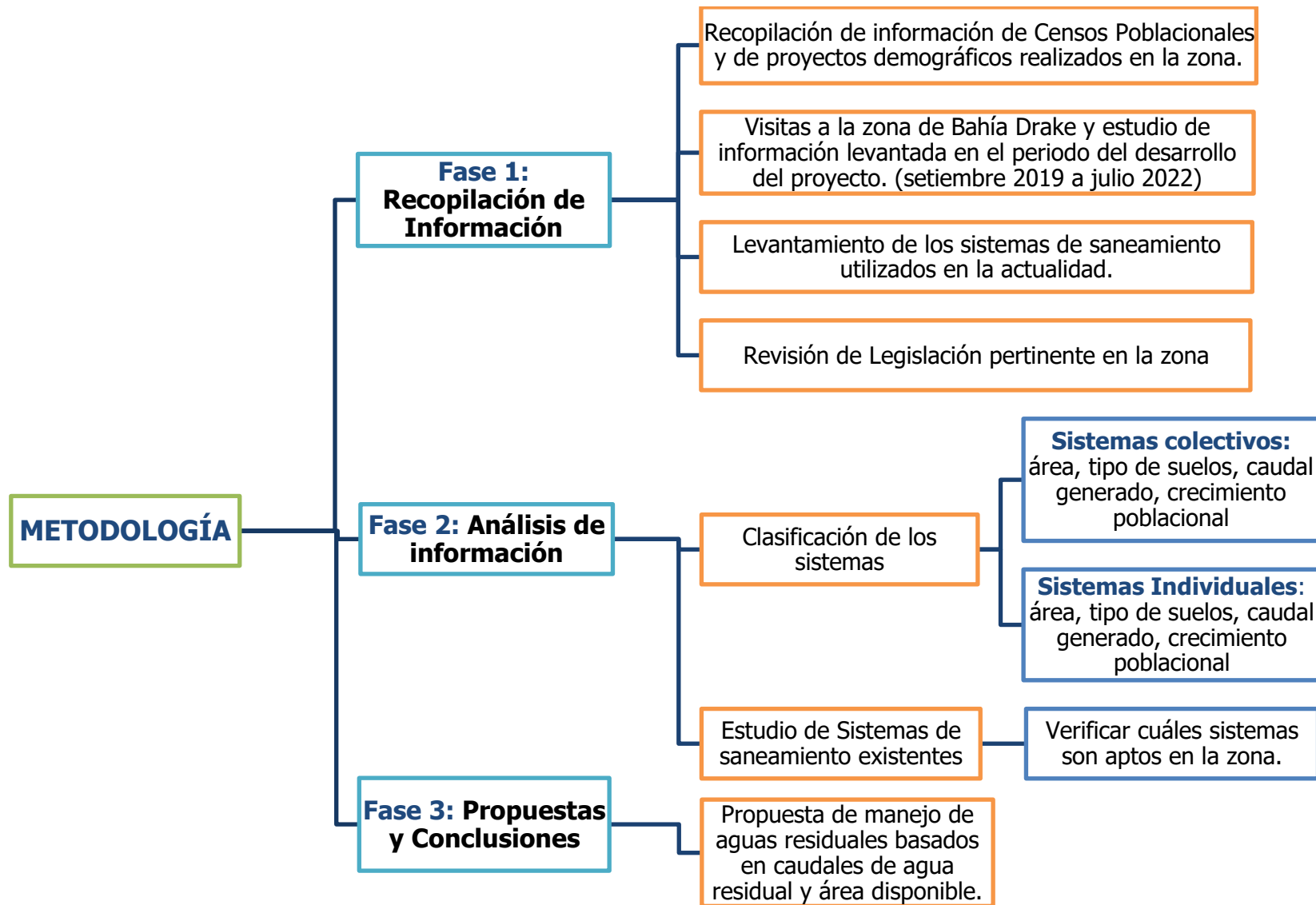
Esta fase consiste en visitas de campo, se verificó la información censal otorgada por los proyectos de investigación que se realizaban por parte de la escuela de estadística de la Universidad de Costa Rica. Revisión de la información geológica, la infiltración del terreno en dicha zona y prácticas de saneamiento sanitario actualmente empleadas.

### ***1.6.2. Fase Análisis***

En esta fase se realiza un análisis comparativo de las diferentes tecnologías de tratamiento de aguas residuales tanto para los sistemas residenciales como para los sistemas comerciales. Se clasifica la información de acuerdo con los tamaños de los lotes, caudales generados, características del suelo y densidad poblacional. Se investiga sobre los diferentes sistemas colectivos de bajo costo y sistemas alternativos que son utilizados, tales como sistemas filtros biológicos y biojardineras.

### ***1.6.3. Fase de propuestas***

Se realiza una propuesta de sistemas de manejo de aguas residuales para el desarrollo actual y futuro de la zona que sea acorde con las condiciones estudiadas. El propósito principal es conservar las características ambientales de la zona en el mejor estado.



**Figura 13.** Diagrama de actividades de proyecto de graduación



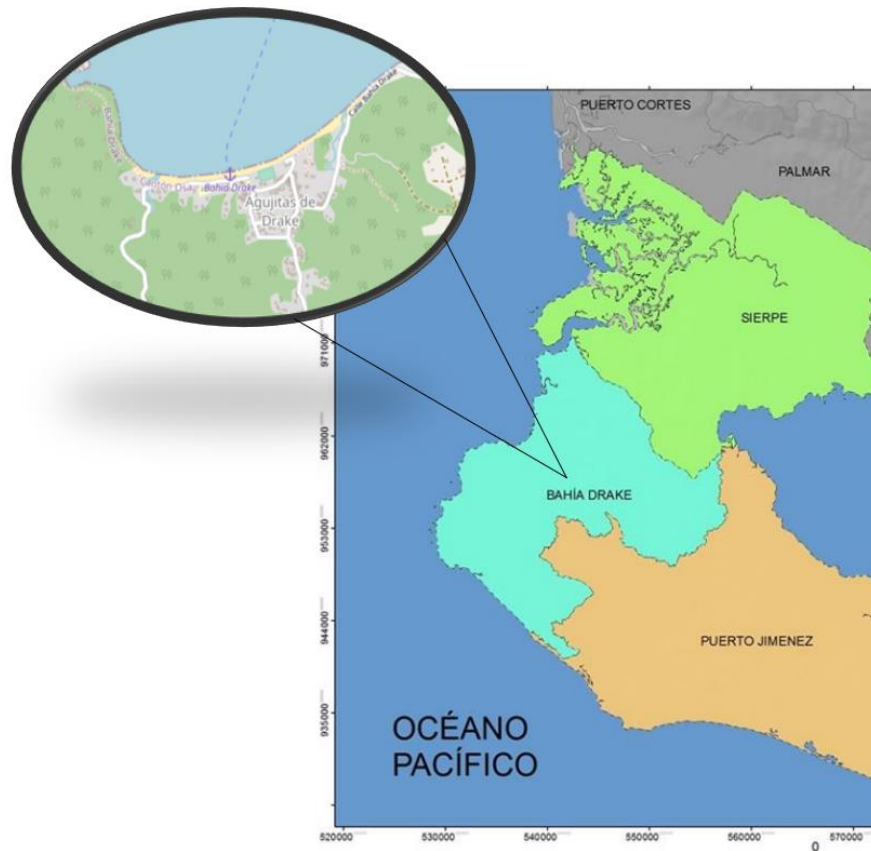
## **CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA**

En este capítulo se pretende ejemplificar las características principales de la zona de estudio, con esto se utiliza la información proporcionada por la ASADA quienes se encargan del abastecimiento de agua potable a la población de Agujitas y las investigaciones realizadas en la zona que proporcionan información pertinente para la investigación. Además, se analiza el tipo y uso de suelo y el crecimiento poblacional en Agujitas.

### **2.1. Características generales del distrito de Bahía Drake**

El distrito de Bahía Drake (Figura 14) es el sexto y más joven distrito de la península de Osa, creado el 03 de agosto del año 2012, posee una extensión de 393,3 km<sup>2</sup>, y una población aproximada de 1 110 habitantes, con un factor de hacinamiento de 3,3 personas por vivienda individual ocupada (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020). La cabecera del distrito es la zona de Agujitas.

El distrito cuenta con servicios públicos como: EBAIS, 1 colegio, 6 escuelas distribuidas en los centros de población, delegación de Fuerza Pública, alumbrado público y sistema de distribución de agua potable administrado por la ASADA.



**Figura 14.** Caracterización del territorio Península de Osa, con énfasis en Bahía Drake y el centro poblacional de Agujitas

**Fuente:** INDER, Caracterización del territorio Península de Osa, 2016/ [www.es.atipico-costarica.com/drake](http://www.es.atipico-costarica.com/drake). Modificado por autor

## 2.2. Abastecimiento de agua potable

El centro de Agujitas se encuentra en su mayoría abastecido por parte del sistema de Asociaciones administradoras de los Sistemas de Acueductos y Alcantarillados comunales en Costa Rica (ASADA), actualmente cuenta con 205 abonados y se abastece de 3 fuentes superficiales: Don Carmen, Petrona y La Gringa. La naciente Don Carmen suele secarse en verano y provoca un desabastecimiento importante (Barquero, R. 2021). A marzo 2023, la ASADA es administrada por vecinos de la comunidad; el administrador Pedro Garro y la presidenta Zobeida Mendoza Rojas, en planilla dos fontaneros para el mantenimiento de la red de distribución. No posee domicilio de oficinas administrativas, por lo que los pagos de la asada se realizan en un supermercado de la localidad. Existen otros centros poblacionales como Caletas, Los Planes, Los Ángeles y Progreso que no son abastecidos por el acueducto rural.

La ASADA de Bahía Drake fue creada en 1990, considerando una población de diseño de 40 usuarios. El diseño de captación y distribución de agua potable no contempló el crecimiento poblacional de la zona de Agujitas, en consecuencia, la ASADA no abastece a toda la población. Actualmente, dicha población está dividida en 84 comercios y 121 domicilios. Además, esta cuenta con una calificación tipo C o frágil según el instrumento para caracterización de ASADAs del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (2018).

La población de esta zona ha invertido en infraestructura que les permita aprovechar la riqueza hídrica de la zona. Los sistemas más utilizados son tomas a cielo abierto, piletas, perforación y captación de pozos. Estos sistemas no cuentan con diseño, supervisión, asesoramiento o recomendaciones para su construcción, carecen de estudios de caudal, dotaciones, estudio de consumo, estudio de topografía, factores de calidad de agua de las fuentes utilizadas. (Barquero, R. 2021).

La ingeniera Traisy María Barquero Ramírez, en su proyecto de graduación, "*Propuesta de mejora para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en sectores no abastecidos por el acueducto en Bahía Drake de Osa, Puntarenas*", realizó visitas de reconocimiento de campo para determinar qué tipo de sistema utilizan y clasificarlos, identificando tres tipos de sistemas principales: piletas, pozos y nacientes, los cuales pueden variar entre época seca y lluviosa.

El sistema de conducción se basa en tuberías PVC. Las fuentes Don Carmen y Petrona se encuentran conectadas directamente a la red de distribución por gravedad, mientras que La Gringa conduce el agua por gravedad hasta un punto bajo, y utiliza bombeo para impulsar el agua al tanque de almacenamiento Bijagua, con una capacidad de 62,7 m<sup>3</sup> (Fallas Yamashita, 2014). La tubería de conducción se encuentra expuesta, exponiéndola de forma permanente a daños ocasionados por las condiciones ambientales, corrosión, grietas, entre otros. El mantenimiento y reparaciones se hacen de forma artesanal.

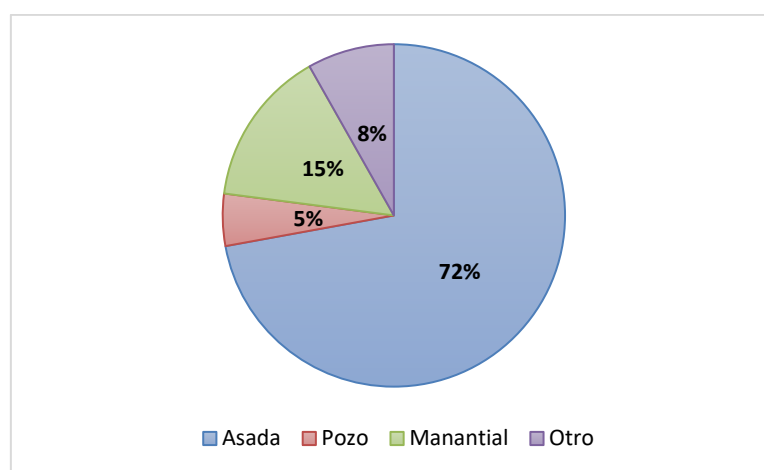
El TCU-675 de la Universidad de Costa Rica, realizó trabajo de campo en la zona de Bahía Drake, y dentro de la población encuestada establece que el 73 % de los hogares utilizan un sistema de abastecimiento propio de agua potable (Cuadro 2), siendo el pozo el tipo de sistema individual más utilizado en la región.

**Cuadro 2.** Fuentes de abastecimiento de agua utilizadas en los hogares del distrito de Bahía Drake

Fuente de abastecimiento	Agujitas	Caletas	Los Planes	Progreso	Rincón
<b>Asada</b>	44	0	3	0	1
<b>Pozo</b>	3	1	28	15	7
<b>Manantial</b>	9	10	11	6	8
<b>Otro</b>	5	3	10	10	3
<b>Total</b>	61	14	52	31	19

Fuente: TCU-675, 2018

Si nos enfocamos en la zona de Agujitas, las estadísticas cambian con respecto al resto del distrito, ya que el 72 % de la población es abastecida por la asada, el 15 % utiliza manantiales, 8 % otros sistemas, y en menor porcentaje se encuentra la utilización de pozos, solo un 5 %. Estos factores son importantes a considerar ya que los pozos son los sistemas más vulnerables ante la mala utilización de los sistemas de recolección de aguas residuales deficientes (TCU-675, 2018).



**Figura 15.** Sistemas utilizados para agua potable en la zona de Agujitas

Fuente: Información TCU-675, 2018

En cuanto a la calidad del agua potable, se carecen de evaluaciones o estudios del recurso hídrico por parte del Ministerio de Salud. No obstante, en el año 2011, el Plan de mejora de los abastecimientos de agua comunitarios del cantón de Osa (Costa Rica) de la Universidad

Politécnica de Madrid, también clasificó el agua como no potable, por presencia de coliformes fecales (Olabarri, 2011).

En 2014, el proyecto 915-B9-463 de la UCR detectó la presencia de coliformes fecales en varios puntos de la red de distribución, lo cual supone un riesgo para los consumidores. En febrero del año 2020, el proyecto de investigación procesó pruebas de calidad de agua en el INISA, identificando concentraciones de 540 NPM/100 mL en la naciente estudiada, valor que excede los rangos de calidad recomendados. Además, realizó puntos de muestreo en pozos y nacientes en localidades como Caletas, Los Planes y en el Parque Nacional Corcovado, estos análisis muestran la presencia de coliformes en los sistemas de abastecimiento utilizados. Asimismo, los resultados para el análisis microbiológico realizado a las fuentes utilizadas por la ASADA Bahía Drake, el promedio de coliformes fecales para La Gringa fue de 241.5 NMP/100 mL y de 23.75 NMP/100 mL (Fallas Y., 2014).

La presencia de coliformes, en los distintos estudios, es un factor que se puede asociar directamente con la contaminación del agua, la cual puede ser producto del mal manejo de las aguas residuales, de mal drenaje, una carencia de estudios de infiltración de los suelos, además de la cercanía de las fuentes de agua para consumo (pozos especialmente) con los sistemas de saneamiento utilizados, en su mayoría de tipo tanque séptico. Adicional a esto los coliformes dentro del agua son directamente proporcionales con la salud de la población.

En el proyecto *"Evaluación, caracterización de fuentes de agua y proyecciones del sistema de abastecimiento de agua de Agujitas, Cantón de Osa"*, durante la época lluviosa, la fuente Petrona tuvo un promedio de 5 UNT y la fuente La Gringa 6.53 UNT (Fallas Y.,2014).

El laboratorio Nacional de Aguas en 2018, como parte del proyecto de "Clasificación de potenciales fuentes de abastecimiento subterráneas y subsuperficiales en Costa Rica", evaluó las fuentes Petrona y Don Carmen 1 y 2, categorizando el agua como Clase 2. De acuerdo con el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales (2007), se recomienda aplicar tratamiento convencional para consumirla.

### 2.3. Contaminación de fuentes de agua en la zona de Bahía Drake, Osa.

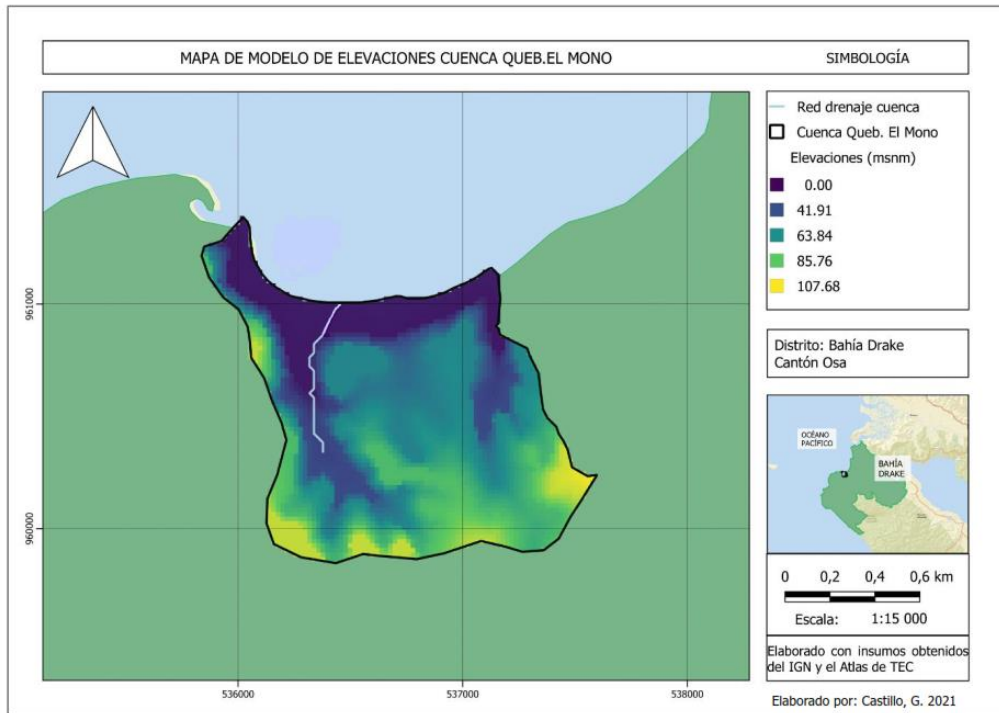
El proyecto final de graduación "Evaluación de riesgos de contaminación relativos a los cuerpos de agua superficial en la subcuenca del río Agujas y la subcuenca de las quebradas de playa Colorada en Bahía Drake de Osa, Puntarenas" de la Ingeniera Gabriela Castillo, 2021 realiza una caracterización morfométrica de las cuencas ubicadas en la zona de Bahía Drake, asociadas a relieve, forma y red de drenaje.

Las pendientes y las elevaciones en las cuencas son relativamente bajas. Las pendientes medias de la cuenca son moderadas (Cuadro 3). El centro poblacional corresponde a la Quebrada Mono, sus mayores elevaciones se ubican al sureste de la cuenca, y se clasifica como mal drenada (Figura 16 y Figura 17).

**Cuadro 3.** Elevaciones y pendientes de las cuencas de Bahía Drake.

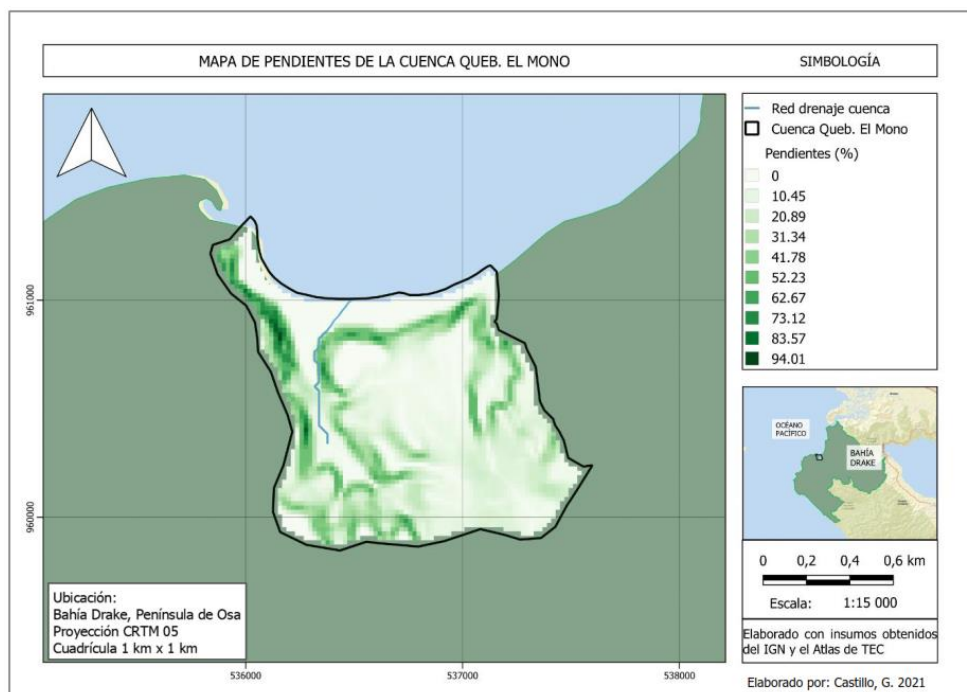
<b>Quebrada</b>	<b>Elevaciones</b>	<b>Pendientes</b>	<b>P<sub>media cuenca</sub> (%)</b>	<b>P<sub>media cauce principal</sub> (%)</b>
<b>Río Agujas</b>	0 m – 600,0 m	0 m - 162,6 m	21%	2%
<b>El Mono</b>	0 m - 107,7 m	0m - 94,0 m	19%	4%
<b>Don Carmen</b>	0 m - 220,9 m	0m - 103,6 m	22%	5%

**Fuente:** Castillo, G., 2021



**Figura 16.** Mapa de modelo de elevaciones de la cuenca de la quebrada El Mono

**Fuente:** Castillo, G., 2021



**Figura 17.** Mapa de pendientes de la cuenca de la quebrada El Mono

**Fuente:** Castillo, G., 2021

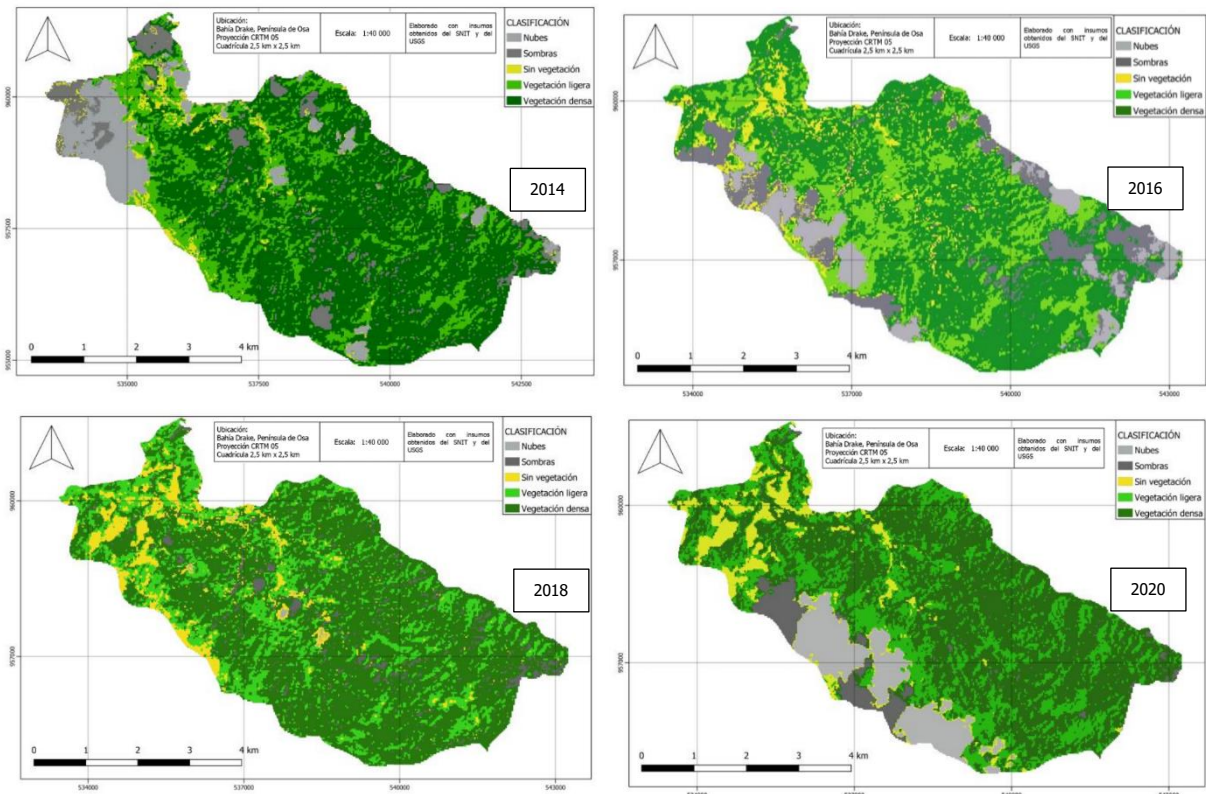
La pendiente promedio de la cuenca de la Quebrada Mono es de 19%, lo que indica una adecuada escorrentía superficial en el terreno, posee un equilibrio erosivo, a pesar de esto, sobre el inicio de la pendiente hasta la línea divisoria de aguas, se evidencia una pendiente pronunciada con una diferencia de elevación de 60 metros. El cauce principal nace cerca de la elevación media de la cuenca.

La población de la zona de Agujitas se ubica en la parte alta de la cuenca. En cuanto al orden de las crecientes, los valores bajos podrían indicar problemas en el caso de transporte de contaminantes o aguas residuales, ya que aumentan su concentración por su dificultad de drenaje. La cuenca posee un equilibrio erosivo ya que existe un gran porcentaje de área acumulada entre los 50 msnm y los 80 msnm. Las zonas con menor elevación se pueden atribuir a procesos erosivos, el entorno y la intervención humana.

#### **2.4. Uso del Suelo**

Para determinar el uso de suelo Castillo G. (2021) utilizó imágenes multiespectrales del satélite Landsat 7 y el Landsat 8 (en órbita en 1999 y en el 2012). Se concluye que Bahía Drake presenta una cobertura del suelo con vegetación densa y vegetación ligera (Figura 18). Entre los años 2014 a 2020 se evidencia una disminución en suelos con vegetación densa, principalmente en el centro de Bahía Drake, en la zona de Agujitas.





**Figura 18.** Comparación de Uso de Suelo en la cuenca del río Agujitas, 2014, 2016, 2018, 2020.

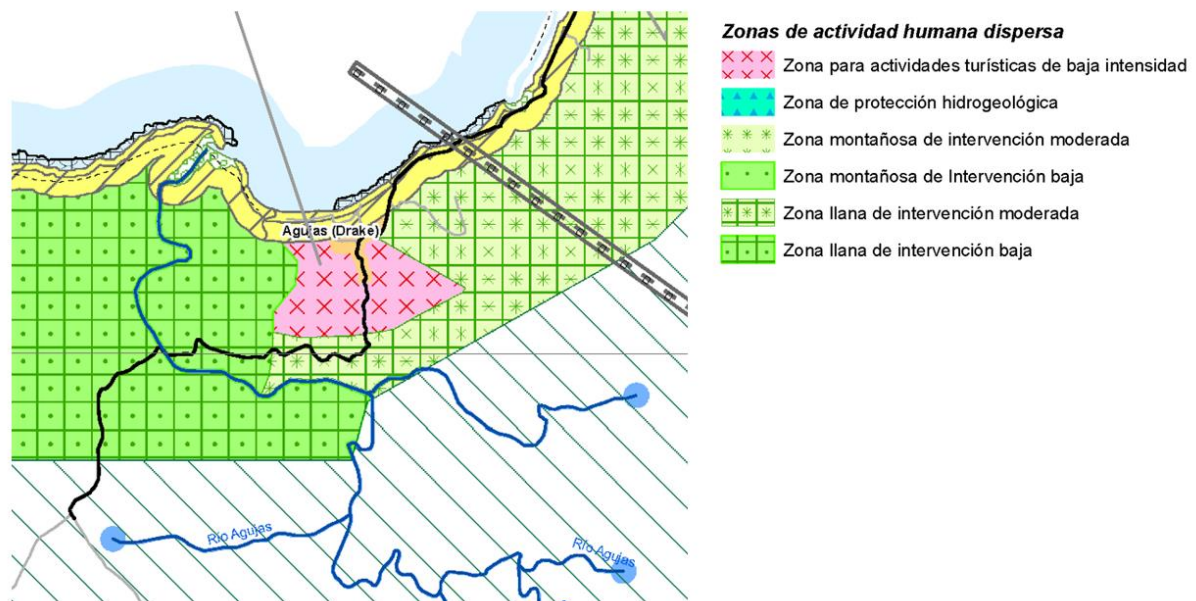
**Fuente:** Castillo, G., 2021

El pico de crecimiento poblacional en la zona de Agujitas se dio entre los años 2016 y 2022, lo que cambió el tipo de suelo y aumentó las áreas de pastizales y suelo desnudo en las zonas aledañas al centro. Se puede observar en imágenes satelitales (Figura 18) una expansión del centro hacia la zona este, que corresponde a la cuenca media. Para conservar la calidad del agua potable es recomendable el mantenimiento de zonas de vegetación densa en las partes altas de la cuenca y considerar el tratamiento que se brinda a las aguas residuales, verificando la escorrentía de las aguas grises e infiltración de los suelos en los sistemas de tanque séptico.

