

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN



**Manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de
recreo en el área de Río Dulce, Izabal**

Presentado Por:

T.A. MARILYN ANABELLA SOSA AZURDIA

Para obtener el título de:

LICECIADA EN ACUICULTURA

Guatemala, Febrero 2,014

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente	M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
Secretaria	M. A. Olga Marina Sánchez Cardona
Representante Docente	M. BA. Allan Franco de León
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas.	M.Sc. Adrián Mauricio Castro López
Representante Estudiantil	T.A. Francisco Emanuel Polanco
Representante Estudiantil	P.F Maria José Mendoza Arzú

El Director del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA– después de conocer el dictamen favorable del M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera, Coordinador Académico, sobre el trabajo de graduación de la estudiante universitaria **Marilyn Anabella Sosa Azurdia**, titulado “Manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal” da por este medio su aprobación a dicho trabajo. **IMPRIMASE.**

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



M.Sc. Héctor Leonel Carrillo Ovalle
DIRECTOR



Guatemala, febrero del 2015



El Coordinador Académico del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-, después de conocer el dictamen del asesor M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera y la aprobación de la Encargada de EPS M.Sc. Irene Franco Arenales, al trabajo de graduación de la estudiante universitaria, **Marilyn Anabella Sosa Azurdia**, titulado "Manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal" da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

"ID Y ENSEÑADA A TODOS"

M.Sc. Luis Francisco Franco Cabrera



Guatemala, febrero del 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios que ha sido y seguirá siendo el pilar de mi vida, que ha estado siempre que lo he necesitado.

A mis padres por darme siempre el apoyo que he necesitado en los momentos más significativos de mi vida.

A mis catedráticos ya que gracias a sus enseñanzas y conocimientos han guiado mi vida estudiantil desde el primer día de clases.

A los M.sc Leonel Carrillo, Carolina Marroquín y Luis Franco que han sido mis principales ejemplos y modelos a seguir en mi carrera profesional y que me han brindado ayuda cada vez que la he necesitado.

A mis asesores ya que gracias a su apoyo y tiempo han hecho realidad mi esfuerzo y dedicación.

Al licenciado Pablo González por su incondicional amistad y ayuda profesional ya que ha estado presente en momentos difíciles y siempre me ha brindado un buen consejo.

A mis amigos que han estado en las diferentes etapas de mi vida ya que han sabido apoyarme a su manera y nunca me han defraudado.

A mis hermanos por prestarme su ayuda en los momentos más importantes de mi vida.

A la Universidad San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por acogerme y ser un segundo hogar.

DEDICATORIAS

A Dios por ser mi guía y fortaleza en los días más difíciles de mi vida, que sin él nada sería posible.

A mis padres por ser mi mayor ejemplo de honestidad y trabajo duro, gracias a ellos puedo ser una persona de bien.

A mis compañeros, ya que todos hemos pasado por lo mismo.

A mis hermanos por ser parte de mi vida día a día.

RESUMEN

Guatemala es un país con espacio costero en el Caribe como en el Pacífico, esto proporciona un gran interés a muchos turistas nacionales e internacionales que poseen embarcaciones de diferentes tipos. Existen marinas turísticas que se encargan de albergarlas y darles mantenimiento.

Según el análisis realizado en la investigación, gran parte de los países centroamericanos cuentan con una legislación específica para embarcaciones de recreo, o bien se encuentran incluidas en las reglamentaciones aplicadas a buques de carga u otros, mientras Guatemala posee una deficiencia en la regulación no solo de las embarcaciones si no en las actividades que realizan las mismas, entre estas los vertidos de aguas residuales que están prohibidos en el Plan Maestro del Parque Nacional Río Dulce, más no posee sanción ni vigilancia para prevenir las mismas.

Río Dulce, Izabal es uno de los más navegables y transitados por embarcaciones de recreo, durante la investigación se obtuvo que un total de 675 barcos estuvieron transitando del mes de enero a julio del 2014, por lo que representa un gran número de personas que se encuentran alojadas en los mismos.

El 64% de las embarcaciones que transitan en Guatemala se encuentran faltando a la utilización de tanques de retención, esto debido a que no cuentan con instalaciones adecuadas para la descarga de las aguas residuales, ni una empresa o entidad que se encargue de la recolección de las mismas para prevenir su vertido. Es una gran cantidad de excretas que están siendo aportadas al ecosistema acuático y que podría representar una contaminación y daño a los organismos que dependen del mismo.

En el documento se recomienda realizar futuras investigaciones para evaluar el impacto que poseen los vertidos de aguas residuales de embarcaciones de recreo en el ecosistema acuático para justificar un reglamento o normativo que prevenga las descargas.

ABSTRACT

Guatemala is a country with coastal areas in the Caribbean and the Pacific, this provides a great interest in many national and international tourists who have boats of different types. There are tourist marinas that are responsible for housing and maintain them.

According to the analysis in the investigation, much of the Central American countries have specific legislation for recreational craft, or are included in the regulations applied to cargo ships or other, while Guatemala has a deficiency in regulating not only craft otherwise in their activities the same, between these discharges of wastewater are prohibited in the Plan Maestro del Parque Nacional Río Dulce, but has no sanction or more vigilance to prevent them.

Río Dulce, Izabal is one of the more navigable and traveled by pleasure boats, during the investigation was obtained a total of 675 boats traveling in January to July 2014, which represents a large number of people housed therein.

64% of vessels transiting in Guatemala are missing the use of holding tanks, this because without adequate to discharge wastewater facilities, a company or entity responsible for collecting to prevent spillage. It's a lot of excreta being release to the aquatic ecosystem and could represent a pollution and damage to organisms that depend on it.