Para categorizar la zona de Agujitas se utilizó el Reglamento de Zonificación y Uso del Suelo que se encuentra disponible actualmente en el sitio web oficial de la Municipalidad de Osa, así como el Mapa de uso de suelo para el Sector Sierpe, el cual clasifica las zonas como centros urbanos, núcleos consolidados, centros de turismo secundario, y núcleos no consolidados, según la cantidad de población, actividades humanas, y capacidad de crecimiento. En este caso el centro de Agujitas, se considera un centro de turismo secundario, debido a su densidad poblacional y las actividades que se realizan en la zona, relacionadas directamente con el

turismo, esta actividad es de suma importancia para el cantón por sus atractivos y ubicación estratégica (Municipalidad de Osa, 2021).

Como se observa en la Figura 19, la zona de Agujitas es clasificada como zona para actividades turísticas de baja intensidad. El mapa completo se puede observar en el Anexo 2. Zonificación de uso de suelo para Osa, sector Sierpe.



**Figura 19.** Extracto de zonificación de uso de suelo para Osa, Sector Sierpe

**Fuente:** INEC.CR, 2022

Para la zona de actividades turísticas de baja intensidad el reglamento establece que se permiten todas las actividades de producción agrícolas y pecuarias establecidas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), además de las siguientes actividades humanas:

- Habitacional
- Balnearios
- Comercio pequeño (Únicamente pulperías)
- Deportivo 1 (Únicamente canchas deportivas)
- Hospedaje turístico 1 (Hotel, Motel turístico, Pensión, Casa de Huéspedes, Vivienda turística, definidos de acuerdo con el Reglamento de las Empresas Hospedaje Turístico del Decreto Ejecutivo No. 11217- MEIC del 25 de febrero de 1980)

- Hospedaje turístico 2 (Albergues y campamentos, definidos de acuerdo con el Reglamento de las Empresas Hospedaje Turístico del Decreto Ejecutivo No. 11217-MEIC del 25 de febrero de 1980 y sus reformas)
- Ecoalbergues (Albergues cuyas características de diseño y de funcionamiento aseguran un uso sostenible de los recursos y un impacto ambiental reducido)
- Infraestructura de soporte para actividades turísticas en zona rural
- Servicios pequeños (Únicamente sodas, cafeterías y restaurantes)
- Telecomunicaciones 1 (Actividades que ofrecen servicios a los vehículos automotores, incluyendo el transporte público: Estacionamientos de vehículos, instalaciones para muelles o atracaderos, terminal de buses, lavaderos de carros y expendios de combustible públicos o privados)

En las visitas a campo se pudo visualizar que la zona de Agujitas cuenta con los comercios establecidos en el MAG.

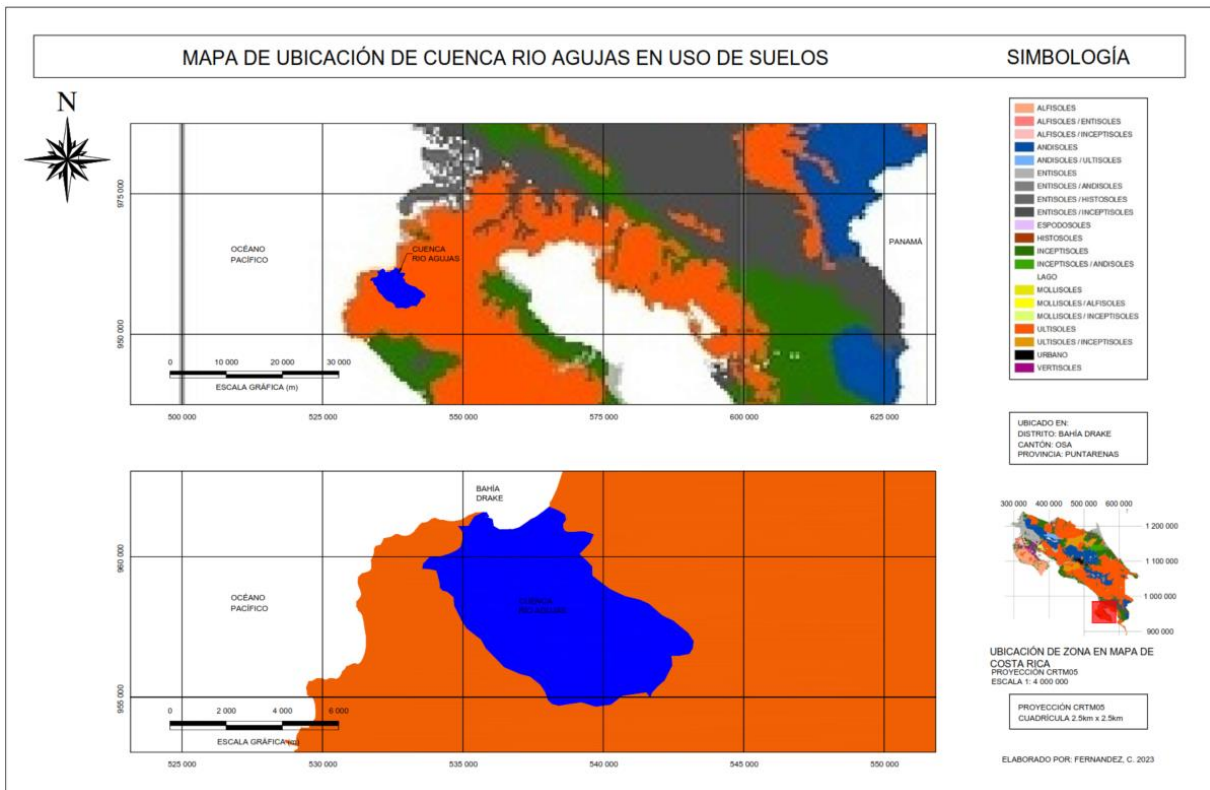
## **2.5. Tipo de Suelo**

Ya que los estudios de suelo quedan fuera del alcance de esta investigación se utilizan los datos disponibles en el SNIT, que clasifica el tipo de suelo según la taxonomía y propiedades. El tipo de suelo y sus propiedades pueden proporcionar un indicador importante, como lo es la infiltración y drenaje característico en la zona. La efectividad de los sistemas de manejo de aguas residuales depende directamente de la infiltración y el drenaje. Para ubicar la zona de estudio se utiliza la hoja cartográfica de Sierpe y Llorona, en esta se ubica la huella de la zona de estudio. Como se observa en la Figura 20, la zona de Agujitas en Bahía Drake se ubica en suelo de tipo Ultisoles.

En Costa Rica este tipo de suelo se identifica en 23 648,66 km<sup>2</sup> lo que equivale a un 46,81 % del territorio nacional. Son particulares de lugares húmedos con alta precipitación, una de sus principales características es que poseen texturas finas a muy finas, como es el caso de las arcillas. Los suelos arcillosos por sus propiedades físicas y químicas retienen mucha humedad, lo que provoca que desencadene procesos de oxidación, proporcionando la coloración rojiza o pardo amarillenta al suelo, por la deshidratación o lixiviación del hierro (Fe).

Típicamente, las arcillas poseen una baja permeabilidad, el pequeño diámetro de sus partículas dificulta la circulación del agua y aire en la matriz del suelo, lo que los categoriza como no

óptimos para un buen drenaje. No obstante, según el INTA-COSTA RICA, en el boletín "Suelos de Costa Rica, orden Ultisol, 2016" el tipo de suelos de ultisoles poseen una buena estructuración, lo que hace que presenten drenaje interno bueno.



**Figura 20.** Tipo de suelo para la zona de estudio

**Fuente:** Sistema de Clasificación, Soil Taxonomy, 2014, Mara R., Rosales., Sandoval D., 2016.

Modificado por Autor

Dentro del suborden se reconoce el gran grupo tropudult, el cual se refiere a ultisoles con un horizonte argílico (20 % de aumento en el contenido de arcillas en la sección de control) con menos de un 35 % de saturación de bases en las secciones de control, generalmente bien drenados y relativa baja fertilidad (SNIT, 2020).

Por la importancia del parámetro en el análisis de los datos de la investigación, se consideran las propiedades propias de los suelos arcillosos, con características de drenaje pobre o bajo, el

cual corresponde al parámetro más crítico. Se recomienda para futuras investigaciones ampliar con estudios de suelos y pruebas de infiltración en el terreno.

## **2.6. Características poblacionales del distrito Bahía Drake: Crecimiento poblacional, vivienda, educación, actividades socioeconómicas y de desarrollo.**

Bahía Drake fue conectado a la red eléctrica en 2003, lo que impulsó un crecimiento poblacional que ha venido en aumento hasta el 2022. Es importante destacar que el distrito de Bahía Drake es el sexto y último distrito del cantón de Osa, creado por la ley N° 36-2012 del Ministerio de Gobernación y Policía, el 3 de agosto de 2012.

En Costa Rica el último censo nacional fue realizado por el INEC en el año 2011, previo a la creación del distrito de Bahía Drake. En el 2016 el INEC reportó a la Municipalidad de Osa características generales del distrito, tales como:

- Extensión territorial: 393.3 km<sup>2</sup>
- Población: 1 110 Habitantes
- Factor de hacinamiento Osa: 3,3 personas por vivienda individual ocupada
- Economía principal: Servicios turísticos, pesca y ganadería
- Educación: 1 colegio, 9 escuelas públicas
- Salud: EBAIS o centro de salud

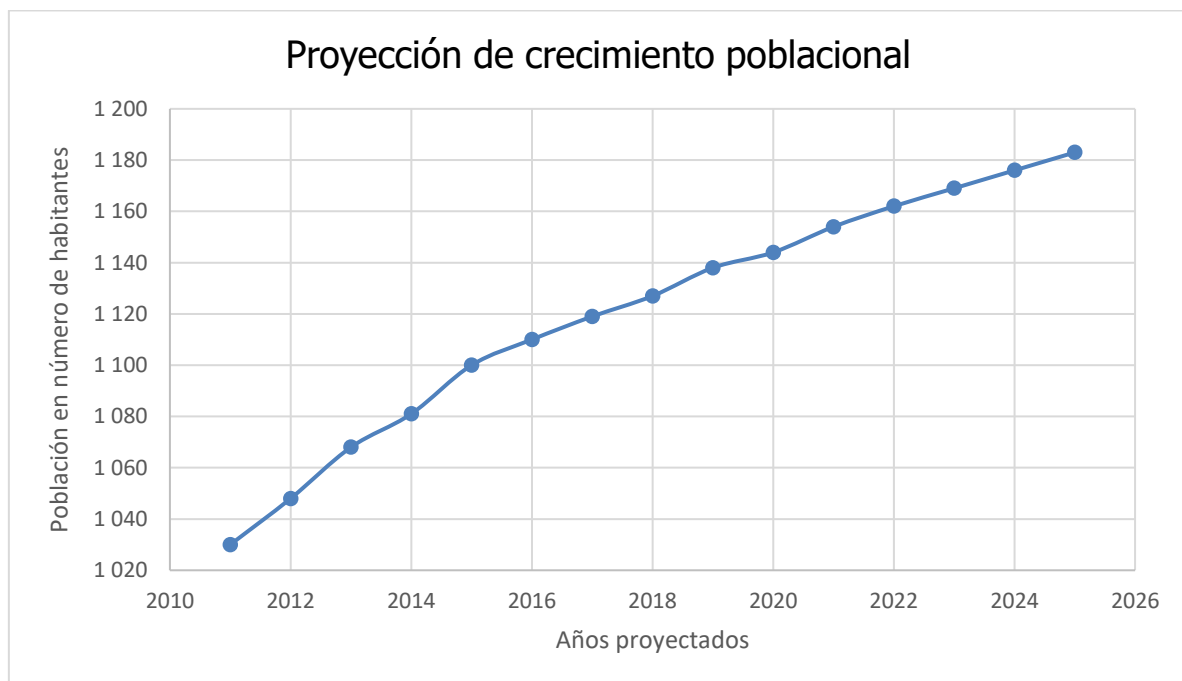
El INEC realizó el XI Censo Nacional de Población y VII de Vivienda en 2022, con lo que se actualizarán los principales indicadores a niveles geográficos, recuento de viviendas, habitantes y características socioeconómicas de la zona de Bahía Drake. En el 2014 el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) por medio del Sistema Nacional de Información territorial (SNIT), indica que la cantidad de población en Bahía Drake ha aumentado entre el año 1997 al 2011, y realiza una proyección de incremento poblacional desde 2011 hasta 2025 (Cuadro 4).

Como se menciona en la sección 2.4, uso de suelo, Agujitas es considerado un centro de turismo secundario, lo que le brinda características importantes a considerar.

**Cuadro 4.** Cantidad de población proyectada para el distrito de Bahía Drake

<b>Año</b>	<b>Población</b>
<b>2011</b>	1 030
<b>2012</b>	1 048
<b>2013</b>	1 068
<b>2014</b>	1 081
<b>2015</b>	1 100
<b>2016</b>	1 110
<b>2017</b>	1 119
<b>2018</b>	1 127
<b>2019</b>	1 138
<b>2020</b>	1 144
<b>2021</b>	1 154
<b>2022</b>	1 162
<b>2023</b>	1 169
<b>2024</b>	1 176
<b>2025</b>	1 183

**Fuente:** INEC.CR, 2022



**Figura 21.** Proyección de crecimiento poblacional en la zona de Bahía Drake

**Fuente:** INEC.CR, 2022

Según lo observado en la Figura 21 el crecimiento poblacional desde el año 2011 hasta el año 2025, (15 años), es de aproximadamente un 15%. El porcentaje es significativo, posiblemente impulsado por la atracción turística de la zona, pero un crecimiento no planificado puede impactar el ecosistema de forma negativa.

El MIDEPLAN también puso a disposición la información de los tipos de viviendas que existe en el cantón (Cuadro 5), clasificando como desocupadas, ocupadas y viviendas colectivas, esta última se refiere a casas compartidas entre 2 o más núcleos familiares.

**Cuadro 5.** Cantidad de población estimada para el distrito de Bahía Drake

Año	Tipo de vivienda			Total
	Ocupadas	Desocupadas	Colectivas	
<b>2000</b>	454	81	0	535
<b>2011</b>	577	184	2	763

Fuente: (INEC.CR, 2022)

Como se evidencia en el Cuadro 5, la cantidad de viviendas ha aumentado en el cantón, llamando la atención que se tenga un aumento significativo en viviendas desocupadas, posiblemente utilizadas para turismo. En las proyecciones realizadas por el INEC, las estimaciones se basan en los históricos poblacionales y en el cambio demográfico y la migración.

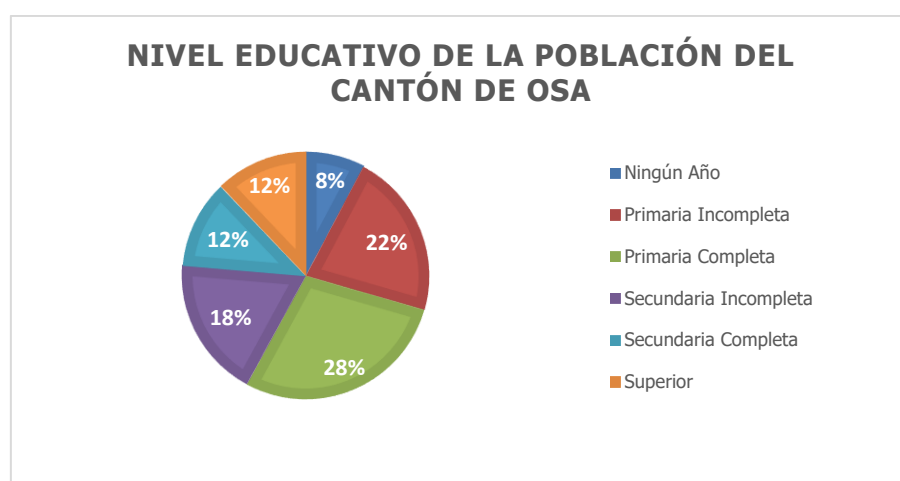
La alfabetización es un parámetro de suma importancia, ya que este ejemplifica las oportunidades en la zona, así como el manejo de la información ambiental que posean los habitantes de Drake. En este caso, por la carencia de datos del distrito al momento del censo 2011, se utilizan los datos del cantón de Osa, los cuales pueden ser extrapolados en la población de Bahía Drake y la zona específica de Agujitas (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Características educativas Cantón de Osa

	<b>2000</b>	<b>2011</b>
<b>Porcentaje de alfabetismo</b>	<b>90,5%</b>	<b>95,3%</b>
10 a 24 años	95,8%	98,7%
Más de 25 años	86,9%	93,4%
<b>Escolaridad Promedio</b>	<b>5,5%</b>	<b>6,8%</b>
25 a 49 años	6,5%	7,5%
Más de 50 años	3,4%	5,4%
<b>Porcentaje de asistencia a la educación</b>		
Menor de 5 años		7,6%
De 5 a 17 años	73,3%	83,8%
De 18 a 24 años	20,7%	32,7%
Mas de 25 años	4,3%	6,1%

**Fuente:** INEC.CR, 2022

El aumento en la alfabetización, principalmente en la población mayor de 25 años es importante, ya que refleja la voluntad de la población para aprender e implementar nuevas estrategias, así como la voluntad política de mejorar las condiciones de la población, por medio de programas educativos. Ahora bien, al evaluar el nivel de la alfabetización del cantón y como se puede observar el a Figura 22, únicamente el 11,5 % de la población posee secundaria completa y el 12,1 % de la población posee educación superior, porcentajes bajos de la población. Es importante verificar con el censo 2022, si el distrito de Bahía Drake replica la tendencia reflejada en la información recopilada en el cantón de Osa. El bajo nivel de educación puede vincularse con las prácticas deficientes en el manejo de los sistemas sanitarios y su importancia ambiental para la zona.

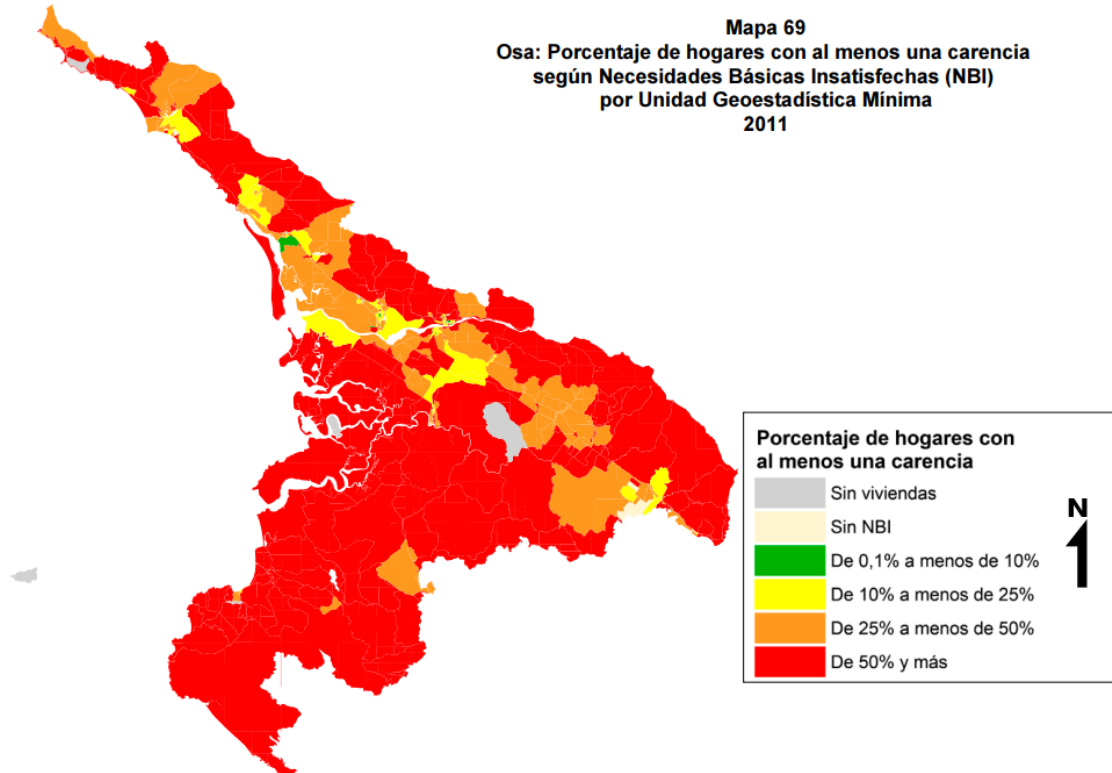


**Figura 22.** Indicadores cantonales, censos nacionales de población y vivienda 2000, 2011. Provincia Puntarenas

**Fuente:** INEC.CR, 2022



En la Figura 23 se puede observar que en la zona de Bahía Drake y Agujitas más del 50 % de los hogares reportan poseer al menos una carencia. Sería importante desglosar si esta carencia se refiere a servicios como agua potable o sistema de aguas residuales óptimo.



**Figura 23.** Porcentaje de hogares con al menos una carencia en cantón de Osa

**Fuente:** INEC.CR, 2022

El MIDEPLAN clasifica la zona de Bahía Drake con un Índice de desarrollo social bajo o muy bajo, colocándolo en el primer quintil de desarrollo del país. Las actividades de la zona son variadas en el cantón de Osa, esta zona tradicionalmente está dedicada a la pesca artesanal, la producción de arroz, la palma aceitera, y las actividades ganaderas porcinas y vacunas. Específicamente el sector de Bahía Drake y Agujitas se dedica en su mayoría al turismo rural (Instituto de Desarrollo rural, 2017). Esto porque Bahía Drake se considera un punto estratégico para el turismo, ya que se puede acceder de forma sencilla y rápida a zonas como el Parque Nacional Corcovado y la Reserva Biológica Isla del Caño.

En la agricultura, Osa divide su actividad dependiendo directamente del tamaño de la finca. Las fincas consideradas grandes se utilizan para cultivos de palma africana (32 %), arroz (26 %), finca camaronera (24 %), actividades ganaderas (13,1 %), y finalmente, sembradíos de plátano (3 %), los otros cultivos son marginales. En las fincas catalogadas como pequeñas la actividad predominante es la ganadera (53 %), seguida por la extracción de madera (9,3 %), plantaciones de palma africana (8,5 %), la silvicultura en bosques reforestados (7,8 %), plantaciones de arroz (6,6%), y actividades menores como: cría de cerdos, plátano, maíz, frijol, frutas y raíces, entre otros (Angulo & Román, 2013).

Analizando todas las características descritas previamente de la población de Bahía Drake y del sector de Agujitas, el crecimiento poblacional en los últimos años y la proyección de un crecimiento de un 15 % es un parámetro significativo y a considerar en el manejo de las aguas residuales. A mayor cantidad de viviendas, población, mayor es el caudal residual que se debe de estimar en caso de querer implementar un colector sanitario. Adicional a esto, se prevé que un mal manejo de las aguas residuales de esta población en aumento impacta directamente los cuerpos de agua. Si la tendencia continúa en años posteriores la construcción de viviendas va a aumentar, por lo que es imperante supervisar las construcciones y los sistemas sanitarios utilizados, para garantizar la integridad ambiental de la zona.

Las actividades socioeconómicas tales como el turismo generan un aumento en el caudal de las aguas residuales y en los sistemas, dependiendo de las dimensiones de los hoteles se pueden considerar como grandes generadores de aguas negras y grises. Otras actividades como la agricultura pueden generar lo que se conoce como aguas especiales, dependiendo del tipo de cultivo y los sistemas que se utilicen para la siembra, (pesticidas, agroquímicos, entre otros), lo mismo que las actividades ganaderas, éstas generan un caudal residual importante y especial que debe ser manejado de forma que no afecte las fuentes de agua ni contamine la zona.

## **CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE SANEAMIENTO EXISTENTES**

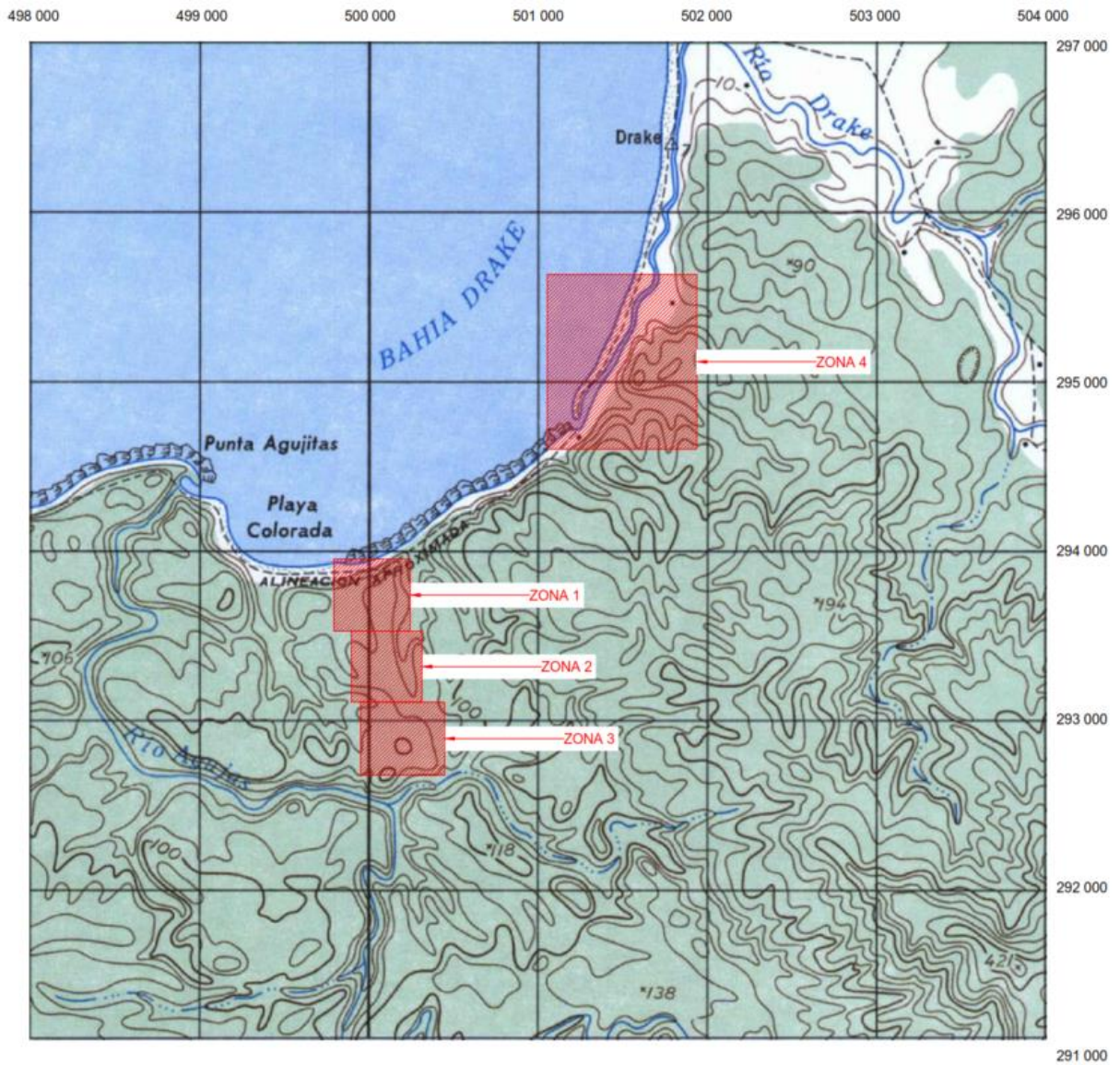
El tercer capítulo de la investigación se centra en el reconocimiento de la zona, por medio de visitas a campo. En este se cataloga de forma coherente la información recopilada en la zona de Agujitas, en Bahía Drake. Se hace un levantamiento fotográfico y de sondeo de los sistemas utilizados actualmente, se analiza la información de consumo potable proporcionada por la ASADA y se correlaciona con el caudal de aguas residuales generado por cada usuario. De esta forma y con el levantamiento del acueducto se logra una clasificación de los abonados en residenciales y comerciales, la cual permite estudiar a fondo las características de los usuarios. Por último, mediante imágenes aéreas se identifican posibles puntos de solución de sistemas de saneamiento alternativos.

### **3.1. Levantamiento de acueducto de agua potable Bahía Drake**

El suministro de agua considerada potable en la comunidad de Bahía Drake está proporcionado por la ASADA. Como parte de la investigación se realizaron reuniones con el administrador del periodo 2019-2022, Pedro Garro y posterior a esto se recibió información de Heilyn Vanessa Mendoza Ortiz, auxiliar de secretaría de la ASADA Drake desde marzo 2022, y la nueva junta directiva que rige desde marzo 2022.

Con la información proporcionada se analizan los caudales promedio de consumo entre los abonados, es importante recalcar como se vio en el Cuadro 2, de la *Sección 2.2. "Abastecimiento de agua potable"*, que la ASADA no proporciona el servicio a toda la población de Bahía Drake, su principal foco de abastecimiento se centra en la población de Agujitas. Con el acompañamiento de un fontanero de mantenimiento de la ASADA se realizó un levantamiento del acueducto potable. Actualmente se cuenta con un total de 205 abonados.

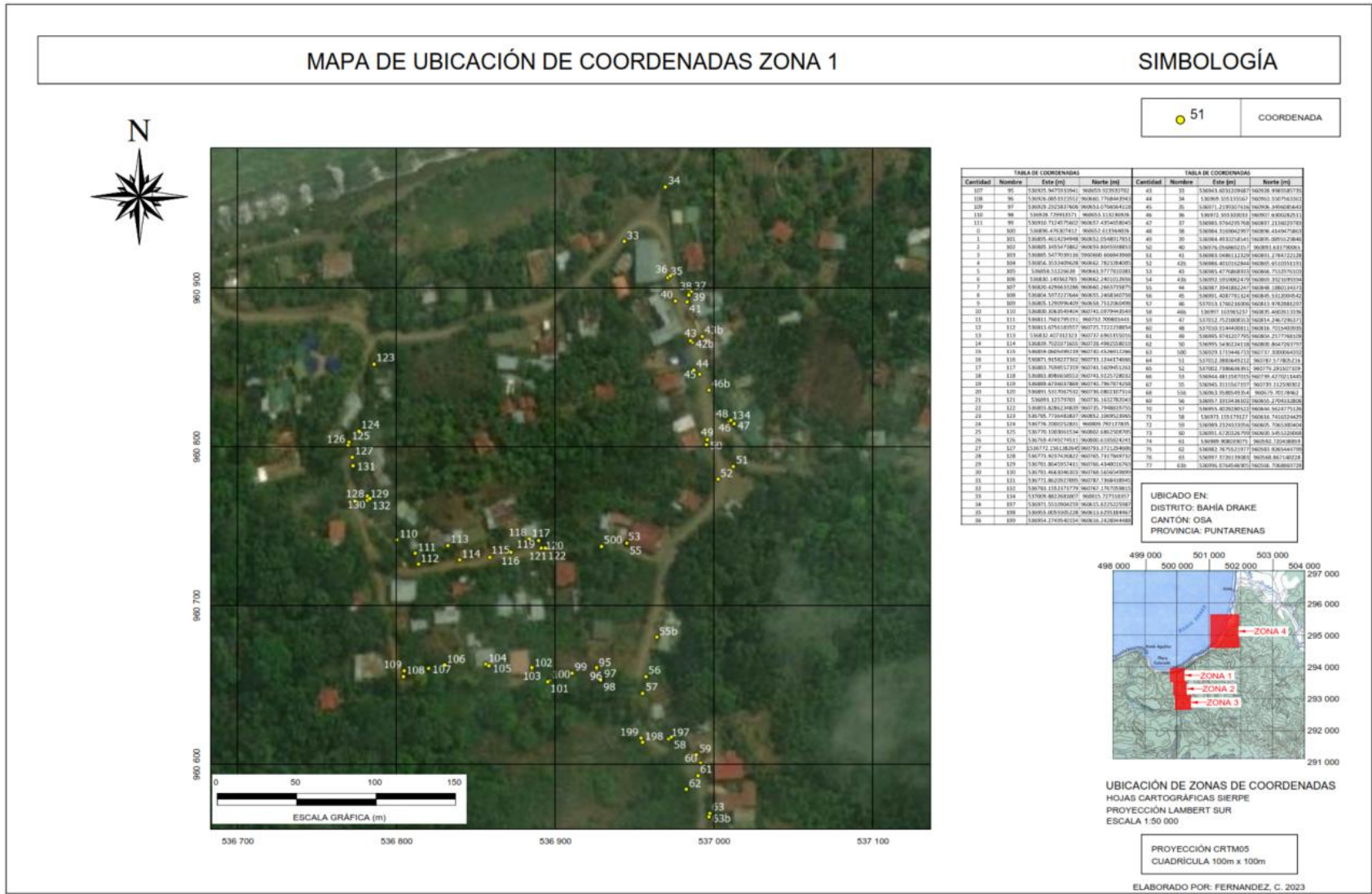
Se divide la zona para efectos del estudio en 4 zonas principales (Figura 24). Zona 1 Quebrada Mono, Zona 2 cuenca del río Agujas, y Quebrada Mono sector Oeste. La distribución de los abonados de la ASADA de Drake (Figura 25), en su mayoría ubicados en la cuenca de la quebrada El Mono, en la cuenca del río Agujas (Figura 26), en la cuenca de la quebrada Don Carmen (Figura 27) y en el sector oeste (Figura 28).



**Figura 24.** Ubicación de zonas de coordenadas

**Fuente:** Hoja cartográfica Sierpe, proyección Lambert sur

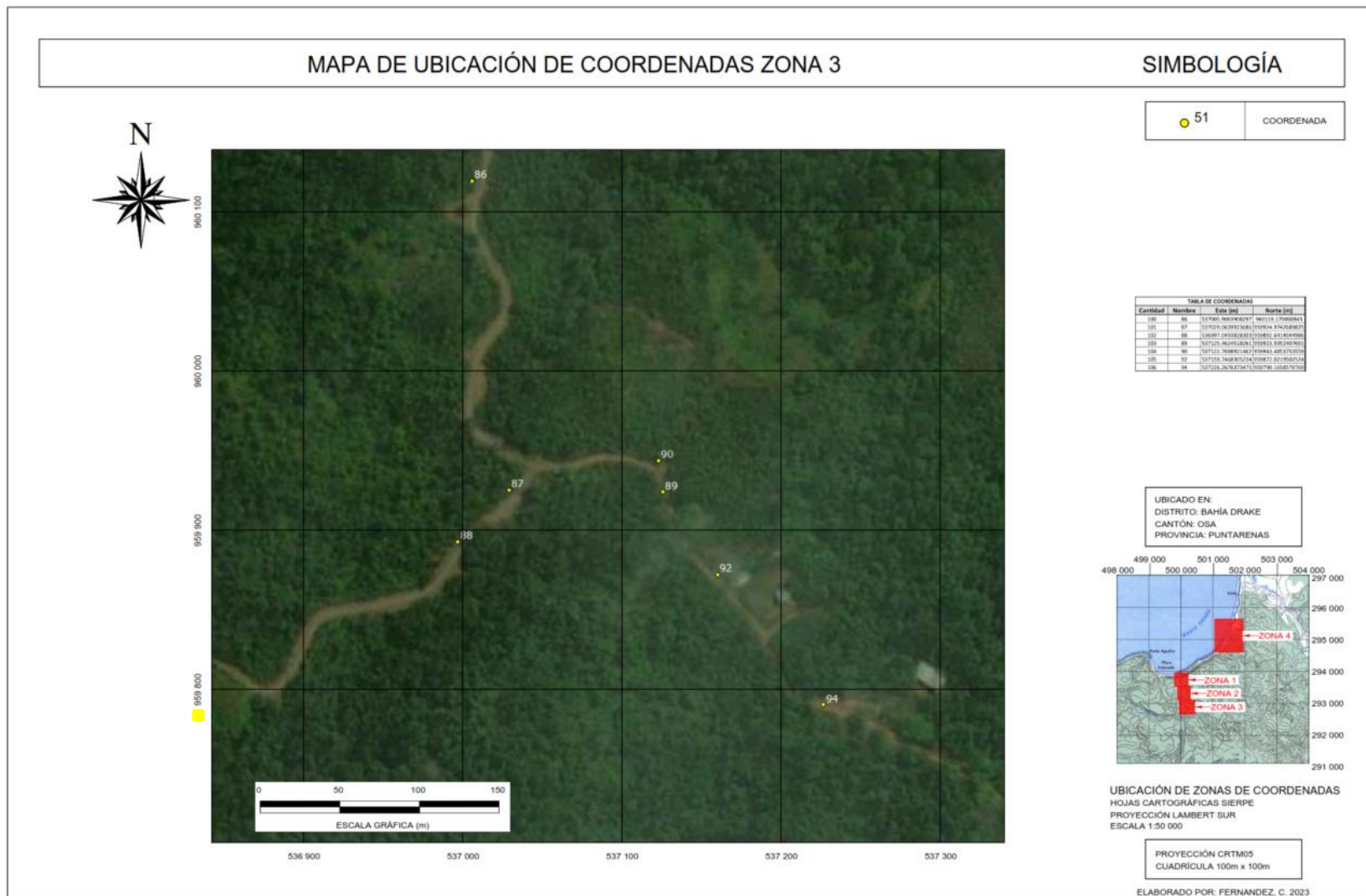






**Figura 26.** Coordenadas Zona 2

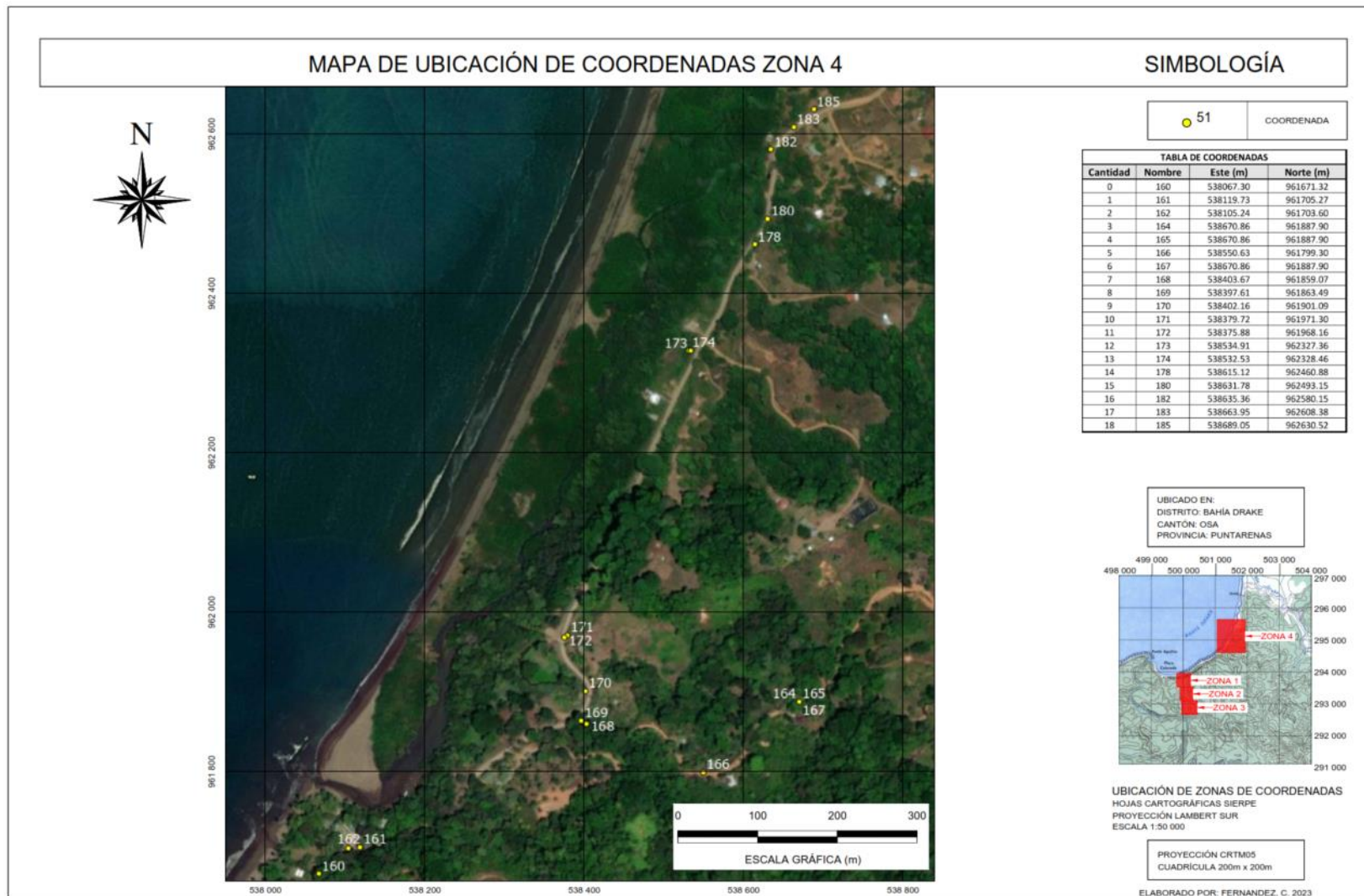
**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021



**Figura 27.** Coordenadas Zona 3

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021





**Figura 28.** Coordenadas Zona 4

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021



Adicional a la distribución por zona se agrupan los datos por sectores (Figura 29 y Cuadro 7), con la misma clasificación que utiliza la ASADA, utilizando 9 sectores. El sector denominado como **centro** es el posee la mayor cantidad de abonados.

**Cuadro 7.** Distribución de abonados según el sector donde se ubican

<b>SECTOR</b>	<b>ABONADOS</b>
<b>Centro</b>	78
<b>Petrona</b>	36
<b>Don Carmen</b>	27
<b>Playa</b>	16
<b>Margarita</b>	15
<b>Mariposa</b>	13
<b>Parque Jaguares</b>	10
<b>Frente Iglesia Bautista</b>	9
<b>Desconocido</b>	1

Fuente: Asada 2021



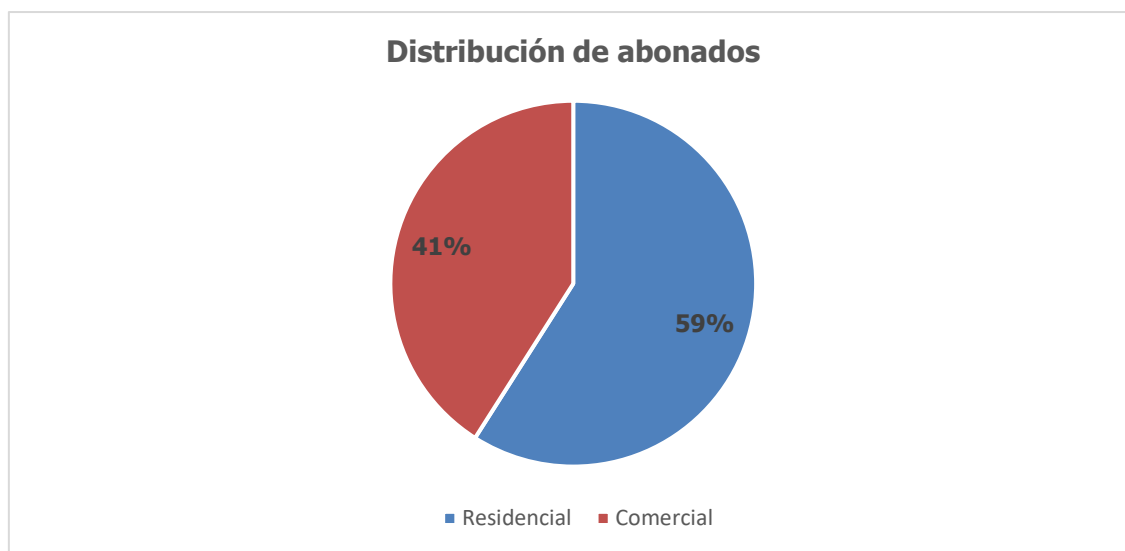
**Figura 29.** Cantidad de usuarios por sector

A partir de los datos proporcionados se pueden estimar los caudales promedio anuales de consumo, y clasificar los usuarios en residenciales y comerciales. El criterio de clasificación se basó en tres factores principales, caudal promedio anual de consumo, registro de persona

física, registro de persona jurídica. Los usuarios con un consumo promedio anual inferior a los 27 m<sup>3</sup> y con registro de persona física ante la ASADA, fueron clasificados como *residenciales*, los usuarios con consumo promedio anual superior a los 27 m<sup>3</sup> y con registro de persona jurídica ante la ASADA fueron clasificados como *comerciales*.

En los casos de personas físicas con altos consumos, o personas jurídicas con bajo consumo, se verificó la información con los funcionarios de la ASADA para corroborar la clasificación. Se hace la salvedad de que muchos usuarios clasificados como residenciales pueden estar ejerciendo actividades comerciales que no estén en el radar de la ASADA, de igual forma como se verá en el transcurso del análisis de datos la pandemia Covid-19 pudo alterar los consumos en abonados individuales y colectivos.

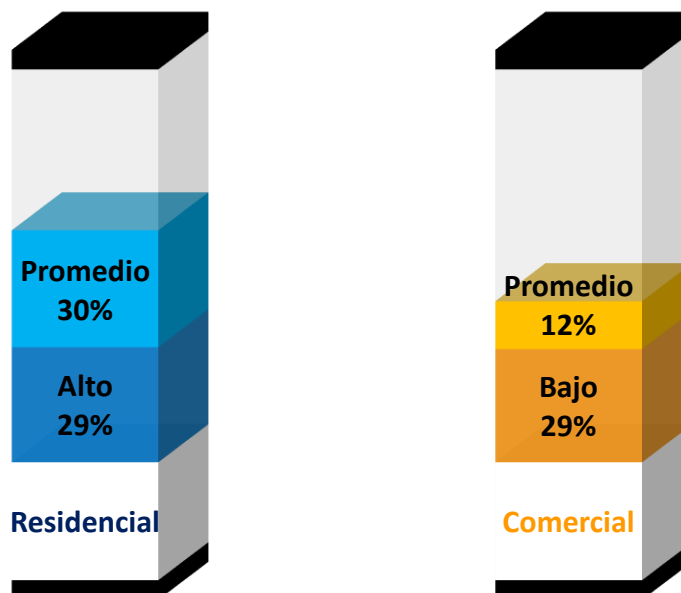
Al año 2022, la ASADA reporta 121 abonados residenciales y 84 abonados comerciales, lo que representa el 59 % y 41 % respectivamente (Figura 30). Distribución bastante equilibrada. Debemos recordar que la ASADA no abastece al 100 % de la población de Agujitas ni de Bahía Drake. Si se estudian los habitantes ajenos a la distribución de la ASADA se esperaría ver una diferencia más marcada en los usuarios individuales.



**Figura 30.** Distribución de abonados en residenciales y comerciales.

Del 59 % de abonados residenciales (Figura 31), el 29 % presentan un consumo alto, y del 41 % de los abonados comerciales el 29 % presenta un consumo bajo, según las mediciones de agua potable reportados por la ASADA en un periodo de 2018 a febrero 2022, utilizando como parámetro de consumo los 27 m<sup>3</sup> anuales.

## Desglose consumos Residenciales y Colectivos



**Figura 31.** Distribución de abonados en comerciales y residenciales, con consumos promedios, altos y bajos según parámetro definido

En la Figura 31 se identifica que la mitad de los usuarios residenciales mantuvieron un consumo promedio, y la otra mitad aumentó el consumo de agua potable. En cuanto a los usuarios comerciales, aproximadamente 1/3 de estos mantuvo un consumo promedio, mientras que el 2/3 bajaron su consumo.

En el 2020 y 2021 se evidencia una variable en los datos de consumo que se atribuye a la emergencia nacional Covid-19. Los usuarios comerciales disminuyeron las actividades turísticas, muchos comercios permanecieron cerrados y sin permiso de operación, por lo que era de esperar que presentaran un bajo consumo, por el contrario, las medidas higiénicas aumentaron, lo que coincide con el aumento de consumo de agua potable de los usuarios residenciales, además del confinamiento en los hogares por parte del Ministerio de Salud.

Es interesante en investigaciones posteriores analizar los datos de la ASADA, sin tomar en cuenta la influencia de los años 2020-2021, para verificar si las tendencias se mantienen y que repercusiones causó la pandemia de forma permanente.

Según la información del Cuadro 8, en el sector *Centro* la mayoría de los abonados son de tipo residencial, siendo este el sector con mayor consumo de agua potable y por lo tanto la

mayor producción de aguas residuales. En los sectores de Petrona y la Playa es donde se ubican la mayoría de los abonados comerciales.

**Cuadro 8.** Distribución de abonados según el sector y su clasificación

<b>SECTOR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b># ABONADOS</b>	<b>% ABONADOS</b>
<b>Centro</b>	Residencial	50	64%
	Comercial	28	36%
<b>Petrona</b>	Residencial	15	42%
	Comercial	21	58%
<b>Don Carmen</b>	Residencial	16	59%
	Comercial	11	41%
<b>Playa</b>	Residencial	7	44%
	Comercial	9	56%
<b>Margarita</b>	Residencial	11	73%
	Comercial	4	27%
<b>Mariposa</b>	Residencial	10	77%
	Comercial	3	23%
<b>Parque Jaguares</b>	Residencial	6	60%
	Comercial	4	40%
<b>Frente Iglesia Bautista</b>	Residencial	5	56%
	Comercial	4	44%
<b>Desconocido</b>	Residencial	1	100%
	Comercial	0	0%

### **3.2. Estimación de datos de consumo de aguas residuales en Bahía**

#### **Drake**

A partir de los datos de consumo suministrados por la ASADA, se estima el caudal de aguas residuales generado por los abonados, para esto se utiliza la norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), publicada en La Gaceta en 2017. El caudal promedio de agua residual se estima utilizando la ecuación 2.

$$Q_{\text{paro}} = FR * Q_{\text{pap}}$$

(Ec. 2)

Dónde:

$Q_{\text{paro}}$ : Caudal promedio de agua residual tipo ordinario

FR: Factor de retorno (0,80)

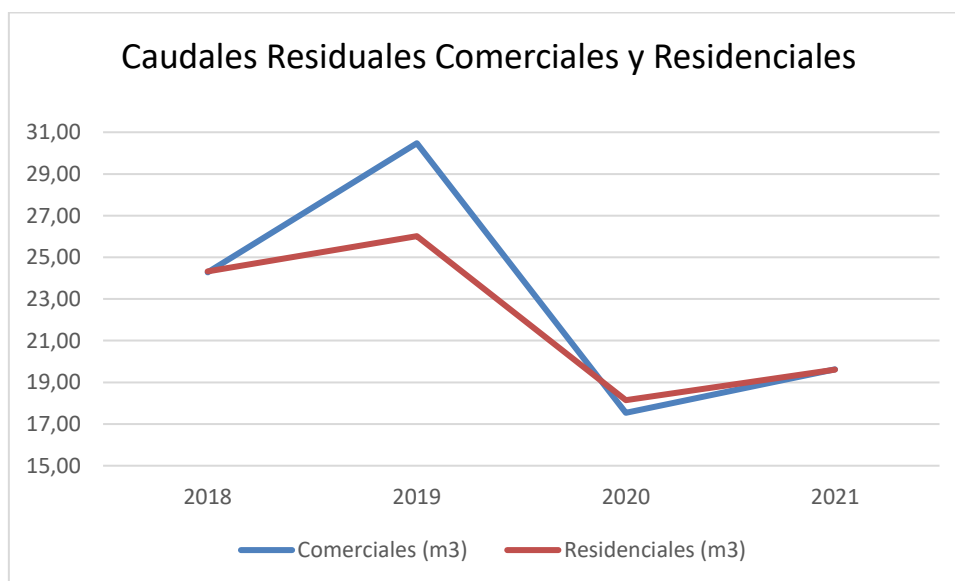
$Q_{\text{pap}}$ : Caudal promedio diario de agua potable

Los  $Q_{\text{paro}}$  anuales se van a clasificar de acuerdo con el tipo de usuario, basado en la clasificación realizada previamente, de abonados comerciales y residenciales (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Caudales residuales promedio generados por los abonados de la ASADA según clasificación.

<b>Clasificación</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Comerciales (m <sup>3</sup> )	24,28	30,47	17,54	19,62
Residenciales (m <sup>3</sup> )	24,32	26,01	18,15	19,60

Como se puede observar en el Cuadro 9, en 2019 y 2021 los usuarios comerciales generaron mayor cantidad de caudales de aguas residuales que los usuarios residenciales.



**Figura 32.** Producción de agua residual para los años 2018, 2019, 2020 y 2021 en la ASADA de Drake de acuerdo con su clasificación

La tendencia a la baja de consumo en 2020, se puede atribuir a distintos factores como los antes mencionados, pero observando que los comportamientos de usuarios colectivos e

individuales disminuyeron de igual forma, se puede esperar que en 2020, 2021 haya una mejor precisión de las mediciones de la ASADA.

### **3.3. Infraestructura de sistemas residuales, Bahía Drake**

En la investigación de campo se realizaron visitas a distintas propiedades privadas, tanto comerciales como residenciales, con el fin de visualizar los sistemas de tratamiento de las aguas residuales que se utilizan en la comunidad. Según las visitas realizadas en 2019, 2020 y 2021, el sistema más utilizado en la zona de Agujitas es el tanque séptico, sistema más utilizado en Costa Rica debido a su simplicidad de diseño, pero que como se ha mencionado carece de diseños y mantenimiento para un funcionamiento óptimo.

La infraestructura de tratamiento de aguas residuales se puede clasificar en comerciales y residenciales.

#### **3.3.1. *Sistemas de tratamiento colectivos***

Los sistemas de tratamiento colectivos son de gran utilidad en comunidades organizadas que posean caudales significativos de aguas residuales. Se pueden diseñar para aguas grises y negras.

En la zona de Bahía Drake no se cuenta con un alcantarillado sanitario ni planta de tratamiento para las aguas residuales generadas. La ASADA y las asociaciones de desarrollo integral de Bahía Drake carecen de proyectos de tratamiento de aguas residuales. Por lo tanto, la utilización de sistemas de tratamiento colectivos va a depender directamente de la organización entre los habitantes de la mano de un diseño apropiado para la reutilización de las aguas residuales.

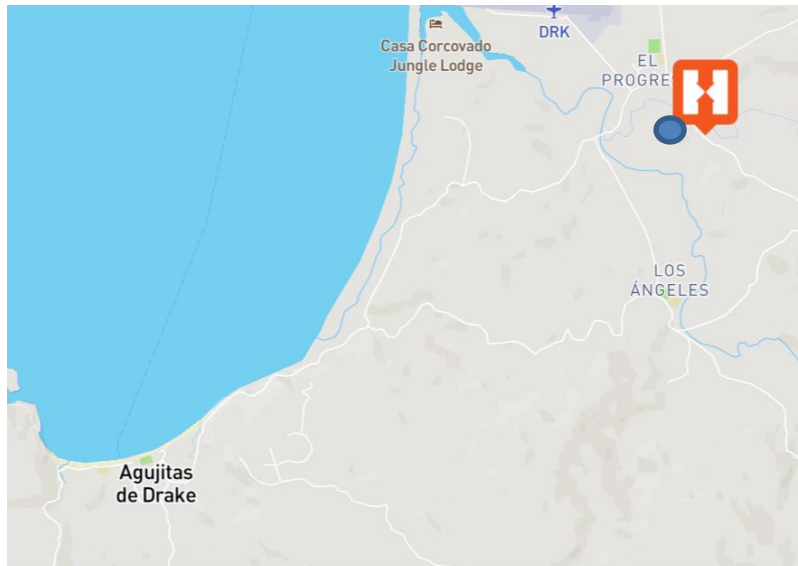
En Julio 2017, el señor Iván Soto presentó el proyecto de maestría "Red y planta de tratamiento de aguas residuales en Agujitas, Bahía Drake (Costa Rica) y procedimientos técnico-administrativos para la gestión del agua" como parte de una iniciativa de plantear soluciones colectivas para el tratamiento de las aguas residuales en la zona de Bahía Drake, al momento

de la investigación se desconoce si este proyecto ha sido considerado por las autoridades locales.