The document recommends further research to assess the impact possessing wastewater discharges from pleasure boats in the aquatic ecosystem to justify a regulation or policy that prevents discharges.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. MARCO TEÓRICO	3
3.1 Marco referencial	3
3.1.1 Parque Nacional Río Dulce	3
3.1.1.1 Contaminación	3
3.1.1.2 Navegación	3
3.1.2 Normatividad	4
3.1.2.1 Constitución Política de la República de Guatemala	4
3.1.2.2 Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala	4
3.1.2.3 Convención sobre el derecho del mar	5
3.1.2.4 Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques	5
3.1.2.5 Convenio de Londres	7
3.1.3 Ejemplo de países que cuentan con legislación que regulan descargas residuales de embarcaciones de recreo	7
3.1.3.1 Prevención de vertidos de las embarcaciones de recreo en España	7
3.2 Marco conceptual	8
3.2.1 Aguas residuales	8
3.2.2 Embarcaciones de recreo	9
3.2.3 Tratamiento de aguas residuales en embarcaciones	11
3.2.4 Definiciones	13
3.2.4.1 Vertidos	13
3.2.4.2 Marina o Atracadero Turístico	13
3.2.4.3 Desechos generados por buques	13
3.2.5 Normativa	14
3.2.6 Creación de una ley en Guatemala	15

4. OBJETIVOS	16
5. METODOLOGÍA	17
5.1 Ubicación geográfica	17
5.1.1 Río Dulce	17
5.2 Definición de variables	18
5.3 Diseño	19
5.3.1 Selección de la muestra y muestreo	19
5.3.2 Estimación del tamaño de la muestra	19
5.4. Procedimiento	19
5.5 Análisis de información	21
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1 Legislación nacional e internacional vigente en materia de vertidos residuales al medio acuático provenientes de embarcaciones de recreo en los países centroamericanos	22
6.1.1 Convenios internacionales adoptados por los países centroamericanos	22
6.1.2 Legislación Nacional en países Centroamericanos	22
6.1.2.1 Guatemala	22
6.1.2.2 El Salvador	23
6.1.2.3 Costa Rica	24
6.1.2.4 Honduras	25
6.1.2.5 Nicaragua	26
6.1.2.6 Panamá	27
6.2 Número de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal	28
6.3 Determinación de utilización de tanques de retención	28
6.3.1 Abanderamiento de la embarcación	29
6.3.2 Tipo de embarcación	31
6.3.3 Cantidad de personas que dependen de las embarcaciones	31
6.3.4 Presencia y uso de los tanques de retención.	33
6.3.5 Utilización de tanques de retención	34
6.3.6 Capacidad de retención de los tanques	34

6.3.7 Vaciado de tanques de retención	35
6.3.8 Lugar de vertido de las aguas residuales	36
7. CONCLUSIONES	38
8. RECOMENDACIONES	39
9. BIBLIOGRAFÍA	40
10. ANEXOS	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 01. Estructura externa de un yate	10
Figura No. 02. Estructura externa de un velero	10
Figura No. 03. Estructura externa de un catamarán	10
Figura No. 04. Ejemplo de instalaciones sanitarias en embarcaciones de recreo	11
Figura No. 05. Río Dulce, Izabal	17
Figura No. 06. Abanderamiento de las embarcaciones	30
Figura No. 07. Porcentajes de tipos de barcos presentes	31
Figura No. 08. Personas que dependen de la embarcación	32
Figura No. 09. Porcentajes de embarcaciones que poseen tanques de retención	33
Figura No. 10. Porcentajes de embarcaciones que utilizan tanques de retención	34
Figura No. 11. Porcentajes capacidad de retención	35
Figura No. 12. Personas que dependen de la embarcación	36
Figura No. 13. Lugares más utilizados para verter las aguas residuales	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 01. Variable dependiente y variables independientes	18
Tabla No. 02. Variables independientes	18
Tabla No. 03. Número de embarcaciones que navegan en el área de Río Dulce, Izabal.	28

1. INTRODUCCIÓN

Las embarcaciones de recreo representan turismo en Guatemala, ambas costas son propicias para albergar naves deportivas y recreacionales por lo que son una fuente de empleos e ingresos para el país. Se cuenta con marinas privadas con instalaciones adecuadas para prestar un servicio al turista, el Instituto Guatemalteco de Turismo -INGUAT- presenta un reglamento para la acreditación de las mismas.

Uno de principales problemas que están afectando a los cuerpos de agua del país son los vertidos de aguas residuales desmedidos desde cualquier tipo de instalación, las embarcaciones también son generadoras de desechos y aguas residuales que no están siendo normadas. La mayoría de países centroamericanos ya cuentan con legislaciones para la prevención de contaminación proveniente de embarcaciones de recreo o bien son incluidas en documentos que norman buques.

La cantidad de barcos presentes en el área de Río Dulce, Izabal no es únicamente nacional ya que gran parte del turismo es internacional con tiempo de residencia extendido, por lo que son generadores constantes de aguas residuales, en donde el porcentaje de naves que utilizan tanques de retención es bajo por lo que gran parte de las aguas son vertidas al río sin un procesamiento previo.

Es necesario generar acciones que busquen la conservación de los espacios acuáticos y con esto evitar la contaminación por aguas residuales por parte de embarcaciones nacionales como internacionales que entren en contacto con aguas guatemaltecas. Es de gran importancia impulsar una legislación que regule la protección de las características del agua, así como la vida acuática que depende de la misma.

A continuación se presenta información base para ser tomada en cuenta en futuras investigaciones sobre la prevención de contaminación proveniente de embarcaciones de recreo que transitan en las aguas nacionales.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las costas del país albergan una gran cantidad de embarcaciones, entre estas se encuentran las de recreo que son utilizadas para diferentes fines. Río dulce y el lago de Izabal son uno de los puntos más importantes ya que la navegación en dichas áreas es una de las formas de movilización.

Gran parte de las embarcaciones de recreo que se reportan en el área están destinadas para albergar a tripulantes y la generación de aguas residuales es inevitable. La descarga de dichas sustancias debe estar regulada para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua.

Existen convenios internacionales, en donde el estado de Guatemala es parte, para la protección de la vida marítima y humana que buscan evitar y restringir los vertidos de aguas residuales.

El país no cuenta con una reglamentación para las descargas residuales provenientes de las embarcaciones de recreo generadas dentro de aguas nacionales por lo que los vertidos se hacen dentro de las áreas de tránsito marítimo y esto ocasiona una contaminación química, así como biológica y paisajística que podría resultar en daños no solo a la flora y fauna acuática sino también a la población que posee contacto directo con las aguas contaminadas.