Los sistemas de tratamiento colectivos pueden ser utilizados por todo tipo de usuarios, el caudal generado no posee especificaciones mínimas para su implementación, las dimensiones requeridas van a ser directamente proporcionales al caudal residual generado. Los abonados de tipo comercial pueden aprovechar este tipo de sistemas en establecimientos tales como hoteles, cabinas, entre otros. Los abonados de tipo residencial pueden organizarse en conjunto creando proyectos comunales, esto ayuda a buscar un área óptima y simplifica la organización para dar mantenimiento.

En la zona de estudio (Agujitas) no se identificó la utilización de sistemas de tratamiento de aguas residuales de tipo colectivo. En esta zona se ubican hoteles de lujo, con una huella (área) significativa, pero al indagar en su funcionamiento de las aguas residuales la capacidad habitacional de dichos hoteles no es significativa para que cuenten con su propia Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Por el área que poseen, se pueden implementar humedales de tratamiento tipo biojardineras. Hoteles como el *Águila de Osa*, cuenta únicamente con 13 habitaciones, el hotel *La Paloma*, posee 7 bungalows y 4 cuartos. Estos son algunos ejemplos de que el área del hotel no necesariamente es proporcional a la ocupación y generación de aguas residuales.

En el recorrido por Agujitas, Bahía Drake, los habitantes de la comunidad identificaron un hostel en la zona de El Progreso (Figura 33), que cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales, el *Fundación Corcovado Biohostel*, a 25 m oeste de la quebrada del río Tortuga, y 9 km del centro poblacional. También conocido como Drake Bay Backpackers, el cual es un hostel sin fines de lucro, que ofrece entre sus iniciativas de desarrollo sostenible un tratamiento de las aguas grises por medio de la utilización de biojardineras. No se tiene acceso a el diseño existente de este sistema de tratamiento, por lo que se realiza, por medio de la información suministrada por los dueños del hostel una estimación del caudal de aguas residuales que recibe este proyecto.



**Figura 33.** Ubicación Hostel Drake Bay Backpackers

**Fuente:** Google Maps, 2022. Modificado por autor

El hostel posee cocina, bar/restaurante y habitaciones de 8 personas, 5 personas y 4 personas. Se estima una población máxima de 90 personas, con una dotación de 375 l/p/d para poblaciones costeras.

Utilizando la Ecuación 3, para el cálculo del caudal máximo diario de agua potable se estima

$$Q_{MD} = \frac{\text{Población} \times \text{dotación}}{86400}$$

**(Ec. 3)**

$$Q_{MD} = \frac{90 \times 375}{86400} = 0,39 \text{ l/s}$$

Por lo que el caudal mensual de agua potable estima un valor de 29,3 m<sup>3</sup>. Utilizando la ecuación 2, se obtiene un caudal residual de 23,44 m<sup>3</sup> aproximadamente.

Las aguas grises o jabonosas proveniente de las duchas, lavatorios, cocina se direccionan a la biojardinera, la cual posee la piedra grava necesaria para la filtración como se observa en la Figura 35 y en la Figura 36.





**Figura 34.** Piegra grava de filtro en la Biojardineria hostel Drake Bay Backpackers



**Figura 35.** Ubicación de Biojardinea hostel Drake Bay Backpackers

La Figura 36 y la Figura 37 muestran el estado de los tanques en el sistema de tratamiento primario. Este humedal artificial, pese a que posee un buen diseño, no cuenta con el mantenimiento de limpieza adecuado, lo que dificulta la reutilización de las aguas generadas al final del proceso. De acá la importancia no solo de la implementación de sistemas alternativos si no de la capacitación de los usuarios ante el correcto funcionamiento.





**Figura 36.** Ubicación de tanques sedimentadores.



**Figura 37.** Tanques sedimentadores con grasa

Este sistema de humedal artificial fue parte de una iniciativa de los dueños del hostel, con el fin de promocionar su comercio como ambientalmente sostenible. Este lugar alberga muchas personas en voluntariado, tanto nacionales como extranjeros, que son capacitadas en los periodos de tiempo que permanecen en el hostel para dar mantenimiento a la biojardinera existente.

Esta biojardinera fue diseñada únicamente para tratar y reutilizar las aguas grises generadas por el hostel, para las aguas negras se utiliza un sistema de tanque séptico de forma complementaria con sus respectivos drenajes.

### **3.3.2. *Sistemas de tratamiento residenciales***

En la zona de Agujitas, Bahía Drake la mayoría de los sistemas sanitarios utilizados según la investigación realizada en campo, corresponden a tanques sépticos. Se considera que en zonas rurales es un sistema adecuado debido a que la extensión de las áreas facilita los sistemas de drenaje. En Bahía Drake por ser una zona con vulnerabilidad ambiental con cercanía con el mar, es un sistema que debe ser diseñado de forma tal que la infiltración no afecte ambientalmente los suelos. Como se estableció en el Capítulo 2, el tipo de suelo corresponde a arcillas, que no son las óptimas para la infiltración, además de presentar pendientes bajas, que favorecen al estancamiento de las aguas y la contaminación de los estratos superficiales del suelo.

Como se mencionó previamente, muchos de los habitantes de la zona de Agujitas poseen su propia toma de agua potable, por medio de pozos. Muchos de estos pozos no cuentan con los retiros pertinentes entre las aguas potables o de consumo humano y las aguas residuales, grises y negras.

La infiltración de las aguas residuales puede impactar los mantos acuíferos, afectando directamente la calidad del agua y poniendo en peligro la salud de sus habitantes. Se desconoce cuál es el nivel freático de la zona de estudio, se recomienda efectuar estudios de suelo de forma aleatoria para determinar este nivel y la posible afectación de los drenajes y la utilización de los sistemas de tanque sépticos.

Dentro de las consultas realizadas a los habitantes se indica que los principales problemas de los tanques sépticos utilizados en la zona se reducen a:

1. Falta de diseño apropiado
2. Falta de supervisión por parte de las autoridades municipales en el proceso de construcción
3. Dificultad de mantenimiento y limpieza, debido a la carencia de proveedores de servicios de limpieza locales
4. Desconocimiento de la población acerca del funcionamiento de los tanques sépticos

La falta de control y mantenimiento de los sistemas de tanque séptico debilitan la efectividad del sistema.

En la Figura 38 se observa una caja de registro a las afueras de un lugar comercial, esta se conecta al tanque séptico que se visualiza a la derecha. Este tanque pareciera tener la longitud de drenaje adecuada, pero no se pudieron observar los drenajes en la visita.



**Figura 38.** Cajas de registro de aguas grises, que se conectan con el tanque séptico

### **3.4. Problemas identificados en el manejo de las aguas residuales**

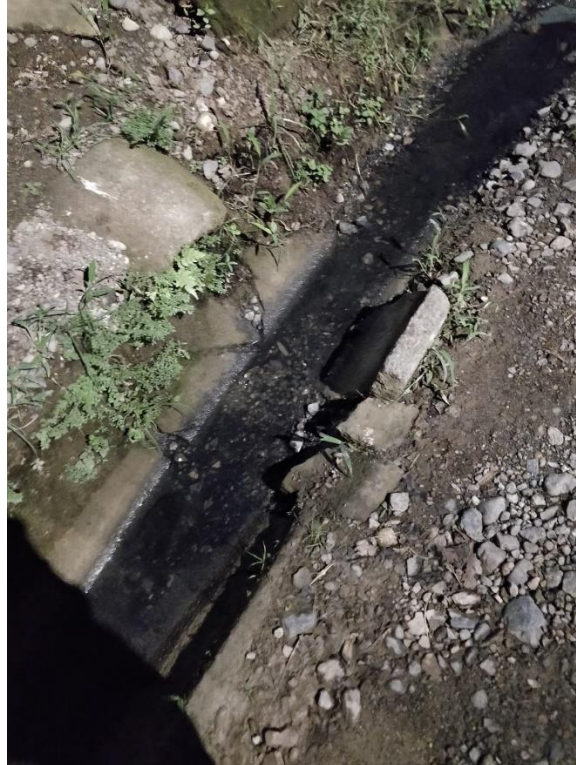
En la investigación de campo realizada en la zona de Agujitas se observaron problemas en el manejo de las aguas residuales. Entre los problemas que se evidencian está el mal diseño de las tuberías, estas en muchos casos no cumplen con la profundidad adecuada ni con losas de protección, lo que puede incurrir en el rompimiento de las tuberías y por ende el mal funcionamiento del sistema. En la Figura 39, se observa unos sanitarios que pertenecer a un comercio local, localizados en la parte de afuera de la propiedad. De los lavatorios se puede seguir las tuberías que conectan con el tanque séptico. Dichas tuberías se encuentran de forma superficial.





**Figura 39.** Tuberías superficiales hacia tapa de Tanque séptico en zona de baños públicos

También se observa que muchas tuberías de aguas provenientes de cocinas o lavatorios (aguas grises) se mezclan con las aguas pluviales (Figura 40), lo cual produce contaminación y evidencia una falta de control en el manejo de las aguas residuales por parte de las autoridades pertinentes, ya que estas aguas deberían dirigirse al sistema de tanques sépticos.



**Figura 40.** Aguas grises mezclándose con aguas pluviales

Una de las prácticas más comunes observadas en la investigación y que incumple las normas de manejo de aguas residuales es que las aguas grises o jabonosas provenientes de lavatorios o sistemas de lavandería se dejan como escorrentía superficial sobre los terrenos (Figura 41), lo que genera estancamiento de las aguas de forma superficial, generan malos olores y se evidencia que no existe una correcta infiltración (Figura 42).

En la Figura 43 se observa como las tuberías se colocan de forma tal que su desembocadura sea el terreno, y se evidencia la deficiencia de absorción que se presenta en el mismo, En la Figura 44 se evidencian tuberías que se vierten directamente a la quebrada Mono, provocando contaminación directa y la Figura 45 muestra el vertido de las aguas directamente a la calle, se evidencia la erosión que esto produce en el terreno y se observan malos olores provenientes de estas aguas sin ningún tipo de tratamiento.



**Figura 41.** Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial.



**Figura 42.** Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial. Evidencia de estancamiento de aguas jabonosas en zonas de lavandería.





**Figura 43.** Tuberías de aguas grises que desembocan en el terreno de forma superficial. Evidencia de estancamiento de las aguas y contaminación. Además de cercanía con tuberías potables.



**Figura 44.** Tubo para vertido de aguas residuales que se dirige a la quebrada El Mono

**Fuente:** Castillo, G., 2021





**Figura 45.** Muestra de vertido de aguas grises directo a la calle, malos olores, daño a la vegetación cercana y al paisaje. Foto tomada en Agujitas centro

**Fuente:** Castillo, G., 2021



**Figura 46.** Presencia de tanque séptico en la ribera de la quebrada Don Carmen

**Fuente:** Castillo, G., 2021

De la Figura 46 no se puede visualizar el drenaje empleado, sin embargo, la cercanía del tanque séptico con la quebrada es una problemática que se puede solucionar si se establecen retiros en las zonas de las quebradas.

### **3.5. Propuestas de manejo de aguas residuales**

Para realizar una propuesta eficiente del manejo de las aguas residuales en la zona, es importante ubicar los abonados residenciales y comerciales dentro del levantamiento realizado en campo, enfocado principalmente en la zona central de Agujitas.

Los usuarios residenciales poseen una menor generación de caudales residuales, pero de igual manera se recomienda realizar talleres de concientización del manejo y uso de los tanques sépticos y del correcto manejo de las aguas grises o jabonosas. Es importante por lo visto en el reconocimiento de campo clarificar con la población sobre los manejos adecuados de las aguas negras, grises y pluviales. Es importante recalcar que las aguas grises difieren de las aguas pluviales. Además, se debe alertar a las autoridades pertinentes para que estén al tanto de la fiscalización de las obras en construcción y las obras existentes.

Los tanques sépticos son buenos sistemas de manejo de aguas residuales siempre y cuando cuenten con el diseño y el mantenimiento adecuado. En los sistemas existentes se recomienda evaluar el estado de los tanques sépticos. En cuanto a nuevos proyectos, se recomienda evaluar la dotación de caudal residual que se va a generar y el tamaño del lote para analizar implementar sistemas naturales alternativos como humedales artificiales.

Como método de identificación de los usuarios comerciales, se ejemplifican en el levantamiento topográfico con negrita, para ubicar sus características principales, (ubicación, cercanía con otros comercios, área aproximada) y verificar la eficiencia de proponer sistemas de manejo de aguas residuales de forma colectiva, esto se observa en las Figura 47, Figura 54 y Figura 56.

El diseño de las biojardineras queda fuera del alcance de esta investigación. Sin embargo, se utiliza una tabla de estimaciones y dimensiones (Cuadro 10) del Manual de Diseño: Humedal Construido para el Tratamiento de las Aguas Grises por Biofiltración como referencia del volumen requerido para la utilización de biojardineras según el caudal de aguas residuales generado (Dayna Y, 2002).

**Cuadro 10.** Matriz para calibrar el tamaño de humedales artificiales, variando la profundidad del sustrato, el tamaño de la descarga contribuida, y de la velocidad de reacción.

<b>Descripción</b>	<b>V<sub>agua grises al humedal</sub></b>	<b>BOD nivel en influyente</b>	<b>Nivel de BOD<sub>deseada</sub> de efluente</b>	<b>T<sub>humedal</sub> construido</b>	<b>Profundidad sustrato</b>	<b>Ancho</b>	<b>Longitud</b>	<b>Á<sub>total</sub></b>
<b>Unidades</b>	<b>(m<sup>3</sup>/día=1000L/día)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(días)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>Sistema individual (una casa)</b> Dotación: 240L/familia/semana 1 familia V <sub>reacción</sub> = 1.1 conservadora T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	0.03	33	5	4.62	0.50	0.40	1.99	0.79
<b>Sistema de varias casas</b> Dotación: 240L/familia/semana 5 familias V <sub>reacción</sub> = 1.1 conservadora T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	0.17	33	5	4.62	0.50	0.89	4.45	3.96
<b>Pequeño sistema de la comunidad</b> Dotación: 240L/familia/semana 20 familias V <sub>reacción</sub> = 1.1 conservadora T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	0.69	33	5	4.62	0.70	1.68	6.73	11.31

<b>Descripción</b>	<b>V</b> agua grises al humedal	<b>BOD</b> nivel en influyente	<b>Nivel de</b> <b>BOD</b> deseada de efluente	<b>T</b> humedal construido	<b>Profundidad</b> substrato	<b>Ancho</b>	<b>Longitud</b>	<b>Á</b> total
<b>Unidades</b>	<b>(m<sup>3</sup>/día=1000L/día)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(días)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>El sistema medio de la comunidad</b> Dotación: 240L/familia/semana 200 familias V <sub>reacción</sub> = 1.1 conservadora T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	6.86	33	5	4.62	0.70	5.32	21.27	113.14
<b>El sistema grande de la comunidad:</b> Dotación: 240L/familia/semana 400 familias V <sub>reacción</sub> = 1.1 conservadora T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	13.72	33	5	4.62	0.70	7.52	30.09	226.28
<b>Pequeño sistema de la comunidad:</b> Dotación: 240L/familia/semana 20 familias V <sub>reacción</sub> = 2 mediana T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	0.69	33	5	2.54	0.50	1.48	5.90	8.71

<b>Descripción</b>	<b>V<sub>agua grises al humedal</sub></b>	<b>BOD nivel en influyente</b>	<b>Nivel de BOD deseada de efluente</b>	<b>T<sub>humedal construido</sub></b>	<b>Profundidad substrato</b>	<b>Ancho</b>	<b>Longitud</b>	<b>Á<sub>total</sub></b>
<b>Unidades</b>	<b>(m<sup>3</sup>/día=1000L/día)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(mg/L)</b>	<b>(días)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>
<b>El sistema medio de la comunidad:</b> Dotación: 240L/familia/semana 200 familias V <sub>reacción</sub> = 2 mediana T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	6.86	33	5	2.54	0.50	4.67	18.67	87.12
<b>El sistema grande de la comunidad</b> Dotación: 240L/familia/semana 400 familias V <sub>reacción</sub> = 2 mediana T <sub>promedio</sub> inferior de 3°C	13.72	33	5	2.54	0.50	6.60	26.40	174.23

**Fuente:** Manual de Diseño: Humedal Construido para el Tratamiento de las Aguas Grises por Biofiltración Dayna Yocum, Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara

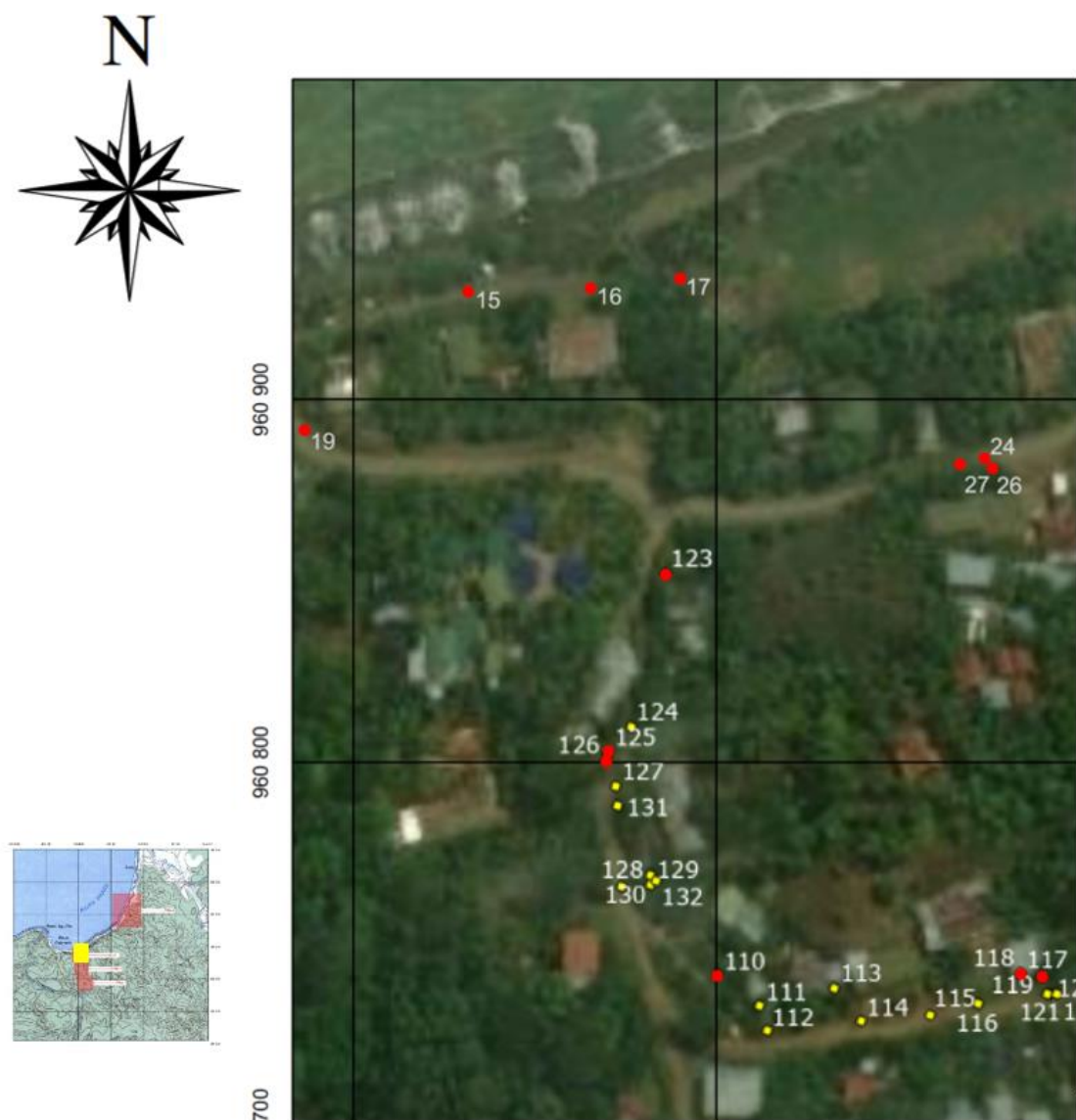




Como se observa en la Figura 47, la zona 1 es la que posee el mayor número de abonados comerciales. Para un mejor análisis de la zona se va a dividir en tres sectores principales, Z1-A, Z1-B, Z1-C, en ellas se va a evaluar las características de los usuarios colectivos únicamente.

*A. Z1-A: Caudales de aguas residuales de usuarios comerciales*

Esta zona se ubica en el sector Playa, Parque Jaguares, Mariposa y Región Central, clasificados de esta forma por la ASADA.



**Figura 48.** Coordenadas Zona 1-A, con ubicación de usuarios comerciales

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

Según los datos del Cuadro 11, se identifican 5 usuarios que poseen un caudal promedio superior a los 27 m<sup>3</sup> establecidos como parámetro, importante recordar que la numeración es de acuerdo con el levantamiento geográfico que se realizó en la zona como parte de la investigación, el número de abonado es el que corresponde al medidor colocado por la ASADA.

**Cuadro 11.** Abonados Zona 1-A, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.

#	ABONADO ASADA	Promedios Anuales			
		2018	2019	2020	2021
17	213	<b>38,00</b>	<b>47,20</b>	<b>43,80</b>	<b>55,20</b>
123	128	12,87	7,73	10,33	6,40
125	105	<b>77,27</b>	<b>77,67</b>	<b>66,13</b>	<b>57,60</b>
126	9	<b>108,93</b>	<b>110,00</b>	<b>62,80</b>	<b>111,20</b>
117	186	18,27	23,40	10,80	0,00
118	26	10,80	2,20	15,40	25,20
110	131	20,80	27,53	8,53	19,20
26	218	2,80	21,27	21,80	20,40
24	17	<b>22,33</b>	<b>17,13</b>	<b>14,67</b>	<b>39,20</b>
15	84	1,80	2,00	0,73	0,00
19	24	<b>28,67</b>	<b>13,67</b>	<b>15,40</b>	<b>21,60</b>
16	97	<b>21,33</b>	<b>29,33</b>	<b>7,40</b>	<b>4,00</b>
27	157	1,33	0,93	0,47	2,00

Los identificados con mayor caudal de generación de aguas residuales, son el número 17, abonado 213, corresponde a la *Delegación Policial de Bahía Drake*, el número 126, abonado 9, quien posee unas *cabinas*, el número 125, abonado 105, que corresponde a una *persona física* pero que posee caudales residuales importantes, el número 24, abonado 17, de *Cabinas Murillo*, el usuario 19, abonado 24, quien posee una *pulpería* y por último el número 16, abonado 97, que corresponde a la *Telesecundaria de Bahía Drake*.





**Figura 49.** Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-A

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

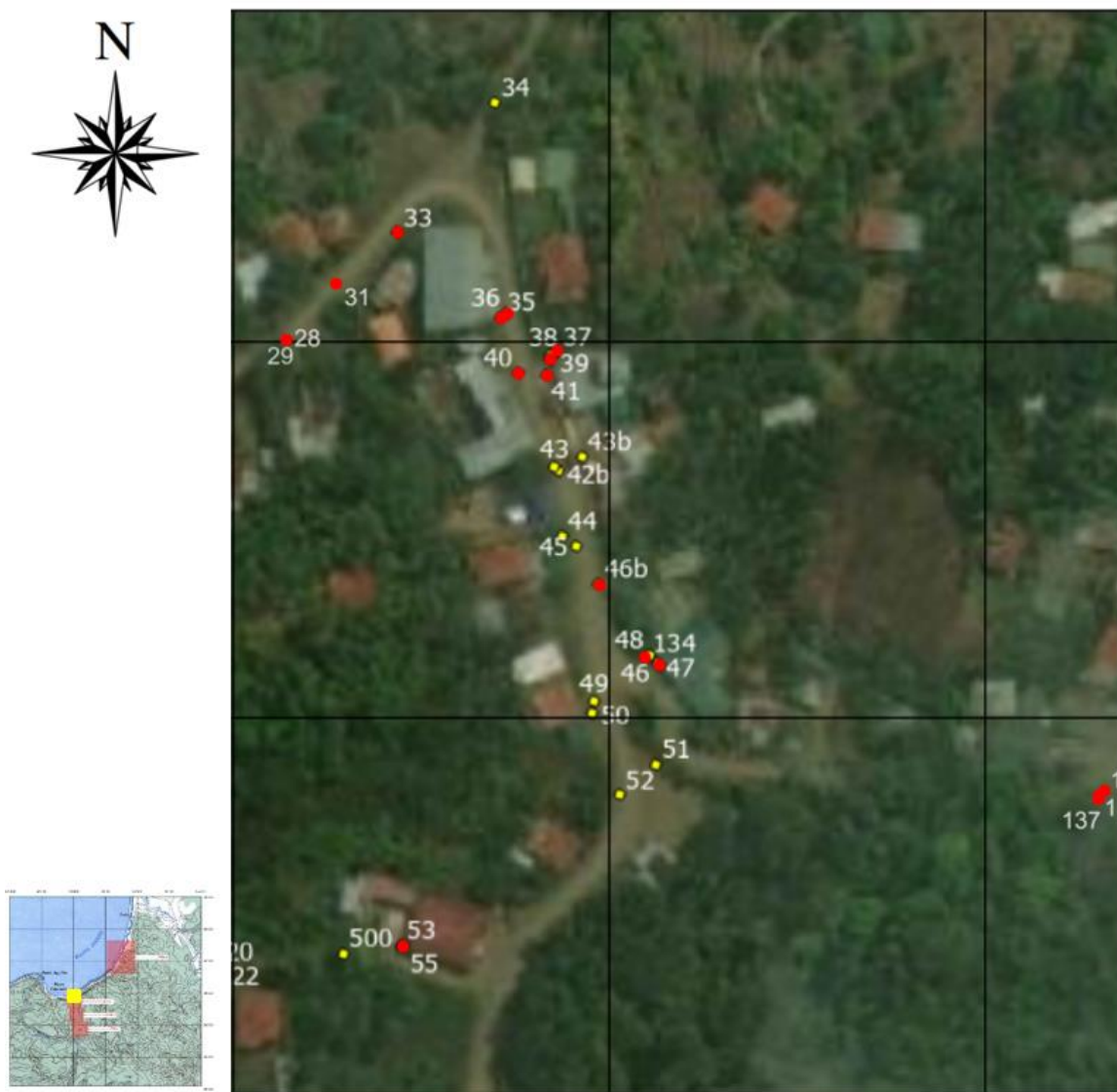
Como se observa en la Figura 49, los usuarios de mayor consumo se encuentran alejados uno de otro. Las imágenes espaciales muestran suficiente área para la colocación de humedales artificiales en la mayoría de los usuarios colectivos. El usuario 125 es el único que pareciera mediante fotografías aéreas, no poseer suficiente área, pero podría coordinar con el usuario

126 que corresponde a unas cabinas para colocar algún tipo de humedal artificial para el manejo de las aguas Este humedal tendría un área aproximada de 11,31m<sup>2</sup>.

También se podría evaluar una opción colectiva para los usuarios 24, 27, 26, y para los 117 y 118. Para ambos se puede requerir un área aproximada de 5m<sup>2</sup>.

*B. Z1-B: Caudales de aguas residuales de usuarios comerciales*

Todos los abonados corresponden a la Región Central, y el sector Don Carmen



**Figura 50.** Coordenadas Zona 1-B, con ubicación de usuarios colectivos

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

**Cuadro 12.** Abonados Zona 1-B, clasificados como comerciales, y promedios de consumo anual.

#	ABONADO ASADA	Promedio anual			
		2018	2019	2020	2021
46	198	<b>39,00</b>	<b>39,33</b>	<b>16,60</b>	<b>48,40</b>
28	13	11,40	18,60	11,53	23,60
29	40	7,33	9,20	5,53	7,20
138	4	<b>122,87</b>	<b>0,00</b>	<b>37,73</b>	<b>48,00</b>
136	154	<b>58,47</b>	<b>0,00</b>	<b>26,67</b>	<b>17,60</b>
41	107	22,67	14,93	21,93	19,60
33	137	22,53	22,73	15,67	7,60
35	95	36,73	5,07	0,67	0,00
36	41	<b>38,93</b>	<b>43,33</b>	<b>20,00</b>	<b>19,20</b>
137	85	4,00	34,27	0,20	3,60
31	174	12,80	12,20	13,00	9,60
47	100	15,27	9,53	11,07	22,80
38	36	<b>20,27</b>	<b>36,80</b>	<b>17,00</b>	<b>5,60</b>
37	110	0,67	7,60	17,13	5,60
53	182	0,07	0,33	0,40	0,80
40	140	<b>28,60</b>	<b>24,67</b>	<b>7,20</b>	<b>6,80</b>

En esta zona los abonados que poseen mayor generación de aguas residuales corresponden al número 46, abonado 198, Bahía Azul, el número 138, abonado 4 de *Corcovado and Drake Vacations S.A.*, número 136, abonado 154 de *Corcovado and Drake Vacations S.A.*, casa, número 36, abonado 41, persona física, número 38, abonado 36 de Rancho Corcovado R.C.S.A. y número 40, abonado 140 de Supermercado Santa Fé.



**Figura 51.** Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-B

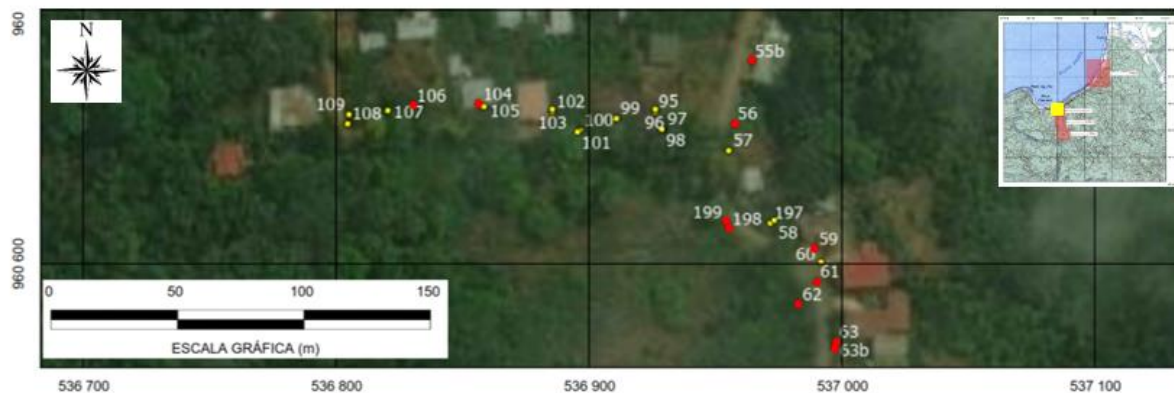
**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

En este caso como se observa en la Figura 51, los abonados se ubican en mayor cercanía, por lo que podría proponerse sistemas de tratamiento de aguas grises tipo biojardineras. Además a excepción del número 38, todos parecieran tener área suficiente para la implementación del sistema.

El número 138 abonado 4, *Corcovado and Drake Vacations S.A* genera un valor significativo de aguas residuales, en este se puede evaluar la necesidad de poseer su propia PTAR.

C. Z1-C: Caudales de aguas residuales de usuarios colectivos

Correspondientes al sector Centro, Margarita y Mariposa



**Figura 52.** Coordenadas Zona 1-C, con ubicación de usuarios colectivos

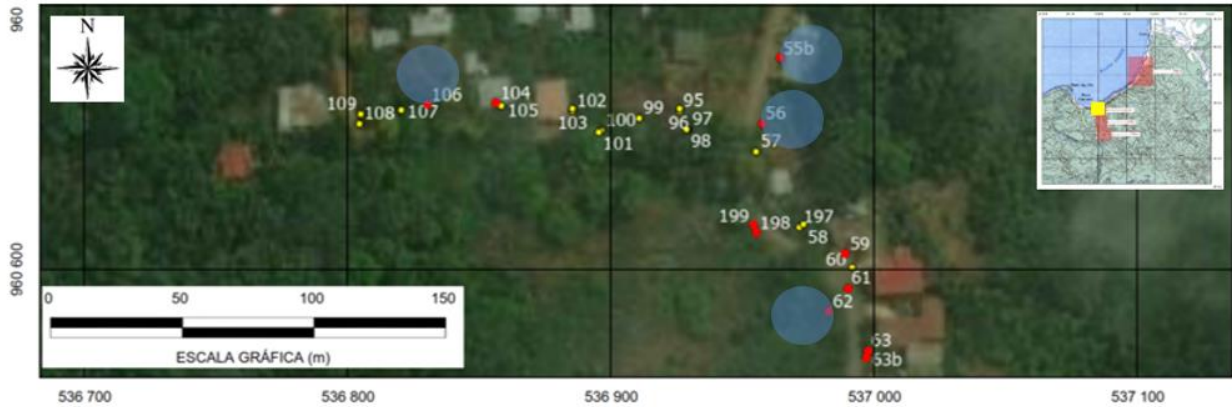
**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

**Cuadro 13.** Abonados Zona 1-C, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.

#	ABONADO	Promedio anual			
		2018	2019	2020	2021
56	149	<b>24,53</b>	<b>26,33</b>	<b>28,73</b>	<b>24,40</b>
59	207	13,33	12,53	7,13	19,20
63	33	26,07	10,73	4,40	6,40
104	172	19,80	0,00	0,80	43,20
106	121	<b>50,33</b>	<b>11,73</b>	<b>89,20</b>	<b>56,00</b>
198	203	23,27	16,07	0,00	12,80
199	202	13,47	27,53	12,00	12,00
61	208	1,60	5,00	4,67	5,60
62	32	<b>51,00</b>	<b>59,13</b>	<b>37,13</b>	<b>85,60</b>
55	10	<b>66,53</b>	<b>32,20</b>	<b>27,33</b>	<b>24,00</b>

En la Zona 1-C, Los que representan mayores caudales de aguas residuales son los correspondientes a los números 56, abonado 149, persona física, número 106, abonado 121 que corresponde al *Hotel Margarita*, número 62, abonado 32, persona física y número 55, abonado 10 que corresponde al *Salón la Jungla*.



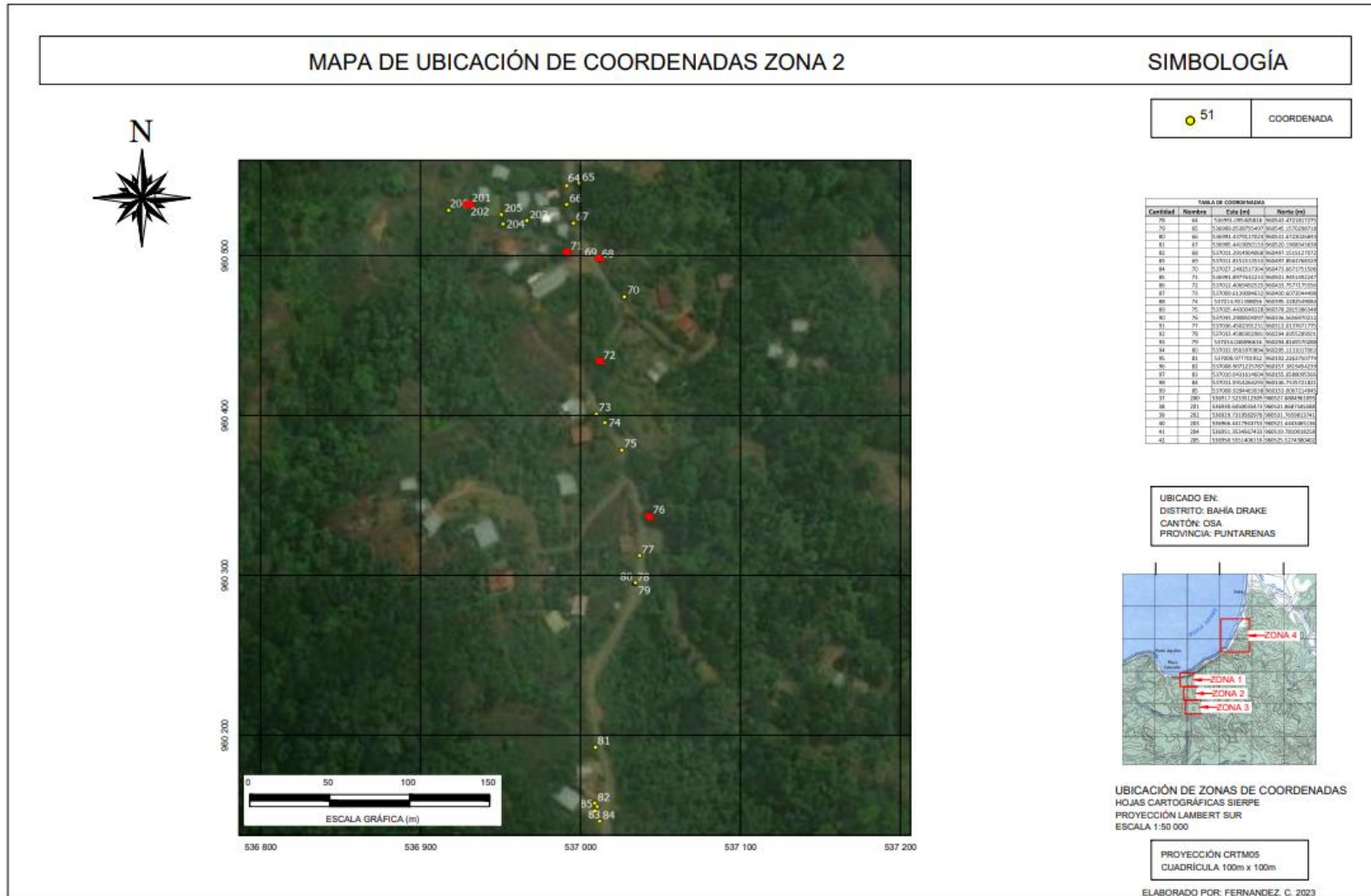


**Figura 53.** Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en 1-C

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

En estos casos se observa el área trabajable para alternativas de manejo de aguas grises, principalmente en el número 55 y 56. El abonado 121, *Hotel Margarita* debe de revisarse con detalle, ya que en las imágenes aéreas es difícil visualizar el área disponible, pero se considera que por el caudal de aguas residuales generado se puede requerir la utilización de una PTAR, o de un sistema natural como biojardineras.

### 3.5.2. Usuarios Comerciales - Zona 2



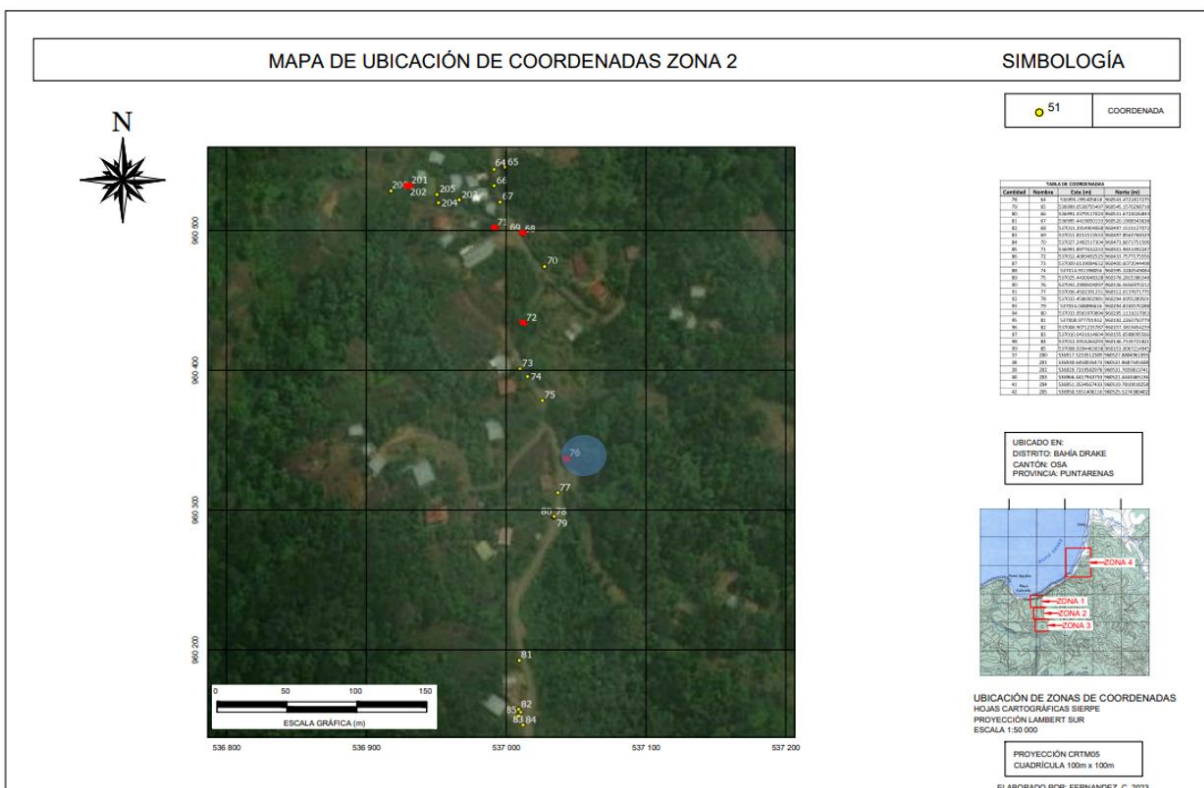
**Figura 54.** Coordenadas Zona 2-Central, con ubicación de usuarios colectivos

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

En la zona 2, se ubica en la zona central, se encuentra una menor cantidad de usuarios comerciales, tal y como se observa en la Figura 54 y, aunado a esto, las distancias entre los usuarios colectivos son significativas, por lo que implementar un sistema de tratamiento colectivo sería complicado.

**Cuadro 14.** Abonados Centro, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.

#	ABONADO	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
72	119	20,47	20,33	16,87	22,00
201	78	14,93	15,93	14,73	8,40
68	171	12,53	16,67	8,27	10,80
76	156	<b>43,73</b>	<b>69,47</b>	<b>16,67</b>	<b>24,40</b>
71	106	13,00	72,40	12,73	20,40



**Figura 55.** Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en Zona 2

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021



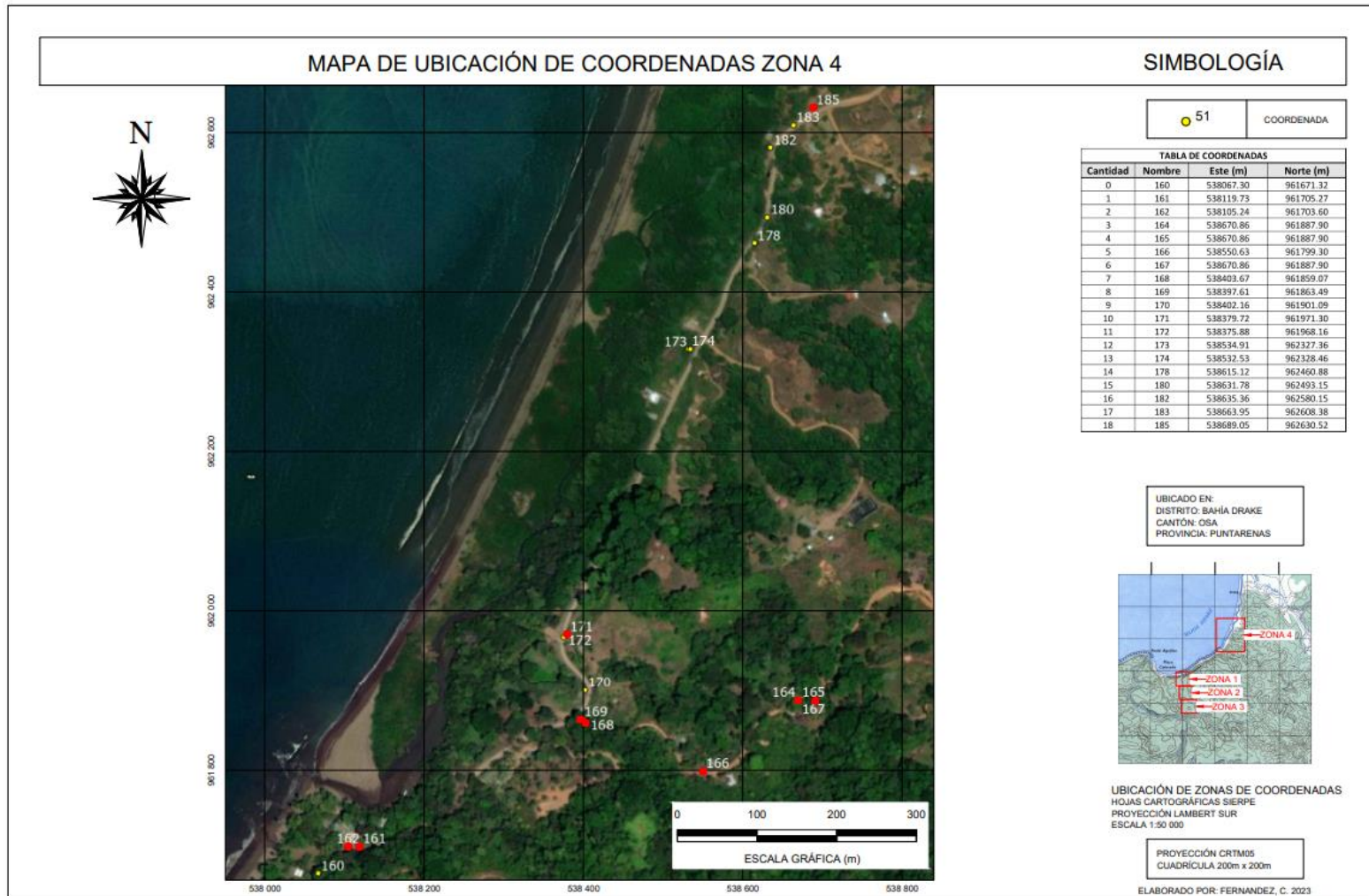
Según la información del Cuadro 14, el número 76, abonado 156 de la asada, posee una actividad comercial de cabinas, y con un área de operación que permitiría colocar biojardineras para el manejo de las aguas grises, ya que se piensa que el área a utilizar es de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>. El número 71, abonado 106 de la asada, está registrado bajo persona física, por lo que se desconoce si realiza una actividad comercial, además su consumo fue alto en 2019, pero en los años posteriores no se considera significativo.

El resto de los abonados colectivos, no representan un caudal que sea de considerar.

### ***3.5.3. Usuarios Comerciales - Zona 3***

En la zona catalogada como zona 3, no se ubican abonados de tipo colectivo, además de que no corresponde al centro poblacional.

### 3.5.4. Usuarios Comerciales - Zona 4



**Figura 56.** Coordenadas Zona 4, Petrona, con ubicación de usuarios colectivos

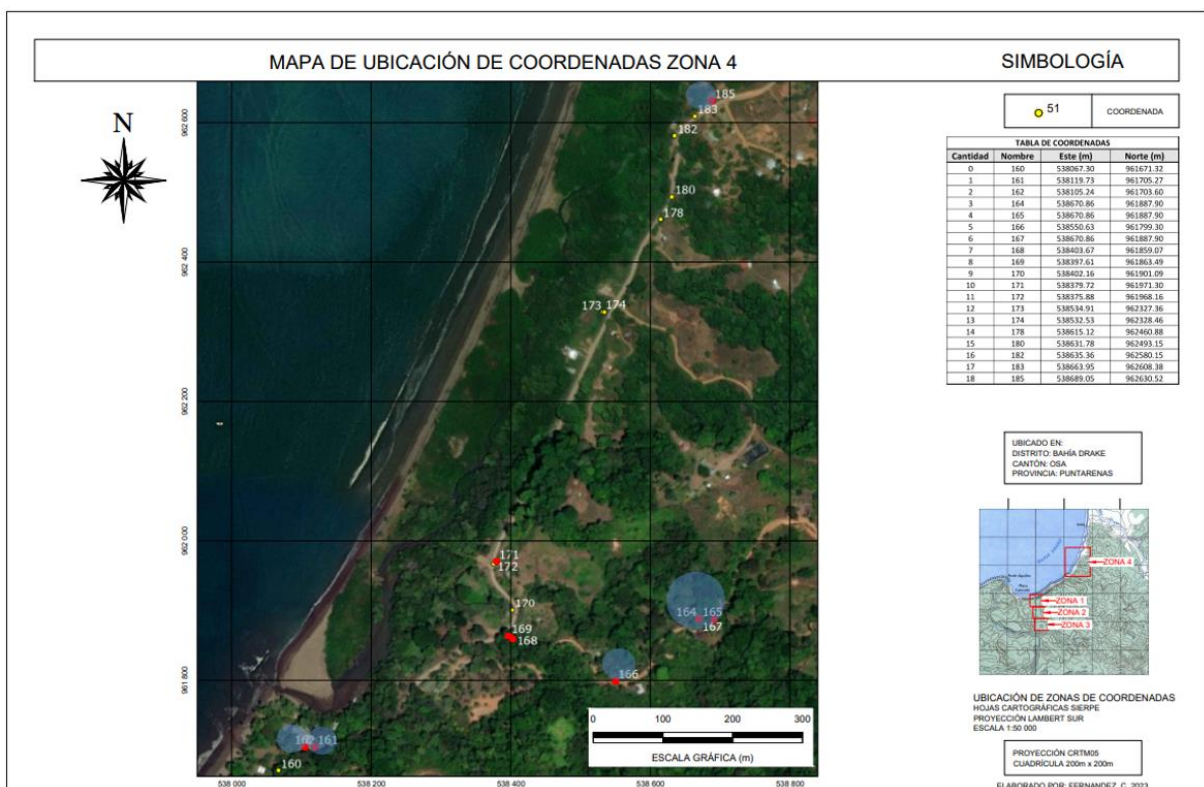
**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

La zona 4 se ubica en Petrona, en esta se ubican abonados comerciales en su mayoría.

**Cuadro 15.** Abonados Petrona, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.

#	ABONADO ASADA	Promedio anual			
		2018	2019	2020	2021
169	143	23,67	8,53	15,80	8,40
166	59	<b>1,93</b>	<b>6,07</b>	<b>31,47</b>	<b>27,60</b>
185	38	<b>47,20</b>	<b>61,87</b>	<b>33,33</b>	<b>62,00</b>
164	138	<b>53,27</b>	<b>120,13</b>	<b>69,27</b>	<b>7,20</b>
161	30	<b>28,47</b>	<b>80,87</b>	<b>28,13</b>	<b>61,20</b>
162	148	<b>132,80</b>	<b>90,73</b>	<b>25,87</b>	<b>35,60</b>
165	11	16,60	12,33	26,73	19,20
171	44	21,20	43,40	16,27	7,60
180	31	5,87	33,47	5,13	0,00
159	133	13,13	46,27	12,13	0,00
168	49	26,47	17,33	10,27	0,80
173	175	22,20	9,27	18,33	21,60

Como se muestra en Cuadro 15, el número 166, abonado 59, persona física, el número 185, abonado 38, abonada física, el número 164, abonado 138, es quién presenta los mayores valores de aguas residuales. Este corresponde a un hotel llamado *The Tranquilo Lodge*, un hotel que cuenta con 12 habitaciones, restaurante, bar, y dos piscinas. El área del hotel se observa por medio de imágenes satelitales como suficiente para proponer el uso de biojardineras para el manejo de las áreas grises. El número 161, abonado 30, JENLA de Costa Rica, S.A. y el número 162, abonado 148, JENLA de Costa Rica, S.A. #2.



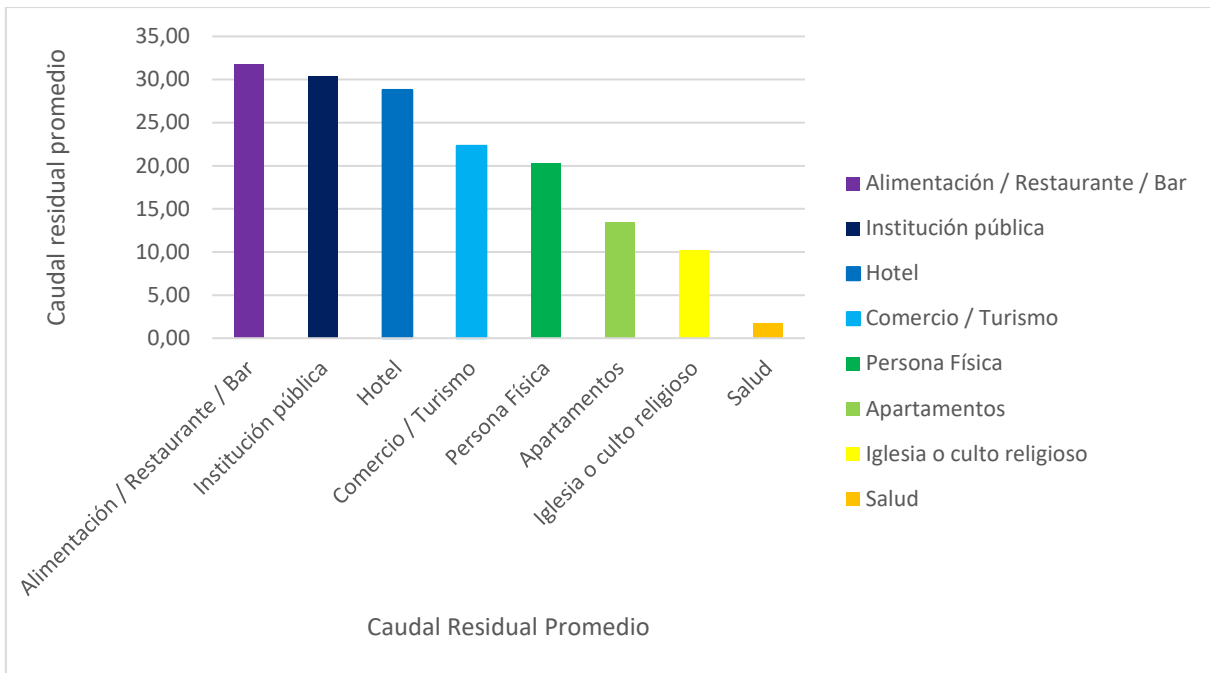
**Figura 57.** Ubicación de los usuarios colectivos con mayor caudal en Zona 4

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

En este caso se observa que los usuarios 164, 166 poseen suficiente área para colocar alternativas de tratamiento de aguas residuales. Los usuarios 161 y 162, están continuos por lo que podría ser una alternativa interesante para la colocación de sistemas alternativos como biojardineras o humedales artificiales.

**Cuadro 16.** Abonados Centro, clasificados como colectivos, y promedios de consumo anual.

Clasificación Comercial	Promedio anual			
	2018	2019	2020	2021
<b>Por actividad</b>				
<b>Alimentación / Restaurante / Bar</b>	26,31	67,11	15,07	18,60
<b>Apartamentos</b>	14,93	15,93	14,73	8,40
<b>Comercio / Turismo</b>	30,18	26,64	14,90	17,53
<b>Hotel</b>	28,96	34,26	24,59	27,37
<b>Iglesia o culto religioso</b>	21,78	10,13	5,37	3,50
<b>Institución pública</b>	30,60	41,65	21,35	27,70
<b>Persona Física</b>	19,88	24,76	17,93	18,69
<b>Salud</b>	0,33	2,53	2,87	1,20



**Figura 58.** Caudal residual promedio con respecto a la clasificación de aguas residuales de los usuarios comerciales según actividad realizada.

**Fuente:** Levantamiento georreferenciado de abonados de la ASADA, 2021

Con respecto a la Figura 58, existen registrados 8 abonados registrados como Alimentación / Restaurante/ Bar, rubro que corresponde al mayor caudal de aguas residuales promedio, 1 abonado de apartamentos, 16 de comercio y turismo, 14 de hotel ,4 de iglesia o culto religioso, 4 de institución pública, 36 personas físicas con algún tipo de propiedades lucrativas de carácter comercial, pero que no están identificadas, y 1 centro de salud. Para la clasificación de Alimentación/ Restaurante/ Bar, Instituciones públicas y Hoteles se recomienda colocar humedales artificiales de acuerdo con las evaluaciones que se realicen del área disponible.

## **CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En este capítulo se realiza una recopilación puntual de los principales insumos generados en esta investigación.

### **4.1. Conclusiones**

La zona carece de infraestructura sanitaria colectiva. La municipalidad no cuenta con un sistema sanitario que contemple el crecimiento poblacional y el desarrollo de la región, además existe una ausencia en cuanto a la supervisión e inspección del correcto funcionamiento de los sistemas existentes. En Bahía Drake el sistema sanitario más utilizado es el tanque séptico, el cual carece de inspección tanto en la construcción como en su correcto funcionamiento por parte de las autoridades pertinentes. La ASADA no abastece a la totalidad de los habitantes de la zona, muchos poseen fuentes de abastecimiento propias. La carencia de control en los sistemas de aguas residuales individuales utilizados, puede afectar las fuentes del recurso hídrico.