El principal problema es la descarga en áreas protegidas, de conservación y tránsito marítimo, por lo que ¿Con qué bases se podría regular las descargas de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo que navegan en aguas nacionales?

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco referencial

3.1.1 Parque Nacional Río Dulce

Río Dulce fue declarado Parque Nacional por medio del Acuerdo Gubernativo del 26 de mayo de 1955, junto a Tikal, Lanquin, Atitlán, entre otros. El área que comprende el parque es la cuenca del río, desde la desembocadura en el océano Atlántico, la cuenca del lago Izabal, hasta las ruinas del Castillo de San Felipe. (Congreso de la República, 1955)

El perímetro total es de 73.16 kilómetros y está constituido por una franja de un kilómetro de ancho a ambas orillas del río, su extensión es de 7200 hectáreas con un espejo de agua de 5800 hectáreas. (CONAP, 2009)

3.1.1.1 Contaminación

La principal contaminación es por desechos sólidos y líquidos, pero factores como la erosión, uso de agroquímicos y descargas de aguas servidas están afectando la calidad del cuerpo del agua. Se considera que la contaminación del área es de alta prioridad pero no requiere atención inmediata por parte de las autoridades. (CONAP, 2009)

3.1.1.2 Navegación

El Río Dulce es navegable en toda su extensión, lo cual hace que sea uno de los principales transportes del área. Las embarcaciones con calados mayores a 1.22 metros y 36.6 metros de largo están prohibidas. Existen algunas restricciones de velocidad que deben respetarse:

- Embarcaciones con motores de 75 cc no deben sobrepasar una velocidad de 65 kilómetros por hora a una distancia de 200 y 400 metros de la orilla.
- En la zona de no estela la velocidad máxima es de 8 kilómetros por hora.
- Al momento de navegar a una distancia menor a 150 metros de la línea de playa la velocidad no debe ser mayor a 20 kilómetros por hora.

3.1.2 Normatividad

Guatemala ha firmado y ratificado convenios internacionales que son base para reglamentaciones en cuanto a contaminación por embarcaciones, entre estos se encuentra:

3.1.2.1 Constitución Política de la República

La Constitución Política de la República de Guatemala en su artículo 97 promueve el uso sostenible del agua en el territorio nacional. En el artículo 121 y 127 hace constar que la zona marítima, lagos, ríos navegables y sus riberas son bienes del estado de Guatemala. (Constitución Política, 1993)

3.1.2.2 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

La ley de protección y mejoramiento del medio ambiente en sus artículos 6 y 7 prohíbe que los cuerpos de agua sean utilizados como reservorios de desperdicios contaminantes, así como no permite la introducción por cualquier vía de excrementos humanos, animales o basuras de cualquier tipo que puedan afectar la vida humana. (Congreso de la República, 1986)

Entre sus principales objetivos se encuentran la protección, conservación y mejoramiento de los recursos, así como el manejo integral y racional de las cuencas y sistemas hídricos que estén amenazadas o se encuentren en peligro de extinción. En el capítulo II señala que el Gobierno velará por el aseguramiento de la cantidad y calidad del agua para el uso humano y otras actividades, por lo que se encuentra en la obligación de crear, evaluar y fomentar medidas de protección y prevención para el recurso hídrico. (Congreso de la República, 1986)

3.1.2.3 Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala

La política para el manejo de las zonas costeras posee como parte de sus principios la protección de los ecosistemas marino-costeros. La prevención de la degradación y la contaminación son parte de la implementación de sistemas para asegurar la calidad ambiental. (MARN, 2009)

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales se encuentra en la obligación de formular y hacer cumplir las políticas de protección del medio ambiente. (MARN, 2009)

3.1.2.4 Convención sobre el derecho del mar -CONVEMAR-

CONVEMAR está integrado por estados ribereños o sin litoral. Entre 1956 y 1958 el mar es una de las mayores fuentes de materias primas por lo que la delimitación del mar territorial y las zonas contiguas y es así como surge la Primera Conferencia de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar. En 1960 se da la segunda conferencia en donde se obtiene un mayor número de estados parte pero es en 1982 que se solidifica el convenio y se añade el concepto de Zona Económica Exclusiva. (Dirección Marítima, 2014)

En el artículo 210 se habla sobre los vertimientos y la contaminación del medio marino, en este se contempla que cada país debe tener una legislación, reglamentación u otra medida que sea necesaria para prevenir, reducir y controlar la contaminación. (CONVEMAR, 1982)

En los apartados 5 y 6 del artículo 210 se hace notar que las descargas en la zona económica exclusiva o bien en la plataforma continental no se puede realizar ninguna descarga sin el consentimiento del estado, así mismo las leyes propias de cada estado poseen la misma importancia que cualquier regulación internacional. (CONVEMAR, 1982)

3.1.2.5 Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques -MARPOL-

El convenio MARPOL es considerado como uno de los más importantes a nivel internacional, esto debido a que es el único que se centra en la protección del medio marino de la contaminación por actividades de operación, mantenimiento y accidentes. (IMO, 2014)

En 1973 se adoptó el convenio y el protocolo en el año 1978 debido a los accidentes ocurridos entre 1976 y 1977 por tanqueros. El convenio y el protocolo fueron adoptados en conjunto en octubre de 1983 y 1997 se agregó un nuevo anexo. Actualmente cuenta con seis anexos y varias enmiendas que lo han ido actualizando. (IMO, 2014)

Todos los países marítimos que firmaron y ratificaron el convenio se encuentran en la obligación de cumplir con los anexos ahí descritos. Es aplicado por la combinación del Estado de bandera y del puerto en que atraca la flota mercante mundial. (International Chamber of Shipping, sf)

En los diferentes anexos del convenio se encuentra normadas diferentes formas de contaminación al medio marítimo, siendo uno de los más importantes las descargas de aguas residuales, el anexo IV contempla:

- Que los buques a los que se aplica este anexo serán objeto de visitas, una inicial en donde se garantice que la embarcación cuenta con una instalación para el tratamiento de aguas sucias, para desmenuzar y desinfectar las mismas y si cuenta con un tanque de retención con capacidad suficiente para retener todas las aguas que provengan del número de personas que se encuentran a bordo; dicho depósito deberá indicar la cantidad del contenido. (MARPOL, 1983)

Toda embarcación deberá contar con una instalación para la descarga de aguas sucias a una conexión universal. (MARPOL, 1983). Según el convenio MARPOL (1983) Las descargas de aguas residuales se prohíben a menos que cumplan con las siguientes condiciones:

Las aguas que hayan sido tratadas pueden ser descargadas a 4 millas náuticas a partir de tierra firme, en caso de no encontrarse con ningún tipo de tratamiento deberán ser descargadas a una distancia de 12 millas náuticas. Para ambas

situaciones las embarcaciones deben estar a una velocidad no menor de 4 nudos.
(MARPOL, 1983)

3.1.2.6 Convenio de Londres

El Convenio Sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras materias de 1972, también conocido como el convenio de Londres, es uno de los primeros en aprobarse para la preservación de la vida marina, pero este convenio posee un listado de vertimientos permitidos, en donde se encuentran:
(Convenio, 1972)

- Materiales de dragado
- Fangos cloacales
- Desechos de pescado
- Buques y plataformas
- Materiales geológicos inorgánicos
- Materiales orgánicos de origen natural
- Objetos voluminosos constituidos principalmente por hierro, acero y hormigón
- Flujos de dióxido de carbono resultantes de los procesos de captura de dióxido de carbono para su secuestro.

3.1.3 Ejemplo de países que cuentan con legislación que regulan descargas residuales de embarcaciones de recreo

3.1.3.1 Prevención de vertidos de las embarcaciones de recreo en España

España es uno de los pocos países que cuentan con una legislación en donde se norman específicamente las descargas de aguas residuales por embarcaciones de recreo, esta orden también se encuentra basada con ciertos lineamientos del convenio MARPOL.

Para efectos de la regulación legal, todas las embarcaciones de recreo que cuenten con aseos o bien servicios sanitarios deberán estar provistas de depósitos de retención u

otro que pueda contener las aguas sucias generadas por las personas que se encuentren a bordo. (Ministerio de Fomento, 2003)

Los depósitos deberán cumplir con ciertas características, entre estas se encuentra que la conexión para las descargas debe ser corta y lo más directa posible, los aseos deben contar con ventilación y con marcadores de contenido para que sea avisado al momento que los contenedores se encuentren a un 75% de su capacidad, así mismo deberán de retener las aguas sucias del máximo número de personas autorizadas para la embarcación por dos días con una producción promedio de 4 litros por persona al día. (Ministerio de Fomento, 2003)

La conexión debe ser universal y los conductos destinados para los vertidos deben disponer con válvulas con cierre hermético para evitar derrames de forma accidental. (Ministerio de Fomento, 2003)

La norma ISO 8099 establece los requisitos que deben cumplir los sistemas de prevención de vertidos de embarcaciones de recreo para que estas sean aceptables, pero no es obligatorio que sean con las características específicas que en ella se establecen, pueden ser utilizados otros depósitos que cumplan con lo establecido por la orden real. (Caorsí, 2004)

3.2 Marco conceptual

3.2.1 Aguas residuales

Las aguas residuales son líquidos que han sido utilizados para diferentes actividades tanto domésticas como comerciales e industriales. Las aguas residuales municipales son aquellas que son trasladadas por los alcantarillados públicos hacia un desfogue o planta de tratamiento. Las industriales provienen de la manufactura de las diferentes industrias que laboran en un área. También pueden denominarse de la siguiente forma: (Cuidado del agua, 2009)

- **Aguas negras**
Son llamadas así las aguas provenientes de inodoros, o bien que poseen excrementos y orina de humanos, por lo que presentan altos niveles de nitrógeno, coliformes fecales y sólidos suspendidos.
- **Aguas grises**
Son todas las aguas residuales domésticas, excluyendo las provenientes de inodoros, por lo que presentan grasas, fosfatos, sólidos suspendidos, coliformes fecales, entre otros.
- **Aguas negras industriales**
Es la combinación de las aguas negras de la industria con las residuales que generan. Normalmente poseen contaminantes que provocan daños a la salud de los humanos y del medio ambiente.

En la presente investigación se utilizará el concepto de aguas residuales, entendiéndose como aquellas que provienen de sanitarios, duchas, lavamanos y lavaplatos instalados en las embarcaciones de recreo.

3.2.2 Embarcaciones de recreo

Se definen así a las embarcaciones que poseen independencia de propulsión para su movilización, éstas son destinadas para actividades deportivas, turísticas y de ocio. (Dirección General de Marina Mercante, 2012)

Entre las principales se encuentran:

- **Yate:** Es una embarcación que posee movilidad propia por medio de motor o vela pero con una anchura mayor a la de un velero. (Diccionario Google, 2014)



Figura No. 1. Estructura externa de un yate. (Google imágenes, 2014)

- Velero: Se le llama así a una embarcación ligera, que navega principalmente con velas. (RAE, 2001)



Figura No. 2. Estructura externa de un velero. (Google imágenes, 2014)

- Catamarán: Embarcación comúnmente de vela que posee dos cascos unidos. (RAE, 2001)



Figura No.3. Estructura externa de un catamarán. (Google imágenes, 2014)

Las embarcaciones de recreo deben presentar un sistema sanitario similar, sin importar sus características. La base a utilizar debe ser la ISO 8090, en donde se describen las principales partes y medidas de las instalaciones. (Ministerio de Fomento, 2003)

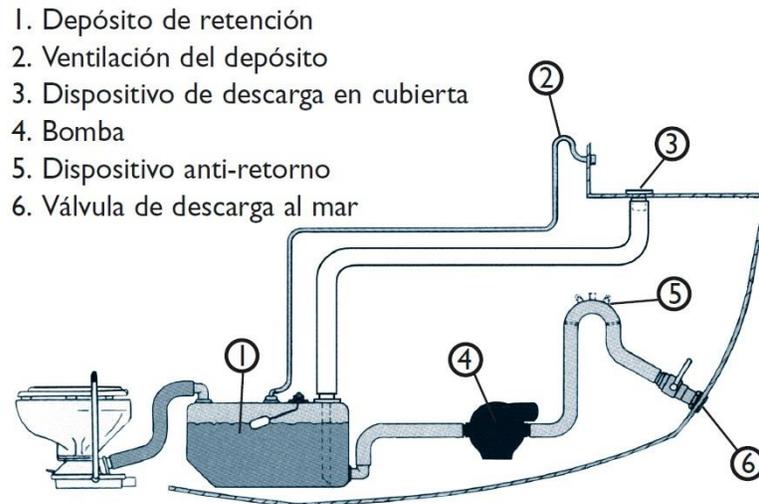


Figura No. 4. Ejemplo de instalaciones sanitarias en embarcaciones de recreo. (Surcando instalaciones náuticas, 2014)