Los problemas más recurrentes con los tanques sépticos observados en Bahía Drake son: diseño insuficiente, es decir no se calculan las dimensiones del tanque acorde con el cálculo del caudal de aguas residuales esperado y falta de mantenimiento y limpieza de los tanques. Carencia de pruebas básicas de infiltración para el diseño de los drenajes del tanque y falta de conocimiento de la población, acerca del funcionamiento el sistema sanitario que utilizan.

En Costa Rica existen proyectos de saneamiento sanitario comunales que pueden ser tomados como ejemplo para implementar soluciones colectivas de tratamiento de las aguas residuales.

La falta de un sistema de saneamiento de aguas residuales contribuye al deterioro de ríos, quebradas y playas en la zona de estudio.

Los sistemas individuales se pueden seguir utilizando en la zona de Bahía Drake, siempre y cuando las condiciones de diseño y mantenimiento sean adecuadas. Es imperante prestar especial atención a las pruebas de infiltración y el tipo de suelo de la región.

En 2011, el agua fue clasificada como no potable por la presencia de coliformes fecales, en 2021 nuevamente se corrobora la presencia de coliformes, que pueden ser asociados a la cercanía de los pozos y tanques de toma de agua con la cercanía de los drenajes de los tanques sépticos. No existe diseño o reglamentación que se aplique en cuanto a los retiros que se deben de tener entre sistemas potables y sanitarios, así como clasificar como áreas de protección las zonas cercanas a las nacientes utilizadas para el consumo humano.

En el trabajo de campo, se evidencia un mal diseño y colocación de las tuberías sanitarias, no se cumple con la profundidad adecuada ni con losas de protección, lo que puede incurrir en el rompimiento de las tuberías y por ende el mal funcionamiento del sistema. Las aguas grises o jabonosas provenientes de lavatorios o sistemas de lavandería se dejan como escorrentía superficial sobre los terrenos, lo que puede provocar infiltración inadecuada y problemas de contaminación a los afluentes de agua cercanos. Los sistemas de lavandería direccionan las aguas jabonosas a nivel del suelo, dejando las aguas como escorrentía superficial sobre los terrenos, lo que puede provocar infiltración inadecuada y problemas de contaminación a los afluentes de agua cercanos.

Entre las características de la zona la Quebrada Mono corresponde a la zona con más cantidad de abonados, es decir la zona poblacional más densa de Agujitas. El suelo en Agujitas por su clasificación es de tipo ultisoles. Según sus características generales este tipo de suelos poseen una buena estructuración lo que hace que presenten un buen drenaje interno, pese a ser arcillosos. El crecimiento poblacional proyectado desde el año 2011 hasta el año 2025, (15 años), es de aproximadamente un 15 %.

Hay 121 abonados residenciales y 84 abonados comerciales, lo que representa el 59 % y 41 % respectivamente. El 29 % presentan un consumo alto. Esta tendencia puede verse influenciada por la pandemia Covid-19, ya que los usuarios residenciales se vieron afectados por el confinamiento impuesto por el Ministerio de Salud de Costa Rica y por el incremento en las medidas de higiene, lo que justificaría un alza en los consumos de usuarios residenciales. De los 84 abonados comerciales (41 %), el 29 % presenta un consumo bajo. Esto podría ser un indicativo de que las actividades comerciales cesaron, o están en pausa posiblemente por la pandemia. La disminución en los consumos promedio anuales en usuarios comerciales se puede inferir de que se disminuyeron las actividades turísticas, muchos comercios permanecieron cerrados y sin permiso de operación.

En los sectores de Petrona y la Playa es donde se ubican la mayoría de los abonados comerciales.

La zona con mayor cantidad de abonados de la ASADA es la Zona 1, catalogada así en la investigación

En la zona 1-A, los usuarios de mayor consumo se encuentran alejados uno de otro. Basados en imágenes espaciales dichos usuarios poseen suficiente área donde se pueden colocar áreas de biojardineras, para el manejo de las aguas grises generadas.

El usuario 125, quien es en el registro de la ASADA una persona física pareciera no poseer suficiente área para colocar sistemas sanitarios alternativos. Actualmente este usuario cuenta con tanque séptico, es importante verificar si el drenaje está diseñado de forma correcta, con la longitud de drenaje que se requiere, ya que las imágenes aéreas el área de la propiedad es pequeña.

En la Zona 1-B, los abonados se ubican en mayor cercanía, en estos casos sería interesante proponer un sistema de tratamiento de aguas de tipo comunal, tipo biojardineras.

El usuario número 38, según imágenes aéreas posee área suficiente para la implementación del sistema de biojardineras. Se debe dar mayor seguimiento y énfasis a los usuarios que cumplan con el requisito de caudal de aguas residuales significativos y área suficiente para implementación de otros sistemas.

En la zona 1-C, Se observa área trabajable para alternativas de manejo de aguas grises, principalmente en el número 55 y 56.

En la zona 2, el abonado número 76, abonado 156 de la asada, posee una actividad comercial de cabinas, y con un área de operación que permitiría colocar biojardineras para el manejo de las aguas grises. El número 71, abonado 106 de la asada, está registrado bajo persona física, por lo que se desconoce si realiza una actividad comercial, además su consumo fue alto en 2019, pero en los años posteriores no se considera significativo.

En la zona 3, no se ubican abonados de tipo comercial, además de que no corresponde al centro poblacional.



En la zona 4 los usuarios 164, 166 poseen suficiente área para colocar alternativas de tratamiento de aguas residuales. Los usuarios 161 y 162, están continuos por lo que podría ser una alternativa interesante de sistemas comunales.

## **4.2. Recomendaciones**

El proyecto centra su investigación en la zona de Agujitas, es importante extender el territorio, principalmente sería interesante evaluar las zonas cercanas a la costa, que correspondan a la Cuenca de Playa Colorada, las cuales pueden tener mayor influencia turística y mayor impacto ambiental.

Realizar estudios de suelos en la zona para verificar la infiltración y por ende la efectividad de los sistemas de tanque séptico. El tipo de suelo de la zona es determinante en la evaluación de los sistemas de aguas residuales a utilizar.

Analizar los usuarios que no son abastecidos por la ASADA, midiendo caudales promedio de consumo de nacientes.

Extender el periodo de recolección de datos del estudio, con un parámetro de 5 años como mínimo, ya que la emergencia nacional COVID-19 impactó los datos utilizados en esta investigación.

Analizar los cambios en el censo poblacional de 2022, donde se haga una proyección de crecimiento poblacional de Bahía Drake y un análisis de las situaciones socioeconómicas y actividades comerciales identificadas en el estudio poblacional.

Estudiar a la población no abastecida por la ASADA y mezclar los datos con los reportados por la ASADA, para saber si la tendencia de abonados residenciales y comerciales se mantiene de forma tan equitativa. 59 % y 41 %, respectivamente.

Analizar los datos de la ASADA, sin tomar en cuenta la influencia de los años 2020-2021, para verificar si las tendencias se mantienen y que repercusiones causó la pandemia de forma permanente.

Realizar mediciones de áreas y pendientes de los usuarios catalogados como comerciales, para verificar la efectividad de colocar sistemas de tratamiento tipo biojardineras.

Realizar estudios de suelo de forma aleatoria para estimar el nivel freático y las posibles afectaciones de la infiltración en los drenajes de los tanques sépticos.

Verificar que el 29 % de usuarios de tipo residencial con consumo alto (por encima de los 27 m<sup>3</sup>) efectivamente poseen actividades residenciales. De igual forma que el 29 % de los

usuarios comerciales que presentan un consumo bajo, (inferior a los  $27m^3$ ) continúan ejerciendo actividades comerciales.

Para los usuarios residenciales, se debe generar conciencia acerca de la importancia del mantenimiento de los sistemas de aguas residuales existentes. Principalmente tanques sépticos, incluso conectar a la comunidad con servicios de limpieza y mantenimiento de tanques que operen en la zona.

Educar a la población acerca de la importancia ambiental del mantenimiento del sistema de aguas residuales que posean, y la diferencia entre las aguas negras, grises y pluviales.

Mejorar controles por parte de las autoridades pertinentes para el diseño y construcción de los sistemas residuales utilizados en la zona de Bahía Drake.

La Municipalidad de Osa debe involucrarse de forma activa en los requerimientos de los sistemas sanitarios utilizados en la comunidad, realizar una verificación activa de los sistemas existentes utilizados, así como exigir que se cumpla con las normas de diseño de los sistemas en la solicitud de los permisos de construcción, y verificar que los diseños estén avalados por un profesional responsable.

La Municipalidad debería establecer criterios de separación o retiros mínimos entre los sistemas de aguas potables y residuales, que vayan acorde a la reglamentación empleada por AyA en Costa Rica.

Divulgar las prácticas de diseño y construcción apropiadas para sistemas de aguas residuales en la comunidad y resaltar la importancia de estos para mantener la zona libre de contaminación.

Se recomienda elaborar un plan regulador con especial atención en el distrito de Bahía Drake, que tiene características de turismo y desarrollo distintas al resto del cantón. Además de un plan de ordenamiento territorial que identifique las zonas con tipos de suelos característicos.

Dentro del plan regulador solicitar a los usuarios comerciales implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales dentro de sus proyectos, como biojardineras.

Se recomienda explorar entre las comunidades residenciales la utilización de sistemas tipo biojardineras comunales, lo mismo que para usuarios comerciales como hoteles,

principalmente en las zonas donde la infiltración del suelo no sea la adecuada para la utilización de tanque sépticos. Incluso esta iniciativa se puede ver como un atractivo turístico para una zona buscada por su riqueza natural.

Se recomienda valorar la implementación de un sistema sanitario colectivo por parte de las autoridades Municipales.

## REFERENCIAS

- ACEPESA. (2010). Manual para la construcción y mantenimiento de biojardineras. II Edición. Costa Rica
- Alianza por el agua. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Monográficos agua en Centroamérica.
- Angulo, J., & Román, M. (2013). Panorama socioeconómico de los cantones de Osa y Golfito; tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible. San José; Stanford University.
- AYA. (2017). Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), publicada en La Gaceta en 2017
- Barquero, R. (2021). Propuesta de mejora para los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en sectores no abastecidos por el acueducto en Bahía Drake de Osa, Puntarenas. Universidad de Costa Rica. San José. Costa Rica
- Castillo G. (2021). Evaluación de riesgos de contaminación relativos a los cuerpos de agua superficial en la subcuenca del río Agujas y la subcuenca de las quebradas de playa Colorada en Bahía Drake de Osa, Puntarenas". San José, Costa Rica.
- Colegio Federado de Ingenieros y arquitectos. (2017)., Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Costa Rica.
- Constitución Política de Costa Rica (1949). Artículo 50. Costa Rica
- Dayna, Y. (2002). Manual de diseño: Humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por Biofiltración. Bren School of Environmental Science and Management, University of California, Santa Barbara. USA
- DI. Salud, O.P. (2005). Guía para el diseño de tanque sépticos, tanques Imhoff y lagunas de estabilización. Lima.

- Dirección General de Calidad Ambiental. (2010). Guía de evaluación de riesgos ambientales. Lima, Perú: Ministerio de Ambiente.
- EcoInventos. (2021). Biojardineras que permiten reutilizar las aguas grises o jabonosas para fines domésticos. San José, Costa Rica. Recuperado el 02 de febrero de 2022, de [www.ecoinventos.com/biojardineras](http://www.ecoinventos.com/biojardineras)
- Fallas Yamashita, V. (2014). Evaluación, caracterización de fuentes de agua y proyecciones del sistema de abastecimiento de agua de Agujitas, Cantón de Osa. Escuela de Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico de Costa Rica: Cartago.
- Índice de desempeño ambiental (EPI). (2022) San José, Costa Rica. Recuperado el 28 de marzo de 2023 , de [www.epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi](http://www.epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi)
- INEC. (2011). Censo de población de Costa Rica del 2011. Costa Rica: INEC
- Instituto de Desarrollo Rural. (2017). Plan Nacional de Desarrollo Territorial 2017-2022. San José: Instituto de Desarrollo Rural
- J. Glynn Henry, Gary W. Heinke (1999). Ingeniería Ambiental. México: Prentice Hall.
- Ley General de Salud N.º 5395. (1974). Gaceta N.º 222 del 24/11/1973, Alcance: 172. Recuperado el 15 de marzo de 2022, de <https://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/LEY%205395%20GENERAL%20DE%20SALUD.pdf>
- LIVENNAIS, J. (2009). Caracterización de las fuentes de contaminación de las aguas litorales de la playa Colorada, Bahía Drake, Península de Osa, Costa Rica. San Pedro, San José: Universidad de Costa Rica.
- Metcalf&Eddy (2000). Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill. Inc.
- MINAE. (2007). Reglamento de vertido y Reúso de Aguas Residuales. Poder ejecutivo. La Gaceta 55.

- Minae, Ministerio de Salud y AyA. (2016). Política Nacional de Saneamiento en aguas residuales, Costa Rica
- Municipalidad de Osa. (2021). Reglamento de zonificación de uso del suelo de OSA. Osa, Puntarenas. Oficina Subregional Osa. (2016). Caracterización del territorio Península de Osa. San José: INDER.
- Olabbarri, J. P. (2011). Plan de mejora de los abastecimientos de agua comunitarios del cantón de Osa . Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Organización Mundial de la Salud. (2022)
- Orozco-Gutiérrez, J. (2019). Clasificación de potenciales fuentes de abastecimiento subterráneas y subsuperficiales en Costa Rica. San José: Laboratorio Nacional de Aguas.
- Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. La Gaceta (N.º 179).. (2016). San José, San José, Costa Rica Recuperado el 02 de agosto de 2021, de [www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/REGLAMENTO%20DE%20APROBACION%20Y%20OPERACION%20DE%20SISTEMAS%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES.pdf](http://www.aya.go.cr/ASADAS/Leyes%20y%20reglamentos/REGLAMENTO%20DE%20APROBACION%20Y%20OPERACION%20DE%20SISTEMAS%20DE%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUAS%20RESIDUALES.pdf)
- Reglamento de zonificación de uso de suelo de Osa. (s.f.). Municipalidad de Osa. Osa, Puntarenas.
- Rosales, E. (2014). Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. Editorial Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- SNIT. (2020). Obtenido de Sistema Nacional de Información Territorial: [www.snitcr.go.cr/](http://www.snitcr.go.cr/)
- Soto, B. (2017). Red y planta de tratamiento de aguas residuales en Agujitas, Bahía Drake (Costa Rica) y procedimientos técnico-administrativos para la gestión del agua. Universidad Politécnica de Madrid.
- Yamashita, V. (2014). Evaluación, caracterización de fuentes de agua y proyecciones del sistema de abastecimiento de aguas de Agujitas, Cantón de Osa. Cartago: Tecnológico de Costa Rica.

- Zúñiga, V., Quesada, R., (2020). Plan de acción para el saneamiento de las aguas residuales domésticas del cantón de San Pablo de la provincia de Heredia. Instituto Centroamericano de Administración Pública. ICAP



## **Anexo 1.** Ubicación de la zona de Agujitas

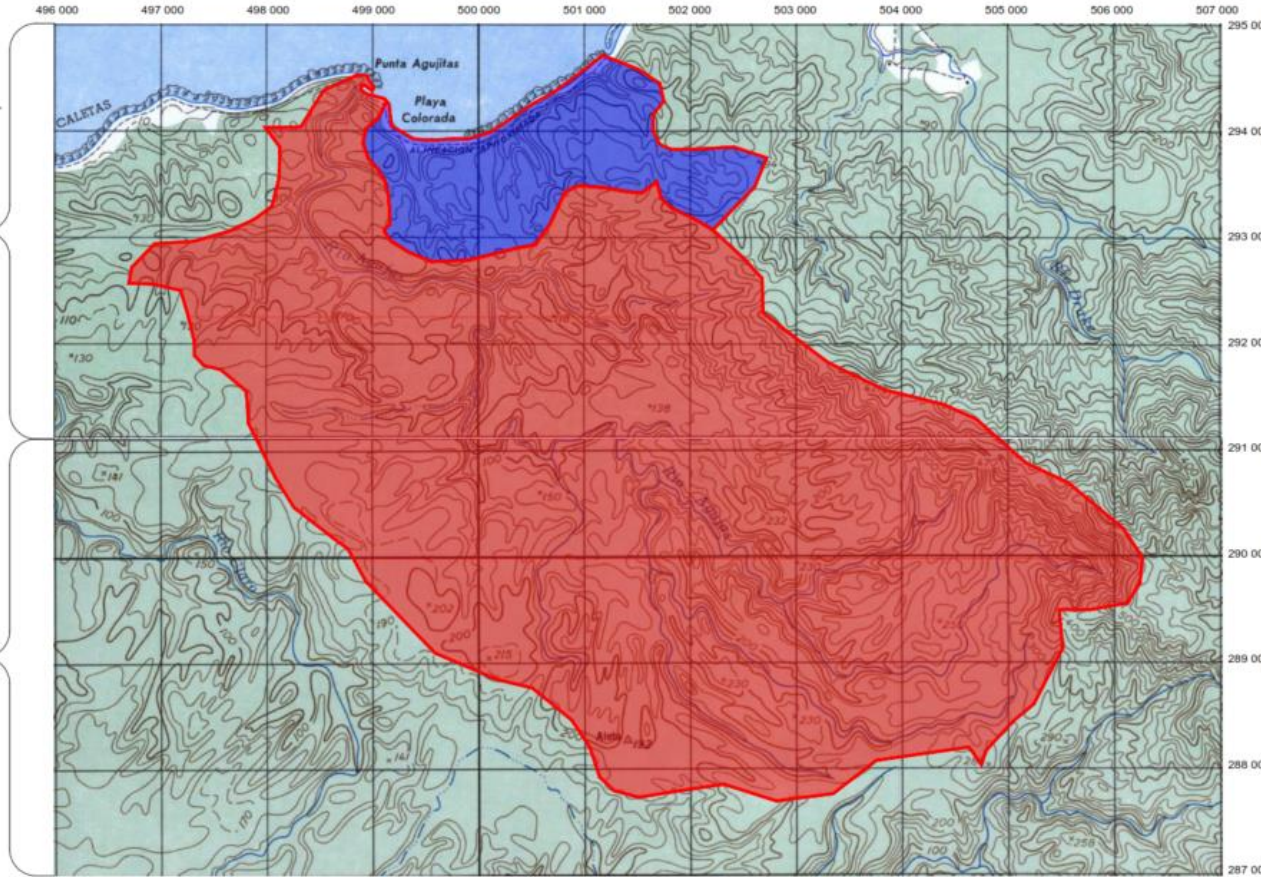
# MAPA DE UBICACIÓN DE ZONAS DE AGUJITAS

# SIMBOLOGÍA



HOJA  
CARTOGRÁFICA  
SIERPE

HOJA  
CARTOGRÁFICA  
LLORONA

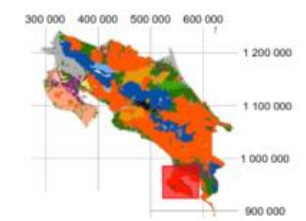


	LINEA DE DELIMITACIÓN DE ÁREA
	CUENCA RIO AGUJAS
	CUENCA QUEBRADA PLAYA COLORADA



HOJAS CARTOGRÁFICAS SIERPE Y LLORONA  
PROYECCIÓN LAMBERT SUR  
ESCALA 1:50 000  
ESCALA AUMENTADA A ESCALA 1:20 000

UBICADO EN:  
DISTRITO: BAHÍA DRAKE  
CANTÓN: OSA  
PROVINCIA: PUNTARENAS



UBICACIÓN DE ZONA EN MAPA DE  
COSTA RICA  
PROYECCIÓN CRTM05  
ESCALA 1: 4 000 000

PROYECCIÓN CRTM05  
CUADRÍCULA 1km x 1km

ELABORADO POR: FERNANDEZ, C. 2023



**Anexo 3.** Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 1



# MAPA DE UBICACIÓN DE COORDENADAS ZONA 1



# SIMBOLOGÍA

● 51 COORDENADA

TABLA DE COORDENADAS				TABLA DE COORDENADAS			
Cantidad	Numero	Este (m)	Norte (m)	Cantidad	Numero	Este (m)	Norte (m)
007	40	536765.54710944	960655.01207762	43	39	536804.463103847	960655.01207762
008	40	536766.485372552	960646.1704442943	44	39	536805.555103247	960655.01207762
009	37	536767.2124817649	960634.4730644110	45	35	536807.17730321346	960655.01207762
010	46	536768.1599591071	960633.1132300928	46	36	536808.300300033	960655.01207762
011	46	536769.714574602	960632.4354038040	47	37	536809.57642057608	960655.01207762
012	40	536770.47937411	960632.011940079	48	38	536810.2030424927	960655.01207762
013	30	536771.461420966	960631.048917011	49	35	536811.481304141	960655.01207762
014	30	536772.465473847	960630.8045018853	50	40	536812.0248622107	960655.01207762
015	40	536773.507393136	960630.406643066	51	41	536813.0489114202	960655.01207762
016	30	536774.512467676	960630.1821848002	52	40	536814.051322844	960655.01207762
017	40	536775.51226638	960629.1777032381	53	43	536815.477668813	960655.01207762
018	40	536776.487661789	960628.1401022389	54	43	536816.1030824176	960655.01207762
019	30	536777.426647036	960627.160571847	55	44	536817.1443822147	960655.01207762
020	40	536778.407227044	960626.1408140273	56	45	536818.408778124	960655.01207762
021	40	536779.1207064070	960625.7121204088	57	46	536819.176073846	960655.01207762
022	110	536780.8043848404	960624.0879440349	58	40	536820.103301217	960655.01207762
023	111	536781.2062789151	960623.709805441	59	47	536821.2521008012	960655.01207762
024	112	536781.4761648007	960623.2122108916	60	46	536822.024468811	960655.01207762
025	113	536782.407182323	960622.4805315014	61	46	536823.074107795	960655.01207762
026	114	536783.202271605	960621.4982218023	62	50	536824.5483244138	960655.01207762
027	115	536784.0604940479	960620.4539612786	63	50	536825.1121486712	960655.01207762
028	116	536784.9158277302	960619.1244174046	64	53	536826.888368212	960655.01207762
029	117	536785.7690517191	960617.867611281	65	52	536827.7486448911	960655.01207762
030	118	536786.6208848053	960616.6225730512	66	53	536828.4811381925	960655.01207762
031	119	536787.4749178103	960615.181778304	67	56	536829.1110471017	960655.01207762
032	120	536788.3210478151	960613.881707119	68	53	536830.084048144	960655.01207762
033	121	536789.167178103	960612.16178304	69	56	536831.1134488102	960655.01207762
034	122	536790.0102218051	960610.7498033720	70	57	536832.02308102	960655.01207762
035	123	536790.8538234827	960609.1908033720	71	58	536833.004048144	960655.01207762
036	124	536791.710484807	960607.1000518986	72	58	536834.02308102	960655.01207762
037	125	536792.5632021881	960605.791227805	73	60	536835.02308102	960655.01207762
038	126	536793.41618304	960604.4401740076	74	61	536836.02308102	960655.01207762
039	127	536794.26910403	960603.1870440404	75	62	536837.02308102	960655.01207762
040	128	536795.1220250403	960602.1117604742	76	63	536838.02308102	960655.01207762
041	129	536795.9751041	960601.438604762	77	63	536839.02308102	960655.01207762
042	130	536796.828024031	960600.1406440699	78	63	536840.02308102	960655.01207762
043	131	536797.680943000	960598.740803804	79	63	536841.02308102	960655.01207762
044	132	536798.533862079	960597.176780611	80	63	536842.02308102	960655.01207762
045	133	536799.386781067	960595.72718037	81	63	536843.02308102	960655.01207762
046	134	536800.239700055	960594.25510985	82	63	536844.02308102	960655.01207762
047	135	536800.982619043	960592.76608446	83	63	536845.02308102	960655.01207762
048	136	536801.735538032	960591.25510985	84	63	536846.02308102	960655.01207762
049	137	536802.488457020	960589.72608446	85	63	536847.02308102	960655.01207762
050	138	536803.241376009	960588.176780611	86	63	536848.02308102	960655.01207762
051	139	536804.004295000	960586.607803804	87	63	536849.02308102	960655.01207762
052	140	536804.767214000	960585.018803804	88	63	536850.02308102	960655.01207762
053	141	536805.530133000	960583.410803804	89	63	536851.02308102	960655.01207762
054	142	536806.293052000	960581.782803804	90	63	536852.02308102	960655.01207762
055	143	536807.055971000	960580.134803804	91	63	536853.02308102	960655.01207762
056	144	536807.820090000	960578.466803804	92	63	536854.02308102	960655.01207762
057	145	536808.584209000	960576.778803804	93	63	536855.02308102	960655.01207762
058	146	536809.348328000	960575.070803804	94	63	536856.02308102	960655.01207762
059	147	536810.112447000	960573.342803804	95	63	536857.02308102	960655.01207762
060	148	536810.876566000	960571.594803804	96	63	536858.02308102	960655.01207762
061	149	536811.640685000	960569.826803804	97	63	536859.02308102	960655.01207762
062	150	536812.404804000	960568.038803804	98	63	536860.02308102	960655.01207762
063	151	536813.168923000	960566.230803804	99	63	536861.02308102	960655.01207762
064	152	536813.926942000	960564.402803804	100	63	536862.02308102	960655.01207762
065	153	536814.685061000	960562.554803804	101	63	536863.02308102	960655.01207762
066	154	536815.443180000	960560.686803804	102	63	536864	

**Anexo 4.** Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 2

# MAPA DE UBICACIÓN DE COORDENADAS ZONA 2

## SIMBOLOGÍA



 51	COORDENADA
--	------------

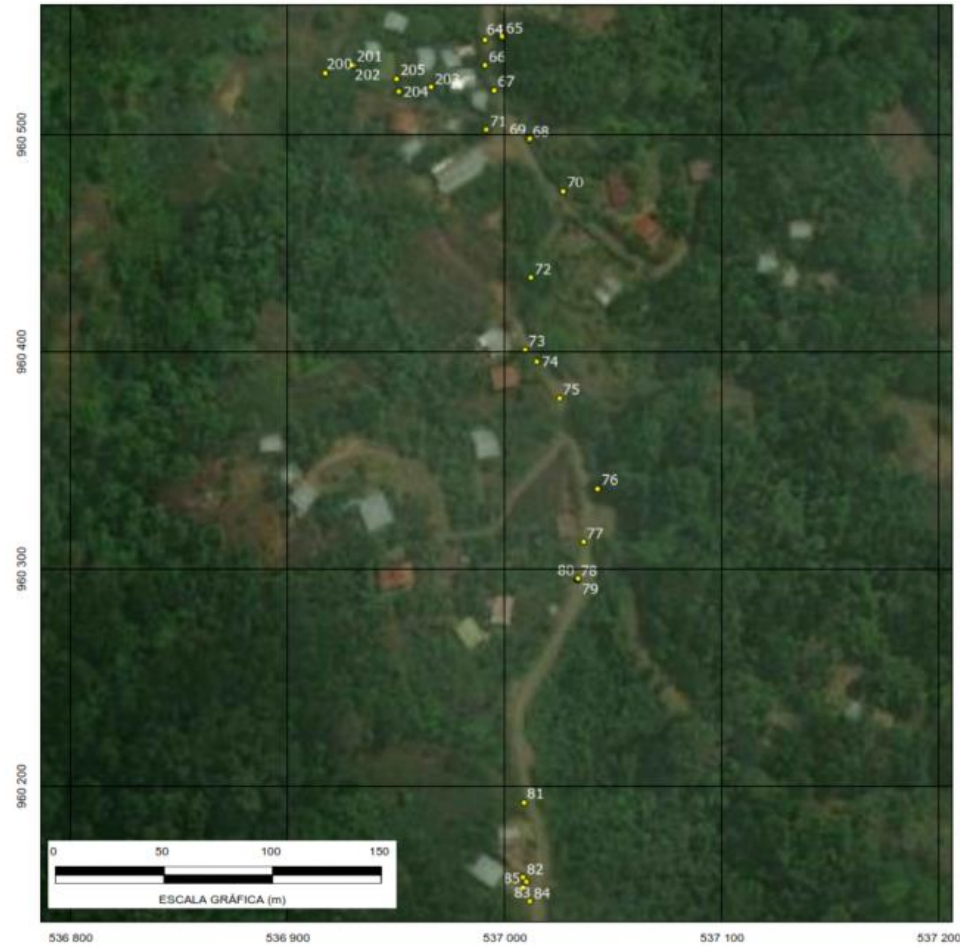
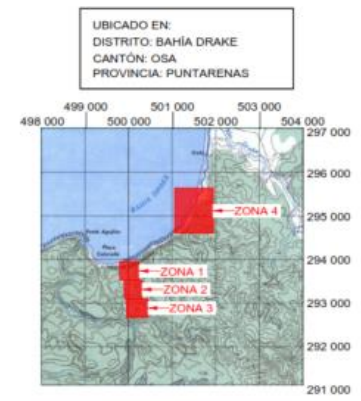