3.2.3 Tratamiento de aguas residuales en embarcaciones

Según el manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales la Cerra (2005), el tratamiento de las aguas residuales en general puede ser de cuatro tipos, los cuales son:

- Preliminar

Se le llama así al acondicionamiento del agua para entrar en los procesos siguientes, es decir que se eliminan barreras que puedan afectar los siguientes procesos.

- Primario

Es el tratamiento en el que se remueven todos los sólidos orgánicos e inorgánicos que pueden llegar a sedimentarse y de esta manera agilizar el proceso biológico que se da en el siguiente tratamiento.

- Secundario
En este tratamiento los microorganismos son los encargados de transformar la materia orgánica biodegradable y así una descomposición efectiva de la misma.
- Terciario o avanzado
El tratamiento terciario es donde se da una eliminación de contaminantes de las aguas por medio de procesos físico-químicos y biológicos en donde pueden intervenir plantas y organismos del mismo sistema acuático.

Los buques que navegan ya sean en aguas continentales o marinas, producen aguas residuales que pueden encontrarse contaminadas y que afecten al ecosistema. (SevernTrend De Nora, 2013). Para las embarcaciones existen diferentes tecnologías para el tratamiento de sus aguas residuales, entre estas tenemos:

- Tratamiento Químico
Se basa principalmente en el almacenamiento de las aguas residuales y aplicación de químicos para la eliminación de bacterias y limpieza de las aguas. (SevernTrend De Nora, 2013).
- Lodo Activado
Ésta tecnología permite que los procesos biológicos naturales sean acelerados para luego poder ser tratadas con una desinfección química para asegurar la descarga al mar. (DFM aguas, 2012)
- Tecnología de oxidación forzada
Es realizada por medio de desinfección electrolítica, no requiere un pretratamiento de las aguas ni filtros, tiene la ventaja de la no generación de lodos. Se divide en varias etapas en donde como inicio del proceso se mezclan aguas residuales con agua marina, luego son canalizadas por una celda electrolítica para ser degradada por la oxidación de bacterias para finalizar con una cámara de dechloración y son liberadas al medio. (SevernTrend De Nora, 2013).

3.2.4 Definiciones

3.2.4.1 Vertidos

Se le llaman vertidos a la emisión de cualquier tipo de contaminante que se realicen de forma directa o indirecta a un cuerpo de agua. (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2014)

3.2.4.2 Marina o atracadero turístico

Son llamadas así al conjunto de instalaciones marítimas y/o terrestres destinadas a la protección, abrigo y prestación de servicios a embarcaciones de recreo, turísticas y deportivas sin importar su lugar de origen y tamaño. (Asamblea de Costa Rica, sf.)

3.2.4.3 Desechos generados por buques

Son definidos como los desechos en donde se incluyen las aguas residuales, residuos de los cargamentos, aguas producidas por mantenimiento y servicios y que se encuentren en los anexos I, II, IV, V y VI del convenio MARPOL. (Dirección General de Marina Mercante, 2012)

Según la Ley General de Marina Mercante de Panamá (2008) los desechos generados por buques también incluyen los materiales innecesarios provenientes de los mismos, los cuales se dividen de la siguiente forma:

- Aguas de sentina
También conocida como *BilgeWater* y corresponde al agua de la parte superior del tanque de sentina, es una mezcla de agua e hidrocarburos.
- Aguas sucias o *Sewage*
Se le llama así a los desagües y desechos de inodoros, urinarios y servicios sanitarios en general, clínicas médicas dentro del barco y otros, pueden ser de origen humano o animal.

- Decantos o *Slops*
Mezcla que se da en el tanque de decantación en donde se reciben aguas de lavado de tanques de carga y a veces aguas de sentina.
- Fango
Los *Sludges* son fangos provenientes de los separadores de combustible o aceite lubricante de las máquinas, filtros y bandejas de goteo.
- Mezcla oleosa y lastre sucio
La mezcla oleosa es la combinación de cualquier tipo de hidrocarburo, pero al momento de juntarse con el agua de lastre se convierte en lastre sucio.
- Lavado de Tanques
Es el agua generada del lavado de tanques de carga de hidrocarburos.
- Lavazas
Agua del lavado de la sala de máquinas con la adición de detergentes, químicos o solventes.

3.2.5 Normativa

Se le llama normativa al conjunto de normas y reglas sobre un tema en específico para poder regularlo. (Cotton, 2014)

Según Cotton (2014) para la creación de una normativa se deben seguir los siguientes pasos:

- Una normativa es creada por un equipo de técnicos especializados en el tema.
- Se presenta a la máxima autoridad del ente competente para revisión y cambios.
- Al ser aprobada por la máxima autoridad del ente competente es presentada al Presidente de la República.

- El presidente hace una revisión y cambios y al ser perfeccionada se crea un decreto para su aprobación y entrada en vigencia.

3.2.6 Creación de una ley en Guatemala

Según una entrevista al licenciado Luis Mijangos, Director General del Congreso de la República para el año 2010, para la ejecución de un proyecto legislativo éste debe pasar por siete pasos importantes:

1. Exposición de motivos, en donde se colocan todos los estudios técnicos que lo respalden.
2. Parte considerativa, en esta se da la justificación por la cuál debe ser aprobada.
3. Parte dispositiva, contiene los lineamientos legales y se describe lo que se estará regulando.
4. La irreductibilidad indica que no se debe expresar más allá de lo necesario de lo que se desea regular.
5. En cuanto a la coherencia, se refiere a que no debe contener contradicciones o confusiones en ella.
6. La correspondencia se debe tener en cuenta ya que todas las leyes similares que existan deben estar presentes.
7. Por último se debe dar una discusión por parte de los diputados y una publicación y de esta manera ya quede en vigencia.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- 4.1.1 Generar información sobre el manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal.

4.2 Objetivos específicos

- 4.2.1 Recopilar lo contenido en las distintas legislaciones, nacional e internacional vigente relativo al manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en los países centroamericanos.
- 4.2.2 Determinar la cantidad de embarcaciones de recreo en Río Dulce, Izabal, como indicador de carga actual en el área.
- 4.2.3 Determinar el uso de tanques de retención para aguas residuales en embarcaciones de recreo en Río Dulce, Izabal.

5. METODOLOGÍA

5.1 Ubicación geográfica

5.1.1 Río Dulce

Dentro del departamento de Izabal se encuentra el Lago de Izabal, el cual posee un desfogue principal llamado Río Dulce, éste cuenta con un aproximado de 42 kilómetros de largo, 1500 metros en su parte más ancha y un área de 13,000 hectáreas, en donde se encuentran diversidad de flora y fauna. Su vegetación es parte de un bosque tropical lluvioso con un clima cálido durante la mayoría del año. (SIGAP, 2014)



Figura No. 5. Río Dulce, Izabal. (Google maps, 2014)

Su clima es húmedo con altas temperaturas, en los meses de noviembre a febrero se presentan lluvias con frecuencia, por lo que se vuelve más fresco el lugar. Entre marzo y mayo es el verano en donde se reporta la época más seca. La temperatura reportada para el área oscila entre los 26° y 27°, con una precipitación media anual de 200 a 300 centímetros de lluvia. Su hidrología se basa en dos vertientes principales la del río San Gil y la del río Santa Cruz. Con una dimensión de 160 y 240 kilómetros cuadrados respectivamente. (CONAP, 2009)

5.2 Definición de variables

Tabla No. 01. Variable dependiente y variables independientes

Objetivo General	Tipo de Variable	Variable
Generar información base sobre el manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal.	Dependiente	Información sobre vertidos de aguas residuales

Fuente. Elaboración propia, 2014

Tabla No. 02. Variables independientes

Objetivos específicos	Variable	Variable
Recopilar la legislación nacional e internacional vigente relativa al manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en los países centroamericanos	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamentos • Normas • Leyes • Convenios
Determinar la cantidad de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal.	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Número de barcos
Determinar el uso de tanques de retención para aguas residuales en embarcaciones de recreo atracadas en Río Dulce, Izabal.	Independiente	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de barcos que utilizan tanques de retención • Capacidad de carga de aguas residuales

Fuente. Elaboración propia, 2014

5.3 Diseño

Se contará con la ayuda de personas especializadas en el tema, los que han desarrollado una amplia experiencia a lo largo de los años y que estarán asesorando la investigación.

5.3.1 Selección de la muestra y muestreo

Para el desarrollo de la investigación se tomaron datos en las principales marinas turísticas de Río Dulce, Izabal; esto debido a que es una de las áreas con mayor tránsito de embarcaciones de recreo. La muestra que se tomo es simple aleatoria, debido a que se encuestaron a los dueños de los barcos recreativo.

El muestreo que se utilizó es el simple aleatorio ya que no existe ninguna sistematización u orden entre los barcos a encuestar. Para obtener el número de embarcaciones a encuestar fue necesaria la obtención del número total de barcos que se encuentran circulando en Río Dulce, lo que representa al segundo objetivo de la investigación.

5.3.2 Estimación del tamaño de la muestra

Una vez determinado el número de barcos en tránsito en el área de Río Dulce, se utilizó la siguiente fórmula para definir el número de embarcaciones a encuestar:

$$n = \frac{N * (p * q)}{\frac{(N-1)*(ME)^2}{z^2} + (p * q)}$$

5.4 Procedimiento

Gran parte de la información se obtuvo por medio de revisiones bibliográficas, principalmente artículos y leyes de otros países por lo que las herramientas más utilizadas fueron libros y páginas web de las entidades encargadas de la legislación del país, en general, será documental.

Para la obtención del número de barcos fue necesario solicitar el apoyo del Departamento Marítimo del Ministerio de la Defensa Nacional, para acceder a sus registros de embarcaciones para el año 2014.

Para la recolección de la información de campo se utilizaron encuestas y fichas específicas que serán parte del sustento al cuestionamiento de la investigación, tomando la información proporcionada por dueños o encargados de las embarcaciones.

Las siguientes encuestas fueron necesarias para alcanzar el tercer objetivo de la investigación, el cual es de importancia para la obtención de información en campo.

Encuesta utilizada para la recolección de información en campo.

1. ¿Cuál es el abanderamiento del barco?
2. ¿Qué tipo de barco posee? Catamarán Velero Yate Lancha Otro
3. ¿Cuántos pasajeros dependen de la embarcación? 1-5 personas 6-10 personas 11-20 personas
4. ¿Posee tanques de retención para su embarcación? Si No
5. ¿Usa sus tanques de retención? Si No
6. ¿Qué capacidad de retención para aguas residuales posee? < 200 litros 200-500 litros >500 litros
7. ¿Aproximadamente cada cuánto vacía sus tanques? Cada semana 1-2 veces al mes cada 2 meses o > otro
8. ¿Dónde descarga sus aguas residuales? Mar Abierto Sistema Directo Tratamiento Propio Otro

5.5 Análisis de información

La información consultada se utilizó de base y fundamento para sustentar la presente investigación, se consultaron fuentes bibliográficas de las cuales se seleccionó los principales lineamientos que rigen la normativa de distintos países, así como de la legislación nacional.

Para el análisis de la información de campo se realizó una tabulación de las encuestas de manera manual, así como un procesamiento de datos de forma computarizada, utilizando la herramienta Excel.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Legislación nacional e internacional vigente relativa al manejo de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo en los países centroamericanos.

6.1.1 Convenios internacionales adoptados por los países centroamericanos

Todos los países centroamericanos han firmado los convenios internacionales más relevantes que rigen la protección de la vida marina de la contaminación proveniente de buques. Los más relevantes y de aplicación general son los convenios CONVEMAR y MARPOL y menos conocido el convenio de Londres.