Tabla de coordenadas

Cantidad	Número	Este (m)	Norte (m)
70	64	536800.00000000	960470.00000000
71	65	536800.00000000	960480.00000000
72	66	536800.00000000	960490.00000000
73	67	536800.00000000	960500.00000000
74	68	536800.00000000	960510.00000000
75	69	536800.00000000	960520.00000000
76	70	536800.00000000	960530.00000000
77	71	536800.00000000	960540.00000000
78	72	536800.00000000	960550.00000000
79	73	536800.00000000	960560.00000000
80	74	536800.00000000	960570.00000000
81	75	536800.00000000	960580.00000000
82	76	536800.00000000	960590.00000000
83	77	536800.00000000	960600.00000000
84	78	536800.00000000	960610.00000000
85	79	536800.00000000	960620.00000000
86	80	536800.00000000	960630.00000000
87	81	536800.00000000	960640.00000000
88	82	536800.00000000	960650.00000000
89	83	536800.00000000	960660.00000000
90	84	536800.00000000	960670.00000000



UBICACIÓN DE ZONAS DE COORDENADAS  
HOJAS CARTOGRÁFICAS SIERPE  
PROYECCIÓN LAMBERT SUR  
ESCALA 1:50 000

PROYECCIÓN CRTM05  
CUADRÍCULA 100m x 100m

ELABORADO POR: FERNANDEZ, C. 2023

**Anexo 5.** Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 3





**Anexo 6.** Ubicación de las coordenadas de las zonas de estudio. Zona 4

## MAPA DE UBICACIÓN DE COORDENADAS ZONA 4

## SIMBOLOGÍA



51	COORDENADA
----	------------

TABLA DE COORDENADAS			
Cantidad	Nombre	Este (m)	Norte (m)
0	160	538067.30	961671.32
1	161	538119.73	961705.27
2	162	538105.24	961703.60
3	164	538670.86	961887.90
4	165	538670.86	961887.90
5	166	538550.63	961799.30
6	167	538670.86	961887.90
7	168	538403.67	961859.07
8	169	538397.61	961863.49
9	170	538402.16	961901.09
10	171	538379.72	961971.30
11	172	538375.88	961968.16
12	173	538534.91	962327.36
13	174	538532.53	962328.46
14	178	538615.12	962460.88
15	180	538631.78	962493.15
16	182	538635.36	962580.15
17	183	538663.95	962608.38
18	185	538689.05	962630.52

UBICADO EN:  
DISTRITO: BAHÍA DRAKE  
CANTÓN: OSA  
PROVINCIA: PUNTARENAS



UBICACIÓN DE ZONAS DE COORDENADAS  
HOJAS CARTOGRÁFICAS SIERPE  
PROYECCIÓN LAMBERT SUR  
ESCALA 1:50 000

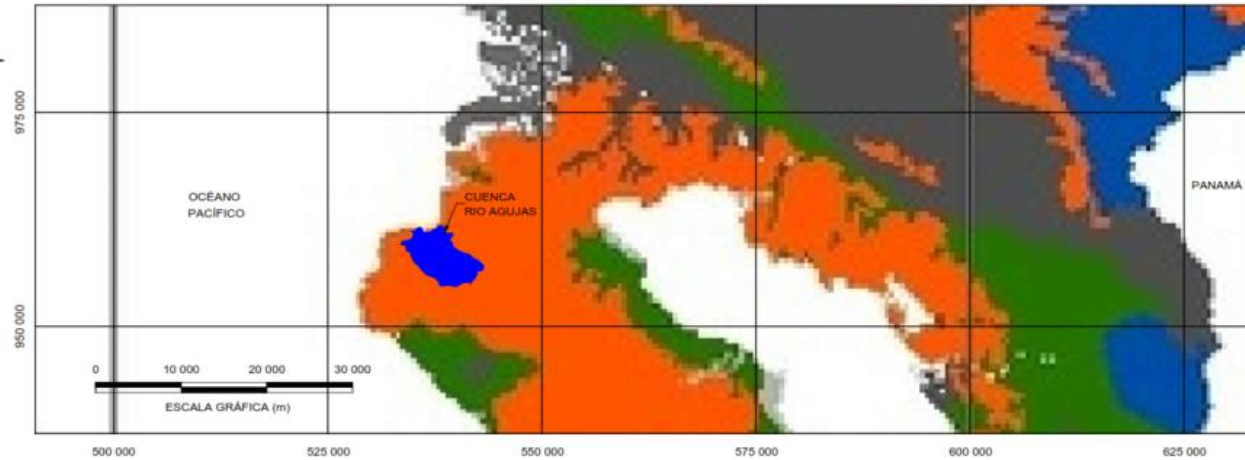
PROYECCIÓN CRTM05  
CUADRICULA 200m x 200m

ELABORADO POR: FERNANDEZ, C. 2023

**Anexo 7.** Clasificación de Uso de suelos en la zona de estudio.

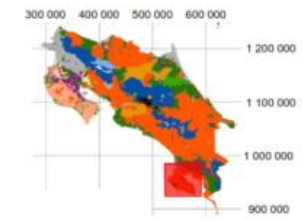
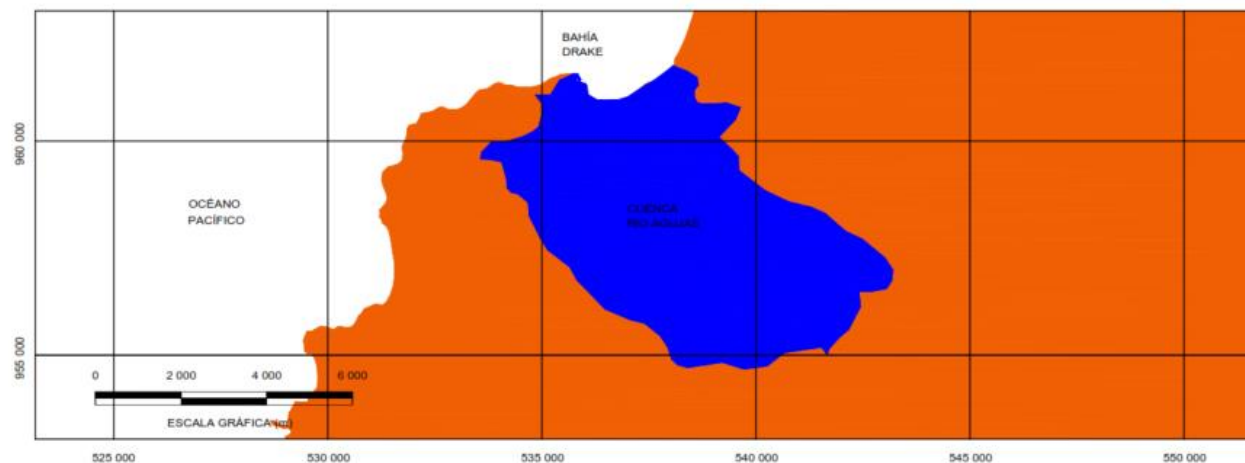
# MAPA DE UBICACIÓN DE CUENCA RIO AGUJAS EN USO DE SUELOS

# SIMBOLOGÍA



- ALFISOLES
- ALFISOLES / ENTISOLES
- ALFISOLES / INCEPTISOLES
- ANDISOLES
- ANDISOLES / ULTISOLES
- ENTISOLES
- ENTISOLES / ANDISOLES
- ENTISOLES / HISTOSOLES
- ENTISOLES / INCEPTISOLES
- ESPODOSOLES
- HISTOSOLES
- INCEPTISOLES
- INCEPTISOLES / ANDISOLES
- LAGO
- MOLUSOLES
- MOLUSOLES / ALFISOLES
- MOLUSOLES / INCEPTISOLES
- ULTISOLES
- ULTISOLES / INCEPTISOLES
- URBANO
- VERTISOLES

UBICADO EN:  
 DISTRITO: BAHÍA DRAKE  
 CANTÓN: OSA  
 PROVINCIA: PUNTARENAS



UBICACIÓN DE ZONA EN MAPA DE  
 COSTA RICA  
 PROYECCIÓN CRTM05  
 ESCALA 1: 4 000 000

PROYECCIÓN CRTM05  
 CUADRÍCULA 2.5km x 2.5km

ELABORADO POR: FERNANDEZ, C. 2023



**Anexo 8.** Datos de la ASADA Potables con análisis de Caudal promedio

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
96	Margarita	Residencial	212	3-102-747529 S.R.L.	14,08	0,00	17,58	9,50
147	Don Carmen	Comercial	122	3101689060 S.A.	22,17	40,25	3,25	3,50
127	Parque Jaguares	Residencial	16	ADIEL BANEGAS DE LA O	13,50	18,42	16,42	14,00
158	Don Carmen	Residencial	165	ALBERTO GÓMEZ	9,58	5,42	3,25	3,00
22	Centro	Residencial	12	ALBERTO LEDEZMA GUTIÉRREZ	15,58	6,50	3,50	7,00
56	Centro	Comercial	149	ALEXANDER CASTRO	30,67	32,92	35,92	30,50
1	Centro	Residencial	86	ALEXANDER JIMÉNEZ ROJAS	177,25	149,00	47,75	59,00
169	Petrona	Comercial	143	ALEXIS ZAMBRANA	29,58	10,67	19,75	10,50
132	Parque Jaguares	Residencial	124	AMADA ROJAS QUESADA	23,00	9,33	8,00	10,50
142	Don Carmen	Residencial	189	ANA MARÍA SEGURA ZAMORA	8,25	12,08	5,83	10,00
46	Centro	Comercial	198	ANALIVE SALAZAR ALPIZAR (BAHÍA AZUL)	48,75	49,17	20,75	60,50
81	Centro	Residencial	197	ANDREY JIMÉNEZ MORALES	14,00	13,67	18,25	11,00
72	Centro	Comercial	119	ANNIA JIMÉNEZ PEREZ	25,58	25,42	21,08	27,50
188	Petrona	Residencial	91	ANTONIO FERNÁNDEZ ARAYA	3,25	4,83	11,50	9,50
196	Petrona	Comercial	191	ANTONIO FERNÁNDEZ LIDIA	31,42	25,08	26,17	19,00
163	Petrona	Comercial	190	ANTONIO VEGA GONZÁLEZ	13,08	28,92	2,92	0,00
172	Petrona	Residencial	42	ARTURO ROJAS	16,58	4,50	11,25	14,00
140	Don Carmen	Comercial	19	ASDRÚBAL MORA JIMÉNEZ (JAVIER MORA)	22,58	36,83	13,58	32,00
157	Don Carmen	Comercial	92	AURELIO PEREZ MENDOZA (PLAYA)	28,83	26,42	21,58	9,50
190	Petrona	Residencial	166	BELLANIRA FERNÁNDEZ	44,00	40,33	25,08	21,00
28	Centro	Comercial	13	BUNGALOWS HERMOSA SONRISA #1	14,25	23,25	14,42	29,50
29	Centro	Comercial	40	BUNGALOWS HERMOSA SONRISA S.A	9,17	11,50	6,92	9,00
201	Frente Iglesia Bautista	Comercial	78	CARLOS BEJARANO SUASO (APARTAMENTOS)	18,67	19,92	18,42	10,50
64	Centro	Residencial	104	CARLOS OVARES	25,08	18,00	13,50	18,00

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
166	Petrona	Comercial	59	CARLOS RODRÍGUEZ LEZAMA	2,42	7,58	39,33	34,50
x	Desconocido	Residencial	226	CARLOS RODRÍGUEZ LEZAMA DOS	0,00	0,00	0,00	1,50
39	Centro	Residencial	87	CARLOS SANTAMARÍA MORALES	73,67	102,25	40,42	101,00
138	Don Carmen	Comercial	4	CORCOVADO AND DRAKE VACATIONS S.A.	153,58	0,00	47,17	60,00
136	Don Carmen	Comercial	154	CORCOVADO AND DRAKE VACATIONS S.A. (CASA)	73,08	0,00	33,33	22,00
192	Petrona	Comercial	220	CONST. CASTILLO Y ZAMORA S.A.	0,00	32,83	4,50	0,00
20	Centro	Residencial	56	DAISY ROJAS GONZÁLEZ	24,67	21,75	23,58	24,00
41	Centro	Comercial	107	DANIEL CORDERO (PULPERÍA)	28,33	18,67	27,42	24,50
57	Centro	Residencial	221	DANIEL QUIRÓS	0,00	0,67	0,83	0,00
17	Playa	Comercial	213	DELEGACIÓN POLICIAL DRAKE	47,50	59,00	54,75	69,00
88	Centro	Residencial	209	DEYANIRA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ	3,67	0,75	5,58	6,00
69	Centro	Residencial	192	DEYLIN LEDEZMA JIMÉNEZ	10,08	9,42	7,50	0,00
92	Centro	Residencial	111	DIDIER PORRAS AMAYA	19,83	13,92	13,33	22,00
123	Parque Jaguares	Comercial	128	DRAKE BRISAS DEL MAR S.A	16,08	9,67	12,92	8,00
3	Playa	Comercial	101	EBAIS DRAKE	9,25	11,58	18,17	8,00
185	Petrona	Comercial	38	EDITH FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	59,00	77,33	41,67	77,50
183	Petrona	Residencial	135	EDWIN NUÑEZ	49,42	46,75	64,83	37,00
191	Petrona	Comercial	18	EL CIELO S.A	22,08	25,00	20,42	21,00
11	Playa	Residencial	144	ELIA GONZÁLEZ GONZÁLEZ	37,58	43,50	28,83	13,00
70	Centro	Residencial	77	ELIECER LEDEZMA MÉNDEZ	52,42	45,25	35,17	40,00
89	Centro	Residencial	222	ELIGIO CASTRO CÉSPEDES	0,00	1,17	19,42	20,50
113	Mariposa	Residencial	68	ELIZA MENDOZA ROJAS	119,25	74,67	52,08	4,00
6	Playa	Comercial	72	EMILCE MURILLO PALMA	35,08	26,50	11,27	11,50
7	Playa	Residencial	70	EMILCE MURILLO PALMA (ALQUILER)	9,92	3,83	7,08	5,00
8	Playa	Residencial	142	EMILCE MURILLO PALMA (DOÑA LUZ)	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Playa	Residencial	155	EMILIANO CAMBRONERO MUR. (CASA)	34,08	33,33	23,00	0,00

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
12	Playa	Comercial	71	EMILIANO CAMBRONERO MURILLO (SODA)	27,25	474,17	25,25	22,00
21	Centro	Residencial	43	EMILIANO GONZÁLEZ GONZÁLEZ	55,17	19,08	21,58	45,00
125	Parque Jaguares	Comercial	105	EMILIO GONZALES CASTRO	96,58	97,08	82,67	72,00
73	Centro	Residencial	150	ERICK GONZÁLEZ CASTRO	30,75	47,75	28,75	43,00
130	Parque Jaguares	Residencial	205	ERMINIA BLANDÓN JAZMÍN	8,83	7,67	6,50	4,50
128	Parque Jaguares	Residencial	206	ERMINIA BLANDÓN CASA	27,50	39,67	19,00	25,00
129	Parque Jaguares	Residencial	204	ERMINIA BLANDÓN...EIRON	10,67	9,75	1,08	0,00
194	Petrona	Comercial	173	ESMERALDA RODRÍGUEZ	10,75	43,83	17,00	9,50
174	Petrona	Residencial	125	EZEQUIEL AMAYA	5,58	18,25	43,00	30,50
122	Mariposa	Residencial	15	FANNIA JIMÉNEZ	38,75	40,50	29,67	47,50
126	Parque Jaguares	Comercial	9	FELIX MOSQUERA RIVERA (CABINAS)	136,17	137,50	78,50	139,00
193	Petrona	Comercial	194	FERNANDO CHAVEZ -RESTAURANTE	18,33	34,50	26,75	70,50
117	Mariposa	Comercial	186	FLORA TORRES BLANDÓN CABINAS	22,83	29,25	13,50	0,00
203	Frente Iglesia Bautista	Residencial	132	FLORIBEL CALVO CALVO	10,83	16,08	5,42	0,00
118	Mariposa	Comercial	26	FRANCISCO SEGURA ZAMORA MARITA	13,50	2,75	19,25	31,50
59	Centro	Comercial	207	FRANKLIN ARAYA HERNÁNDEZ (CABINAS).	16,67	15,67	8,92	24,00
60	Centro	Residencial	109	FRANKLIN ARAYA HERNÁNDEZ (CASA)	62,67	62,33	69,25	77,50
9	Playa	Comercial	145	FUNDACIÓN CORCOVADO	3,17	12,08	2,25	1,00
14	Playa	Residencial	99	GEOVANNY MORA SEGURA (PLAYA)	22,33	0,00	19,25	27,00
144	Don Carmen	Residencial	55	GEOVANNY MORA SEGURA	24,42	24,67	17,00	24,50
110	Mariposa	Comercial	131	GILBERTO MENDOZA ROJAS	26,00	34,42	10,67	24,00
152	Don Carmen	Residencial	54	GRISEL VARGAS ACOSTA	8,33	52,92	51,17	41,00
52	Centro	Residencial	63	HENAR CÉSPEDES PEREZ	11,92	14,33	5,83	7,00



#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
141	Don Carmen	Residencial	46	HENRY MORA SEGURA	44,33	58,58	43,67	44,50
111	Mariposa	Residencial	152	HILDA MENDOZA ROJAS	13,25	20,67	53,92	67,50
164	Petrona	Comercial	138	HOTEL TRANQUILO	66,58	150,17	86,58	9,00
26	Centro	Comercial	218	HUBER MURILLO (DAGO)	3,50	26,58	27,25	25,50
102	Margarita	Residencial	199	HUBERTH MURILLO PALMA	6,17	5,00	0,75	1,00
68	Centro	Comercial	171	HUBERTH MURILLO CASTRO (FERRETERÍA)	15,67	20,83	10,33	13,50
200	Frente Iglesia Bautista	Residencial	187	HUBERTH MURILLO CASTRO (CASA)	28,83	26,83	25,00	32,00
24	Centro	Comercial	17	HUBERTH MURILLO PALMA (CABINAS MURILLO)	27,92	21,42	18,33	49,00
25	Centro	Residencial	115	HUBERTH MURILLO PALMA (CASA)	122,17	75,42	45,25	4,50
63	Centro	Comercial	33	IGLESIA BAUTISTA	32,58	13,42	5,50	8,00
15	Playa	Comercial	84	IGLESIA CATÓLICA	2,25	2,50	0,92	0,00
33	Centro	Comercial	137	IGLESIA CRISTIANA (CASA PASTORAL)	28,17	28,42	19,58	9,50
35	Centro	Comercial	95	IGLESIA CRISTIANA ASAMBLEAS DE DIOS	45,92	6,33	0,83	0,00
189	Petrona	Comercial	225	INGRIS LILLIANA MURILLO FERNÁNDEZ	0,00	0,00	8,42	32,50
43	Centro	Residencial	167	ISAAC CORDERO	76,58	102,25	29,75	61,50
161	Petrona	Comercial	30	JENLA DE COSTARICA S.A	35,58	101,08	35,17	76,50
162	Petrona	Comercial	148	JENLA DE COSTARICA S.A #2	166,00	113,42	32,33	44,50
75	Centro	Residencial	5	JENNY ATENCIO FONSECA	17,92	19,08	17,50	20,50
36	Centro	Comercial	41	JENNY SABINE BLANDÓN	48,67	54,17	25,00	24,00
95	Margarita	Comercial	162	JENNY SEGURA ARGUIJO	37,08	22,58	5,58	0,00
197	Frente Iglesia Bautista	Residencial	216	JENNYFER RODRÍGUEZ MORA	3,00	21,50	21,67	21,50
77	Centro	Residencial	127	JESSICA ANCHÍA	25,42	17,92	18,58	11,50
93	Centro	Residencial	163	JORGE SOTO	6,17	15,75	9,25	15,50
108	Margarita	Residencial	116	JOSE ARNOLDO SAMUDIO QUINTERO	30,17	28,67	36,33	32,00
181	Petrona	Comercial	120	JOSE LUIS ORTIZ	15,00	8,08	30,17	26,00

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
178	Petrona	Residencial	134	JOSE NEMESIO. (COLOMBIANO)	66,25	56,33	52,00	47,50
4	Playa	Residencial	183	JUAN CARLOS CEDEÑO MONTERO	47,92	53,00	58,17	47,00
165	Petrona	Comercial	11	JULIO DANIEL RODRIGUEZ PORRAS	20,75	15,42	33,42	24,00
19	Centro	Comercial	24	JULIO MORA JIMENEZ (PULPERIA)	35,83	17,08	19,25	27,00
10	Playa	Comercial	108	JUNTA DE EDUCACION ESCUELA BAHIA DRAKE	69,58	101,00	24,58	56,50
58	Centro	Residencial	76	KATHIA MORALES CÉSPEDES	34,08	38,92	32,67	32,00
134	Don Carmen	Residencial	8	KENNETH MORA INQUILINOS	71,17	57,50	65,75	27,00
133	Don Carmen	Residencial	161	KENNETH MORA MENDOZA	68,33	56,42	39,17	56,50
91	Centro	Residencial	61	LESLY MENDOZA ORTIZ	34,92	7,58	29,08	26,50
153	Don Carmen	Residencial	62	LAURA VARGAS	35,17	42,25	30,92	35,50
171	Petrona	Comercial	44	LILIAN JIMENEZ VENEGAS	26,50	54,25	20,33	9,50
170	Petrona	Residencial	201	LILIAN JIMENEZ VENEGAS (ANGIE)	17,75	15,08	11,25	15,00
50	Centro	Residencial	180	LISBETH FERNANDEZ DIAS	0,25	1,25	0,00	0,00
76	Centro	Comercial	156	LUCIA CAMPOS (CABINAS)	54,67	86,83	20,83	30,50
175	Petrona	Residencial	195	LUCIA CAMPOS	0,00	0,00	0,00	0,00
82	Centro	Residencial	200	LUIS EDUARDO ACUÑA GARCIA	27,33	56,42	41,17	54,50
139	Don Carmen	Residencial	57	LUZ JIMENEZ	7,50	11,50	15,83	18,50
115	Mariposa	Residencial	73	LUZ MARIA TÓRRES BLANDÓN	49,25	41,50	37,17	50,00
148	Don Carmen	Residencial	65	MAINOR MORALES MURILLO	38,17	45,67	38,33	46,00
145	Don Carmen	Residencial	89	MANUEL ALVARADO MORA	3,33	27,75	3,42	28,00
99	Margarita	Residencial	28	MANUEL CARAVACA GUADAMÚZ	30,17	31,17	28,50	20,00
18	Centro	Residencial	164	MARIA CRISTINA GARRO SALAZAR	66,92	97,00	69,67	122,50
120	Mariposa	Residencial	158	MARIA DOLORES FONSECA (VINCENT)	22,25	5,17	7,83	7,00
121	Mariposa	Residencial	136	MARIA DOLORES FONSECA VIQUEZ	16,00	17,83	15,08	10,00
78	Centro	Residencial	123	MARIA GUIDO ARGUIJO	15,00	18,25	15,42	15,00
176	Petrona	Residencial	80	MARIA LARA	25,17	22,25	16,25	20,50
179	Petrona	Residencial	39	MARIA VICTORIA WOLLIS ALQUILER	9,50	10,17	14,25	3,50

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
180	Petrona	Comercial	31	MARIA VICTORIA WOLLIS-CASA	7,33	41,83	6,42	0,00
103	Margarita	Residencial	23	MARIELOS PIZARRO TREJOS	71,58	114,92	62,58	101,00
105	Margarita	Residencial	98	MARIO ROJAS - KAREN	85,67	19,75	62,67	14,00
104	Margarita	Comercial	172	MARIO ROJAS - LIZANIAS	24,75	0,00	1,00	54,00
106	Margarita	Comercial	121	MARIO ROJAS, HOTEL MARGARITA	62,92	14,67	111,50	70,00
131	Parque Jaguares	Comercial	96	MARIO SEBASTIÁN ZÚÑIGA (CASA)	26,50	27,58	22,33	23,00
109	Margarita	Residencial	178	MARIO SEBASTIAN ZUNIGA 2	0,92	0,08	0,42	0,00
98	Margarita	Comercial	217	MARLENY CASTRO (CLINICA)	0,42	3,17	3,58	1,50
100	Margarita	Residencial	219	MARLENY CASTRO (CASA)	0,00	19,50	3,25	16,00
101	Margarita	Residencial	215	MARLENY CASTRO CESPEDES	4,25	7,58	11,25	7,50
198	Frente Iglesia Bautista	Comercial	203	MARLENY CASTRO...(DIDIER)	29,08	20,08	0,00	16,00
199	Frente Iglesia Bautista	Comercial	202	MARLENY CASTRO...(JOSÉ)	16,83	34,42	15,00	15,00
49	Centro	Residencial	177	MARTA PÉREZ	14,75	10,17	3,00	13,50
51	Centro	Residencial	82	MARTÍN PÉREZ MENDOZA	59,92	68,08	63,67	83,00
107	Margarita	Residencial	113	MARYCRIS AMAYA CASTRO	24,42	28,83	25,33	29,50
32	Centro	Residencial	25	MAUREEN DUFFY MCKAN	4,92	2,58	5,25	6,00
150	Don Carmen	Residencial	139	MAUREN MORALES MURILLO	60,00	48,33	19,33	16,00
159	Don Carmen	Comercial	133	MEFETH DEL ORIENTE S.A	16,42	57,83	15,17	0,00
135	Don Carmen	Residencial	102	MERCEDES QUINTERO	38,75	38,17	12,25	12,00
86	Centro	Residencial	211	MERCEDES QUINTERO BIJAGUA	0,00	121,75	15,67	30,50
151	Don Carmen	Comercial	51	MICHAEL VARGAS MONTERO (BAMBÚ SOL)	27,67	31,83	36,25	31,50
84	Centro	Residencial	169	MIGUEL A. MORALES MORALES	9,58	13,17	1,17	8,00
85	Centro	Residencial	223	MIGUEL ÁNGEL MORALES MORALES, 2DA.	0,00	0,00	0,00	0,50
114	Mariposa	Residencial	117	MIGUEL MORENO	12,08	12,58	14,50	23,50
149	Don Carmen	Residencial	7	MIRIAM MURILLO PALMA	72,92	129,25	31,50	37,50

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
137	Don Carmen	Comercial	85	MOHAGINE S.R.L.	5,00	42,83	0,25	4,50
31	Centro	Comercial	174	MOON TRANSLATION S.A	16,00	15,25	16,25	12,00
74	Centro	Residencial	34	NANCY MENDOZA (INQUILINO)	7,92	13,92	9,92	8,50
168	Petrona	Comercial	49	NANCY ROCÍO RIVAS LÓPEZ	33,08	21,67	12,83	1,00
61	Centro	Comercial	208	NORLENG ROJAS HOTEL	2,00	6,25	5,83	7,00
62	Centro	Comercial	32	NORLENG ROJAS MONTERO	63,75	73,92	46,42	107,00
155	Don Carmen	Comercial	75	OLEAJE REAL S.A	6,17	17,83	14,17	31,00
156	Don Carmen	Comercial	130	OLEAJE REAL S.A N. 2	8,17	31,25	4,17	4,50
202	Frente Iglesia Bautista	Comercial	112	OLIVIER FLORES MURILLO	24,58	27,58	25,67	17,00
187	Petrona	Residencial	151	ORLANDO MORA MORA	35,58	46,08	39,17	51,00
184	Petrona	Comercial	141	ORLANDO VILLALOBOS	9,58	20,25	22,00	50,50
65	Centro	Residencial	176	PAMELA NAVE	5,00	4,42	3,92	4,00
87	Centro	Residencial	181	PASCAL MARTIN	46,42	29,92	10,08	5,50
195	Petrona	Residencial	146	PEDRO ARTAVIA	36,33	30,83	39,17	46,00
48	Centro	Residencial	20	PEDRO GARRO (ROY SANCHO )	22,58	63,25	33,75	33,00
47	Centro	Comercial	100	PEDRO GARRO (YURI)	19,08	11,92	13,83	28,50
160	Petrona	Residencial	47	PETER MAGUINESS	20,33	24,17	8,42	2,00
186	Petrona	Residencial	210	PRISCILA QUIRÓS JIMÉNEZ	4,92	14,75	15,25	13,50
44	Centro	Residencial	45	QUIRINO ARREDONDO	0,58	2,08	1,00	0,00
119	Mariposa	Residencial	69	RAFAEL ANGEL CESPEDES	38,83	36,33	32,75	45,00
34	Centro	Residencial	14	RAMIRO MURILLO PALMA	67,33	34,67	30,75	28,50
38	Centro	Comercial	36	RANCHO CORCOVADO (R.C.S.A)	25,33	46,00	21,25	7,00
37	Centro	Comercial	110	RANCHO CORCOVADO. NUEVA	0,83	9,50	21,42	7,00
94	Centro	Residencial	185	REBECA QUIROS HERRERA	15,00	20,67	24,25	28,00
53	Centro	Comercial	182	RESTAURANTE JADE MAR	0,08	0,42	0,50	1,00
173	Petrona	Comercial	175	ROBERTO ROCHA VARGAS	27,75	11,58	22,92	27,00
143	Don Carmen	Residencial	114	ROLANDO MORA SEGURA	24,25	32,25	33,83	23,50