Al convenio de Londres se encuentran suscritos Guatemala, Honduras y Panamá, más no todos los países centroamericanos se encuentran en él. No es un documento estricto que busque prevenir la contaminación de todo tipo, es principalmente para la prevención de hidrocarburos y químicos que puedan provocar daños al ecosistema marino.

Los convenios mencionados se basan en el cumplimiento de buques, más no de embarcaciones de recreo ya que principalmente buscan asegurar la preservación del medio ambiente de embarcaciones comerciales, sin embargo pueden ser utilizados como base para la elaboración de una legislación específica para embarcaciones de recreo y deportivas.

6.1.2 Legislación Nacional en países Centroamericanos

6.1.2.1 *Guatemala*

El plan maestro del Parque Nacional Río Dulce integra una normativa de navegación de carácter administrativo, en la cual se prohíbe la descarga de aguas negras y grises dentro del parque, así como se prohíbe el uso de los sanitarios de las embarcaciones y únicamente utilizar los sanitarios en tierra permitidos, pero debido a que no posee sanciones ni se contempla en una ley nacional no hay forma de obligar a los dueños de embarcaciones a respetar dichas reglas.

Otro de los problemas encontrados es la falta de cumplimiento a la legislación para las instalaciones que prestan el servicio de atraque a las embarcaciones, por lo que pueden no ser lo suficientemente efectivas para albergar a un gran número de embarcaciones de recreo.

INGUAT posee un reglamento de operadores de Marinas Turísticas, en donde se encuentran los requisitos necesarios para la operación las mismas. En su artículo no. 5, enunciado “i” se menciona que deben poseer instalaciones adecuadas para la recolección de basura, aceite, desperdicios y aguas residuales, de no poseer todos los requisitos no se aprobará su funcionamiento, más ninguna cuenta con todas las instalaciones descritas en el reglamento, por lo que gran parte de la falta, corresponde a la falta de monitoreo y a la autorización del Instituto de Turismo.

6.1.2.2 *El Salvador*

La ley de Medio Ambiente de El Salvador en sus artículos No. 51 y 85, contempla la protección del medio costero-marino, en donde hace referencia, que para prevenir la contaminación se deben adoptar medidas como la prevención de vertimientos y derrames de desechos y en caso de que el medio se vea afectado por alguno de estos sucesos, el responsable deberá restaurar el área o ecosistema dañado, de no ser posible dicha acción se verá obligado a una indemnización no sólo al Estado si no también a los afectados.

En dicha ley no se especifica al ente generador por lo que puede ir incluido cualquier tipo de embarcación o bien instalaciones que se encuentren conectadas a la zona marino costera y de esta manera restringir los vertimientos de todo tipo.

En el decreto No. 994 de la Asamblea Legislativa de la República de El Salvador se encuentra el apartado para el Manejo de Costas y Restricciones sobre el uso de Playas, en su artículo No. 235 se hace referencia que las embarcaciones tienen prohibido la descarga de aguas residuales, petróleo, basura, entre otras que pueda causar daño a las

aguas bajo la jurisdicción de El Salvador; únicamente habrá excepción en caso de encontrarse en peligro vidas humanas y riesgo de pérdida de la embarcación.

En el artículo No. 236 se indica que el inspector designado puede detener una embarcación y multar al propietario que infrinja las normas de vertimientos en el mar, más este artículo hace referencia a buques pero al no encontrarse especificado el tonelaje de los mismos es aplicable a cualquier tamaño y tipo de embarcación.

Como es notable la legislación salvadoreña, toma en cuenta no sólo a las embarcaciones si no a un ente especializado y encargado para la supervisión de cumplimiento por lo que se encuentra más restringido en materia de vertidos y protegido el medio marino.

6.1.2.3 *Costa Rica*

La ley Orgánica del Ambiente de Costa Rica contempla en sus artículos 65 y 66, que todas las aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser liberadas a cualquier cuerpo de agua, incluyendo mares. Los vertidos deberán ser tratados por los entes generadores de los mismos.

No obstante dicha ley no se encuentra dirigida a embarcaciones de ningún tipo pero al momento de generar aguas residuales se encuentran con la obligación de tratarlas para poder ser descargadas en las aguas bajo la jurisdicción de Costa Rica, ya que se encuentran ocupando el lugar de un ente generador que sí es normado por la ley.

En el Reglamento a la Ley de Concesión y Funcionamiento de Marinas Turísticas de Costa Rica, en su artículo No. 3 se definen las características que deben poseer las marinas para dar servicio a las embarcaciones recreacionales y turísticas de cualquier abanderamiento, es obligación contar con instalaciones sanitarias e higiénicas que brinde facilidades para la recolección y almacenaje de desechos. Esto hace constar que todas las embarcaciones se encuentran en la obligación de utilizar dichas instalaciones

para la prevención de la contaminación del ecosistema marino, así como las marinas se encuentran obligadas a prestar los servicios básicos.

En los artículos No. 48, 54 y 55 se prohíbe la descarga de cualquier material contaminante, sentinas, aceites, basuras y otros en el área de las marinas o atracaderos turísticos, de realizarse el propietario de la embarcación deberá limpiar los daños y pagar multa por los daños causados, de ser poseer abanderamiento internacional no se permitirá el zarpe y de encontrarse registrado con la bandera de Costa Rica será suspendido su permiso de navegación hasta cumplir con lo impuesto.

Los artículos mencionados anteriormente obligan, no sólo a las embarcaciones nacionales si no a las internacionales a proteger el medio marino bajo su jurisdicción y de esta forma poder seguir con un uso sostenible de sus recursos.

6.1.2.4 *Honduras*

Honduras cuenta con el Reglamento Relativo a las Instalaciones Portuarias de Recepción de Desechos Generados por los Buques y Residuos de Carga en donde se define en su artículo No. 2, que éste será aplicado a todos los buques incluyendo los de pesca y embarcaciones de recreo sin importan su origen mientras se encuentren en aguas y puertos de Honduras. La aplicación del mismo está extendida a todos los puertos del país.