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
80	Centro	Residencial	81	RONALD DE LOS ANGELES SEGURA ZAMORA	20,75	11,83	9,00	2,00
90	Centro	Residencial	193	RONNY MURILLO CASTRO	33,17	192,92	26,58	24,00
5	Playa	Comercial	64	SALVADOR CONTRERAS (OSA DIVERS)	33,25	24,58	19,17	8,50
177	Petrona	Comercial	88	SAMUEL SEQUIRA OBANDO	20,17	29,50	20,08	19,00
71	Centro	Comercial	106	SANDRO CASTRO MESÉN	16,25	90,50	15,92	25,50
204	Frente Iglesia Bautista	Residencial	27	SANTOS CASTRO CÉSPEDES	36,08	26,25	30,67	41,50
23	Centro	Residencial	90	SERGIO ANTONIO JIMENEZ ROJAS	66,75	60,67	26,75	54,50
54	Centro	Comercial	79	SERGIO CLARIANA (BAR LA JUNGLA)	34,33	55,17	8,33	2,50
55	Centro	Comercial	10	SERGIO CLARIANA (SALON LA JUNGLA)	83,17	40,25	34,17	30,00
136	Don Carmen	Residencial	37	SERGIO JIMÉNEZ GARCÍA	20,33	2,75	3,67	4,00
205	Frente Iglesia Bautista	Residencial	21	SILVIA FLORES MURILLO	16,67	18,83	7,08	1,00
66	Centro	Residencial	83	SONIA SEGURA ZAMORA (ALQUILER)	22,00	17,42	15,42	11,00
40	Centro	Comercial	140	SUPER MERCADO SANTA FE	35,75	30,83	9,00	8,50
16	Playa	Comercial	97	TELESECUNDARIA DRAKE	26,67	36,67	9,25	5,00
154	Don Carmen	Comercial	224	TERESA QUIRÓS	0,00	0,00	61,50	6,00
27	Centro	Comercial	157	TIENDA ETNIAS	1,67	1,17	0,58	2,50
116	Mariposa	Residencial	103	VICTOR MORALES	36,00	33,83	23,50	42,00
30	Centro	Residencial	58	VINCENT CAMPOS BOLAÑOS	114,67	93,08	34,67	41,50
124	Parque Jaguares	Residencial	22	WILLY ATENCIO FONSECA	32,67	30,00	19,33	19,00
83	Centro	Residencial	188	YAMILETH ESPINOZA MORA	21,00	21,25	11,92	13,00
13	Playa	Residencial	1	YAMILETH GONZÁLEZ GARCÍA	5,75	2,58	3,33	0,00
79	Centro	Residencial	153	YEINER JIMENEZ ROJAS (CASA)	30,67	37,83	31,00	47,00
67	Centro	Residencial	66	YEINER JIMENEZ ROJAS (ALQUILER)	7,92	8,33	4,17	0,00
182	Petrona	Residencial	29	YESSENIA FERNANDEZ	29,75	29,33	26,83	29,50
42	Centro	Residencial	67	YORLENNY QUIROS	105,17	51,42	16,50	52,00

					2018	2019	2020	2021
#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	Promedio anual	Promedio anual	Promedio anual	Promedio anual
45	Centro	Residencial	50	ZAIDA QUIRÓS QUESADA (VERÓNICA)	55,75	111,58	54,83	49,00
112	Mariposa	Residencial	118	ZOBEIDA MENDOZA ROJAS	52,75	49,58	33,00	15,00
97	Margarita	Residencial	196	ZORAYDA RUIZ RIVAS	8,58	10,17	7,58	4,50

**Anexo 9.** Datos de la ASADA Residuales con análisis de Caudal residual promedio

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
147	Don Carmen	Comercial	122	3101689060 S.A.	17,73	32,20	2,60	2,80
56	Centro	Comercial	149	ALEXANDER CASTRO	24,53	26,33	28,73	24,40
169	Petrona	Comercial	143	ALEXIS ZAMBRANA	23,67	8,53	15,80	8,40
46	Centro	Comercial	198	ANALIVE SALAZAR ALPIZAR (BAHÍA AZUL)	39,00	39,33	16,60	48,40
72	Centro	Comercial	119	ANNIA JIMÉNEZ PEREZ	20,47	20,33	16,87	22,00
196	Petrona	Comercial	191	ANTONIO FERNÁNDEZ LIDIA	25,13	20,07	20,93	15,20
163	Petrona	Comercial	190	ANTONIO VEGA GONZÁLEZ	10,47	23,13	2,33	0,00
140	Don Carmen	Comercial	19	ASDRÚBAL MORA JIMÉNEZ (JAVIER MORA)	18,07	29,47	10,87	25,60
157	Don Carmen	Comercial	92	AURELIO PEREZ MENDOZA (PLAYA)	23,07	21,13	17,27	7,60
28	Centro	Comercial	13	BUNGALOWS HERMOSA SONRISA #1	11,40	18,60	11,53	23,60
29	Centro	Comercial	40	BUNGALOWS HERMOSA SONRISA S.A	7,33	9,20	5,53	7,20
201	Frente Iglesia Bautista	Comercial	78	CARLOS BEJARANO SUASO (APARTAMENTOS)	14,93	15,93	14,73	8,40
166	Petrona	Comercial	59	CARLOS RODRÍGUEZ LEZAMA	1,93	6,07	31,47	27,60
138	Don Carmen	Comercial	4	CORCOVADO AND DRAKE VACATIONS S.A.	122,87	0,00	37,73	48,00
136	Don Carmen	Comercial	154	CORCOVADO AND DRAKE VACATIONS S.A. (CASA)	58,47	0,00	26,67	17,60
192	Petrona	Comercial	220	CONST. CASTILLO Y ZAMORA S.A.	0,00	26,27	3,60	0,00
41	Centro	Comercial	107	DANIEL CORDERO (PULPERÍA)	22,67	14,93	21,93	19,60
17	Playa	Comercial	213	DELEGACIÓN POLICIAL DRAKE	38,00	47,20	43,80	55,20
123	Parque Jaguares	Comercial	128	DRAKE BRISAS DEL MAR S.A	12,87	7,73	10,33	6,40
3	Playa	Comercial	101	EBAIS DRAKE	7,40	9,27	14,53	6,40

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
185	Petrona	Comercial	38	EDITH FERNÁNDEZ JIMÉNEZ	47,20	61,87	33,33	62,00
191	Petrona	Comercial	18	EL CIELO S.A	17,67	20,00	16,33	16,80
6	Playa	Comercial	72	EMILCE MURILLO PALMA	28,07	21,20	9,02	9,20
12	Playa	Comercial	71	EMILIANO CAMBRONERO MURILLO (SODA)	21,80	379,33	20,20	17,60
125	Parque Jaguares	Comercial	105	EMILIO GONZALES CASTRO	77,27	77,67	66,13	57,60
194	Petrona	Comercial	173	ESMERALDA RODRÍGUEZ	8,60	35,07	13,60	7,60
126	Parque Jaguares	Comercial	9	FELIX MOSQUERA RIVERA (CABINAS)	108,93	110,00	62,80	111,20
193	Petrona	Comercial	194	FERNANDO CHAVEZ -RESTAURANTE	14,67	27,60	21,40	56,40
117	Mariposa	Comercial	186	FLORA TORRES BLANDÓN CABINAS	18,27	23,40	10,80	0,00
118	Mariposa	Comercial	26	FRANCISCO SEGURA ZAMORA MARITA	10,80	2,20	15,40	25,20
59	Centro	Comercial	207	FRANKLIN ARAYA HERNÁNDEZ (CABINAS).	13,33	12,53	7,13	19,20
9	Playa	Comercial	145	FUNDACIÓN CORCOVADO	2,53	9,67	1,80	0,80
110	Mariposa	Comercial	131	GILBERTO MENDOZA ROJAS	20,80	27,53	8,53	19,20
164	Petrona	Comercial	138	HOTEL TRANQUILO	53,27	120,13	69,27	7,20
26	Centro	Comercial	218	HUBER MURILLO (DAGO)	2,80	21,27	21,80	20,40
68	Centro	Comercial	171	HUBERTH MURILLO CASTRO (FERRETERÍA)	12,53	16,67	8,27	10,80
24	Centro	Comercial	17	HUBERTH MURILLO PALMA (CABINAS MURILLO)	22,33	17,13	14,67	39,20
63	Centro	Comercial	33	IGLESIA BAUTISTA	26,07	10,73	4,40	6,40
15	Playa	Comercial	84	IGLESIA CATÓLICA	1,80	2,00	0,73	0,00
33	Centro	Comercial	137	IGLESIA CRISTIANA (CASA PASTORAL)	22,53	22,73	15,67	7,60
35	Centro	Comercial	95	IGLESIA CRISTIANA ASAMBLEAS DE DIOS	36,73	5,07	0,67	0,00



#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
189	Petrona	Comercial	225	INGRIS LILLIANA MURILLO FERNÁNDEZ	0,00	0,00	6,73	26,00
161	Petrona	Comercial	30	JENLA DE COSTARICA S.A	28,47	80,87	28,13	61,20
162	Petrona	Comercial	148	JENLA DE COSTARICA S.A #2	132,80	90,73	25,87	35,60
36	Centro	Comercial	41	JENNY SABINE BLANDÓN	38,93	43,33	20,00	19,20
95	Margarita	Comercial	162	JENNY SEGURA ARGUIJO	29,67	18,07	4,47	0,00
181	Petrona	Comercial	120	JOSE LUIS ORTIZ	12,00	6,47	24,13	20,80
165	Petrona	Comercial	11	JULIO DANIEL RODRIGUEZ PORRAS	16,60	12,33	26,73	19,20
19	Centro	Comercial	24	JULIO MORA JIMENEZ (PULPERIA)	28,67	13,67	15,40	21,60
10	Playa	Comercial	108	JUNTA DE EDUCACION ESCUELA BAHIA DRAKE	55,67	80,80	19,67	45,20
171	Petrona	Comercial	44	LILIAN JIMENEZ VENEGAS	21,20	43,40	16,27	7,60
76	Centro	Comercial	156	LUCIA CAMPOS (CABINAS)	43,73	69,47	16,67	24,40
180	Petrona	Comercial	31	MARIA VICTORIA WOLLIS-CASA	5,87	33,47	5,13	0,00
104	Margarita	Comercial	172	MARIO ROJAS - LIZANIAS	19,80	0,00	0,80	43,20
106	Margarita	Comercial	121	MARIO ROJAS, HOTEL MARGARITA	50,33	11,73	89,20	56,00
131	Parque Jaguares	Comercial	96	MARIO SEBASTIÁN ZÚÑIGA (CASA)	21,20	22,07	17,87	18,40
98	Margarita	Comercial	217	MARLENY CASTRO (CLINICA)	0,33	2,53	2,87	1,20
198	Frente Iglesia Bautista	Comercial	203	MARLENY CASTRO...(DIDIER)	23,27	16,07	0,00	12,80
199	Frente Iglesia Bautista	Comercial	202	MARLENY CASTRO...(JOSÉ)	13,47	27,53	12,00	12,00
159	Don Carmen	Comercial	133	MEFETH DEL ORIENTE S.A	13,13	46,27	12,13	0,00
151	Don Carmen	Comercial	51	MICHAEL VARGAS MONTERO (BAMBÚ SOL)	22,13	25,47	29,00	25,20
137	Don Carmen	Comercial	85	MOHAGINE S.R.L.	4,00	34,27	0,20	3,60
31	Centro	Comercial	174	MOON TRANSLATION S.A	12,80	12,20	13,00	9,60
168	Petrona	Comercial	49	NANCY ROCÍO RIVAS LÓPEZ	26,47	17,33	10,27	0,80

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
61	Centro	Comercial	208	NORLENG ROJAS HOTEL	1,60	5,00	4,67	5,60
62	Centro	Comercial	32	NORLENG ROJAS MONTERO	51,00	59,13	37,13	85,60
155	Don Carmen	Comercial	75	OLEAJE REAL S.A	4,93	14,27	11,33	24,80
156	Don Carmen	Comercial	130	OLEAJE REAL S.A N. 2	6,53	25,00	3,33	3,60
202	Frente Iglesia Bautista	Comercial	112	OLIVIER FLORES MURILLO	19,67	22,07	20,53	13,60
184	Petrona	Comercial	141	ORLANDO VILLALOBOS	7,67	16,20	17,60	40,40
47	Centro	Comercial	100	PEDRO GARRO (YURI)	15,27	9,53	11,07	22,80
38	Centro	Comercial	36	RANCHO CORCOVADO (R.C.S.A)	20,27	36,80	17,00	5,60
37	Centro	Comercial	110	RANCHO CORCOVADO. NUEVA	0,67	7,60	17,13	5,60
53	Centro	Comercial	182	RESTAURANTE JADE MAR	0,07	0,33	0,40	0,80
173	Petrona	Comercial	175	ROBERTO ROCHA VARGAS	22,20	9,27	18,33	21,60
5	Playa	Comercial	64	SALVADOR CONTRERAS (OSA DIVERS)	26,60	19,67	15,33	6,80
177	Petrona	Comercial	88	SAMUEL SEQUIRA OBANDO	16,13	23,60	16,07	15,20
71	Centro	Comercial	106	SANDRO CASTRO MESÉN	13,00	72,40	12,73	20,40
54	Centro	Comercial	79	SERGIO CLARIANA (BAR LA JUNGLA)	27,47	44,13	6,67	2,00
55	Centro	Comercial	10	SERGIO CLARIANA (SALON LA JUNGLA)	66,53	32,20	27,33	24,00
40	Centro	Comercial	140	SUPER MERCADO SANTA FE	28,60	24,67	7,20	6,80
16	Playa	Comercial	97	TELESECUNDARIA DRAKE	21,33	29,33	7,40	4,00
154	Don Carmen	Comercial	224	TERESA QUIRÓS	0,00	0,00	49,20	4,80
27	Centro	Comercial	157	TIENDA ETNIAS	1,33	0,93	0,47	2,00
					<b>24,28</b>	<b>30,47</b>	<b>17,54</b>	<b>19,62</b>

96	Margarita	Individual	212	3-102-747529 S.R.L.	11,27	0,00	14,07	7,60
127	Parque Jaguars	Individual	16	ADIEL BANEGAS DE LA O	10,80	14,73	13,13	11,20
158	Don Carmen	Individual	165	ALBERTO GÓMEZ	7,67	4,33	2,60	2,40

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
22	Centro	Individual	12	ALBERTO LEDEZMA GUTIÉRREZ	12,47	5,20	2,80	5,60
1	Centro	Individual	86	ALEXANDER JIMÉNEZ ROJAS	141,80	119,20	38,20	47,20
132	Parque Jaguars	Individual	124	AMADA ROJAS QUESADA	18,40	7,47	6,40	8,40
142	Don Carmen	Individual	189	ANA MARÍA SEGURA ZAMORA	6,60	9,67	4,67	8,00
81	Centro	Individual	197	ANDREY JIMÉNEZ MORALES	11,20	10,93	14,60	8,80
188	Petrona	Individual	91	ANTONIO FERNÁNDEZ ARAYA	2,60	3,87	9,20	7,60
172	Petrona	Individual	42	ARTURO ROJAS	13,27	3,60	9,00	11,20
190	Petrona	Individual	166	BELLANIRA FERNÁNDEZ	35,20	32,27	20,07	16,80
64	Centro	Individual	104	CARLOS OVARES	20,07	14,40	10,80	14,40
x	Desconocido	Individual	226	CARLOS RODRÍGUEZ LEZAMA DOS	0,00	0,00	0,00	1,20
39	Centro	Individual	87	CARLOS SANTAMARÍA MORALES	58,93	81,80	32,33	80,80
20	Centro	Individual	56	DAISY ROJAS GONZÁLEZ	19,73	17,40	18,87	19,20
57	Centro	Individual	221	DANIEL QUIRÓS	0,00	0,53	0,67	0,00
88	Centro	Individual	209	DEYANIRA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ	2,93	0,60	4,47	4,80
69	Centro	Individual	192	DEYLIN LEDEZMA JIMÉNEZ	8,07	7,53	6,00	0,00
92	Centro	Individual	111	DIDIER PORRAS AMAYA	15,87	11,13	10,67	17,60
183	Petrona	Individual	135	EDWIN NUÑEZ	39,53	37,40	51,87	29,60
11	Playa	Individual	144	ELIA GONZÁLEZ GONZÁLEZ	30,07	34,80	23,07	10,40
70	Centro	Individual	77	ELIECER LEDEZMA MÉNDEZ	41,93	36,20	28,13	32,00
89	Centro	Individual	222	ELIGIO CASTRO CÉSPEDES	0,00	0,93	15,53	16,40
113	Mariposa	Individual	68	ELIZA MENDOZA ROJAS	95,40	59,73	41,67	3,20
7	Playa	Individual	70	EMILCE MURILLO PALMA (ALQUILER)	7,93	3,07	5,67	4,00
8	Playa	Individual	142	EMILCE MURILLO PALMA (DOÑA LUZ)	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Playa	Individual	155	EMILIANO CAMBRONERO MUR. (CASA)	27,27	26,67	18,40	0,00
21	Centro	Individual	43	EMILIANO GONZÁLEZ GONZÁLEZ	44,13	15,27	17,27	36,00
73	Centro	Individual	150	ERICK GONZÁLEZ CASTRO	24,60	38,20	23,00	34,40

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
130	Parque Jaguares	Individual	205	ERMINIA BLANDÓN JAZMÍN	7,07	6,13	5,20	3,60
128	Parque Jaguares	Individual	206	ERMINIA BLANDÓN CASA	22,00	31,73	15,20	20,00
129	Parque Jaguares	Individual	204	ERMINIA BLANDÓN...EIRON	8,53	7,80	0,87	0,00
174	Petrona	Individual	125	EZEQUIEL AMAYA	4,47	14,60	34,40	24,40
122	Mariposa	Individual	15	FANNIA JIMÉNEZ	31,00	32,40	23,73	38,00
203	Frente Iglesia Bautista	Individual	132	FLORIBEL CALVO CALVO	8,67	12,87	4,33	0,00
60	Centro	Individual	109	FRANKLIN ARAYA HERNÁNDEZ (CASA)	50,13	49,87	55,40	62,00
14	Playa	Individual	99	GEOVANNY MORA SEGURA (PLAYA)	17,87	0,00	15,40	21,60
144	Don Carmen	Individual	55	GEOVANNY MORA SEGURA	19,53	19,73	13,60	19,60
152	Don Carmen	Individual	54	GRISEL VARGAS ACOSTA	6,67	42,33	40,93	32,80
52	Centro	Individual	63	HENAR CÉSPEDES PEREZ	9,53	11,47	4,67	5,60
141	Don Carmen	Individual	46	HENRY MORA SEGURA	35,47	46,87	34,93	35,60
111	Mariposa	Individual	152	HILDA MENDOZA ROJAS	10,60	16,53	43,13	54,00
102	Margarita	Individual	199	HUBERTH MURILLO PALMA	4,93	4,00	0,60	0,80
200	Frente Iglesia Bautista	Individual	187	HUBERTH MURILLO CASTRO (CASA)	23,07	21,47	20,00	25,60
25	Centro	Individual	115	HUBERTH MURILLO PALMA (CASA)	97,73	60,33	36,20	3,60
43	Centro	Individual	167	ISAAC CORDERO	61,27	81,80	23,80	49,20
75	Centro	Individual	5	JENNY ATENCIO FONSECA	14,33	15,27	14,00	16,40
197	Frente Iglesia Bautista	Individual	216	JENNYFER RODRÍGUEZ MORA	2,40	17,20	17,33	17,20
77	Centro	Individual	127	JESSICA ANCHÍA	20,33	14,33	14,87	9,20
93	Centro	Individual	163	JORGE SOTO	4,93	12,60	7,40	12,40
108	Margarita	Individual	116	JOSE ARNOLDO SAMUDIO QUINTERO	24,13	22,93	29,07	25,60
178	Petrona	Individual	134	JOSE NEMESIO. (COLOMBIANO)	53,00	45,07	41,60	38,00

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
4	Playa	Individual	183	JUAN CARLOS CEDEÑO MONTERO	38,33	42,40	46,53	37,60
58	Centro	Individual	76	KATHIA MORALES CÉSPEDES	27,27	31,13	26,13	25,60
134	Don Carmen	Individual	8	KENNETH MORA INQUILINOS	56,93	46,00	52,60	21,60
133	Don Carmen	Individual	161	KENNETH MORA MENDOZA	54,67	45,13	31,33	45,20
91	Centro	Individual	61	LESLY MENDOZA ORTIZ	27,93	6,07	23,27	21,20
153	Don Carmen	Individual	62	LAURA VARGAS	28,13	33,80	24,73	28,40
170	Petrona	Individual	201	LILIAN JIMENEZ VENEGAS (ANGIE)	14,20	12,07	9,00	12,00
50	Centro	Individual	180	LISBETH FERNANDEZ DIAS	0,20	1,00	0,00	0,00
175	Petrona	Individual	195	LUCIA CAMPOS	0,00	0,00	0,00	0,00
82	Centro	Individual	200	LUIS EDUARDO ACUÑA GARCIA	21,87	45,13	32,93	43,60
139	Don Carmen	Individual	57	LUZ JIMENEZ	6,00	9,20	12,67	14,80
115	Mariposa	Individual	73	LUZ MARIA TÓRRES BLANDÓN	39,40	33,20	29,73	40,00
148	Don Carmen	Individual	65	MAINOR MORALES MURILLO	30,53	36,53	30,67	36,80
145	Don Carmen	Individual	89	MANUEL ALVARADO MORA	2,67	22,20	2,73	22,40
99	Margarita	Individual	28	MANUEL CARAVACA GUADAMÚZ	24,13	24,93	22,80	16,00
18	Centro	Individual	164	MARIA CRISTINA GARRO SALAZAR	53,53	77,60	55,73	98,00
120	Mariposa	Individual	158	MARIA DOLORES FONSECA (VINCENT)	17,80	4,13	6,27	5,60
121	Mariposa	Individual	136	MARIA DOLORES FONSECA VIQUEZ	12,80	14,27	12,07	8,00
78	Centro	Individual	123	MARIA GUIDO ARGUIJO	12,00	14,60	12,33	12,00
176	Petrona	Individual	80	MARIA LARA	20,13	17,80	13,00	16,40
179	Petrona	Individual	39	MARIA VICTORIA WOLLIS ALQUILER	7,60	8,13	11,40	2,80
103	Margarita	Individual	23	MARIELOS PIZARRO TREJOS	57,27	91,93	50,07	80,80
105	Margarita	Individual	98	MARIO ROJAS - KAREN	68,53	15,80	50,13	11,20
109	Margarita	Individual	178	MARIO SEBASTIAN ZUNIGA 2	0,73	0,07	0,33	0,00
100	Margarita	Individual	219	MARLENY CASTRO (CASA)	0,00	15,60	2,60	12,80
101	Margarita	Individual	215	MARLENY CASTRO CESPEDES	3,40	6,07	9,00	6,00
49	Centro	Individual	177	MARTA PÉREZ	11,80	8,13	2,40	10,80

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
51	Centro	Individual	82	MARTÍN PÉREZ MENDOZA	47,93	54,47	50,93	66,40
107	Margarita	Individual	113	MARYCRIS AMAYA CASTRO	19,53	23,07	20,27	23,60
32	Centro	Individual	25	MAUREEN DUFFY MCKAN	3,93	2,07	4,20	4,80
150	Don Carmen	Individual	139	MAUREN MORALES MURILLO	48,00	38,67	15,47	12,80
135	Don Carmen	Individual	102	MERCEDES QUINTERO	31,00	30,53	9,80	9,60
86	Centro	Individual	211	MERCEDES QUINTERO BIJAGUA	0,00	97,40	12,53	24,40
84	Centro	Individual	169	MIGUEL A. MORALES MORALES	7,67	10,53	0,93	6,40
85	Centro	Individual	223	MIGUEL ÁNGEL MORALES MORALES, 2DA.	0,00	0,00	0,00	0,40
114	Mariposa	Individual	117	MIGUEL MORENO	9,67	10,07	11,60	18,80
149	Don Carmen	Individual	7	MIRIAM MURILLO PALMA	58,33	103,40	25,20	30,00
74	Centro	Individual	34	NANCY MENDOZA (INQUILINO)	6,33	11,13	7,93	6,80
187	Petrona	Individual	151	ORLANDO MORA MORA	28,47	36,87	31,33	40,80
65	Centro	Individual	176	PAMELA NAVE	4,00	3,53	3,13	3,20
87	Centro	Individual	181	PASCAL MARTIN	37,13	23,93	8,07	4,40
195	Petrona	Individual	146	PEDRO ARTAVIA	29,07	24,67	31,33	36,80
48	Centro	Individual	20	PEDRO GARRO (ROY SANCHO )	18,07	50,60	27,00	26,40
160	Petrona	Individual	47	PETER MAGUINESS	16,27	19,33	6,73	1,60
186	Petrona	Individual	210	PRISCILA QUIRÓS JIMÉNEZ	3,93	11,80	12,20	10,80
44	Centro	Individual	45	QUIRINO ARREDONDO	0,47	1,67	0,80	0,00
119	Mariposa	Individual	69	RAFAEL ANGEL CESPEDES	31,07	29,07	26,20	36,00
34	Centro	Individual	14	RAMIRO MURILLO PALMA	53,87	27,73	24,60	22,80
94	Centro	Individual	185	REBECA QUIROS HERRERA	12,00	16,53	19,40	22,40
143	Don Carmen	Individual	114	ROLANDO MORA SEGURA	19,40	25,80	27,07	18,80
80	Centro	Individual	81	RONALD DE LOS ANGELES SEGURA ZAMORA	16,60	9,47	7,20	1,60
90	Centro	Individual	193	RONNY MURILLO CASTRO	26,53	154,33	21,27	19,20

#	Sector	ZONA	ABONADO	NOMBRE	2018 Promedio anual	2019 Promedio anual	2020 Promedio anual	2021 Promedio anual
204	Frente Iglesia Bautista	Individual	27	SANTOS CASTRO CÉSPEDES	28,87	21,00	24,53	33,20
23	Centro	Individual	90	SERGIO ANTONIO JIMENEZ ROJAS	53,40	48,53	21,40	43,60
136	Don Carmen	Individual	37	SERGIO JIMÉNEZ GARCÍA	16,27	2,20	2,93	3,20
205	Frente Iglesia Bautista	Individual	21	SILVIA FLORES MURILLO	13,33	15,07	5,67	0,80
66	Centro	Individual	83	SONIA SEGURA ZAMORA (ALQUILER)	17,60	13,93	12,33	8,80
116	Mariposa	Individual	103	VICTOR MORALES	28,80	27,07	18,80	33,60
30	Centro	Individual	58	VINCENT CAMPOS BOLAÑOS	91,73	74,47	27,73	33,20
124	Parque Jaguares	Individual	22	WILLY ATENCIO FONSECA	26,13	24,00	15,47	15,20
83	Centro	Individual	188	YAMILETH ESPINOZA MORA	16,80	17,00	9,53	10,40
13	Playa	Individual	1	YAMILETH GONZÁLEZ GARCÍA	4,60	2,07	2,67	0,00
79	Centro	Individual	153	YEINER JIMENEZ ROJAS (CASA)	24,53	30,27	24,80	37,60
67	Centro	Individual	66	YEINER JIMENEZ ROJAS (ALQUILER)	6,33	6,67	3,33	0,00
182	Petrona	Individual	29	YESSENIA FERNANDEZ	23,80	23,47	21,47	23,60
42	Centro	Individual	67	YORLENNY QUIROS	84,13	41,13	13,20	41,60
45	Centro	Individual	50	ZAIDA QUIRÓS QUESADA (VERÓNICA)	44,60	89,27	43,87	39,20
112	Mariposa	Individual	118	ZOBEIDA MENDOZA ROJAS	42,20	39,67	26,40	12,00
97	Margarita	Individual	196	ZORAYDA RUIZ RIVAS	6,87	8,13	6,07	3,60
					<b>24,32</b>	<b>26,01</b>	<b>18,15</b>	<b>19,60</b>