El reglamento contempla de forma general que las embarcaciones deben dirigirse a empresas destinadas para la extracción de los residuos, así como debe generarse una boleta de información en donde se haga constar que se ha realizado de forma legal y segura el desagüe de las mismas. Todos los buques deberán entregar los desechos a una instalación portuaria autoriza antes de abandonar el puerto en el que se encuentran.

En el reglamento se utiliza el término “Desechos Generados por Buques” en donde se incluyen aguas residuales, provenientes de mantenimiento y de cargamentos. Así también se contempla como “Embarcación de recreo” a todo tipo de embarcación con

independencia y destinadas a actividades deportivas o recreativas, por lo que si se regula los vertimientos de aguas residuales a estas embarcaciones, aún cuando el país se encuentre suscrito al convenio de Londres.

En el artículo No. 3 se obliga a las instalaciones portuarias a poseer los medios necesarios para la recepción de desechos generados por los buques que se encuentren tocando puerto ya que estas dependen el cumplimiento de la ley, así como la preservación del ecosistema marino, por lo que se hace constar que dichas empresas están normadas y supervisadas por un ente encargado de velar por la seguridad de la vida marina.

6.1.2.5 *Nicaragua*

En Nicaragua la Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y Recursos Naturales No. 559, en su artículo No. 7 se prohíbe a cualquier persona jurídica o natural la descarga, deposito o infiltración de aguas residuales y que entren en contacto con ríos, lagos o aguas marinas, aún cuando dicha ley no contemple embarcaciones de ningún tipo, tampoco las excluye por lo que pueden tomarse como entes generadores y encontrarse regidas por la legislación medioambiental.

Existe una Ley General para Puertos en Nicaragua, en donde el artículo No. 3 hace referencia a que es aplicable no solo a puertos y buques comerciales, si no a embarcaciones de pesca, recreativas y turísticas, pero las reglamentaciones que se presentan son para todas las marinas y clubs náuticos que se encuentren en el territorio nacional y en ellas se incluyen las embarcaciones, más no son reguladas de forma directa.

En el Título IV de la Ley General de Puertos, artículo No. 51 se describe que cada una de las instalaciones portuarias deberá poseer los sistemas y procedimientos internaciones en materia de descarga, tratamiento y transferencia de residuos y de esta manera prevenir la contaminación ambiental.

El río San Juan se encuentra en la línea divisoria entre Nicaragua y Costa Rica, aquí se ven en la necesidad de regular las embarcaciones que transitan por el mismo, especialmente las que son dirigidas a dicho país vecino, es por esto que se creó la Comisión Interinstitucional para Desarrollar e Implementar la Reglamentación de la Navegación en el Río San Juan, Específicamente, en la parte en donde La Corte Internacional de Justicia le otorga derechos limitados de navegación a la República de Costa Rica.

En el Título VI, artículos 60, 62 y 63 de dicho reglamento se prohíbe a la embarcaciones navegar con problemas de fugas en sus sistemas de control de contaminación y únicamente puede descargarlas en instalaciones receptoras aptas, si por algún motivo se contaminara los responsables de las embarcaciones deberán reparar los daños producidos.

6.1.2.6 *Panamá*

Panamá cuenta con una Ley General de Marina Mercante en donde se define que todas las naves de recreo podrán ser inscritas en la Marina Mercante para ser normadas en cuanto a la prevención de contaminación de cualquier tipo.

En el Artículo No. 1 de la Ley sobre la Contaminación del Mar y Aguas Navegables del Consejo Nacional de Legislación de la República de Panamá se prohíbe la descarga de cualquier sustancia que pueda contaminar las aguas navegables de su territorio que sean provenientes de cualquier embarcación, aeronave o bien instalaciones marítimas y terrestres. En los artículos No. 7, 10 y 17 se describe que en caso de ser accidental se deberá notificar a la autoridad encargada para poner en marcha las medidas para evitar el daño al ecosistema, así como el dueño de la embarcación será el responsable de los daños ocasionados al ecosistema.

Según el Artículo No. 12 al darse una descarga proveniente de un buque se llevará a cabo una retención de la embarcación hasta el esclarecimiento del mismo, o bien procederá a pagar una cantidad como multa por los daños ocasionados y de esta

manera se está obligando a que las diversas embarcaciones mantengan especial atención a los vertidos provenientes de sus embarcaciones.

6.2 Número de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal

Según las capitanías de Livingston, Puerto Barrios y Santo Tomás de Castilla, las embarcaciones que se encuentran navegando en Río Dulce entre los meses de enero y julio del año 2014 se encuentran divididas de la siguiente forma:

Tabla No. 03. Número de embarcaciones que navegan en el área de Río Dulce, Izabal.

Origen	No. De embarcaciones
Abanderamiento nacional	295
Abanderamiento extranjero	380
TOTAL DE EMBARCACIONES	675

Fuente. Elaboración propia, 2014

Estos datos son obtenidos por reportes y registros a las capitanías de puerto cada vez que una embarcación se encuentra en movimiento dentro del área.

6.3 Determinación de utilización de tanques de retención

La fórmula para conocer el número de encuestas a pasar, fue aplicada a los 675 barcos registrados.

Para determinar estimaciones para “p” y “q” de la ecuación, se corrió un muestreo preliminar, en donde:

$$p = \frac{13}{18}$$

$$p = 0.72$$

De este resultado se obtiene q y se determina de la siguiente manera

$$q = 1 - 0.72$$

$$q = \mathbf{0.18}$$

Una vez obtenidas las variables “ p ” y “ q ” se procedió a aplicar la fórmula al universo de barcos reportados para el 2014:

$$n = \frac{675 * (0.72)(0.28)}{\frac{(675-1)*(0.15)^2}{(1.96)^2} + (0.72) * (0.28)}$$
$$n = \frac{136.08}{3.9475 + 0.2016}$$
$$n = 32.80 \approx \mathbf{33}$$

De las visitas de campo se obtuvieron un total de 35 encuestas, a pesar de ser mayor a las requeridas por la fórmula es una baja cantidad ya que la mayoría de las embarcaciones son extranjeras y muchos se encuentran de viaje por la época. Los resultados son:

6.3.1 Abanderamiento de la embarcación

Se obtuvo el lugar de origen de los barcos encuestados para tener un panorama más amplio de la procedencia y costumbres de los dueños de las embarcaciones.

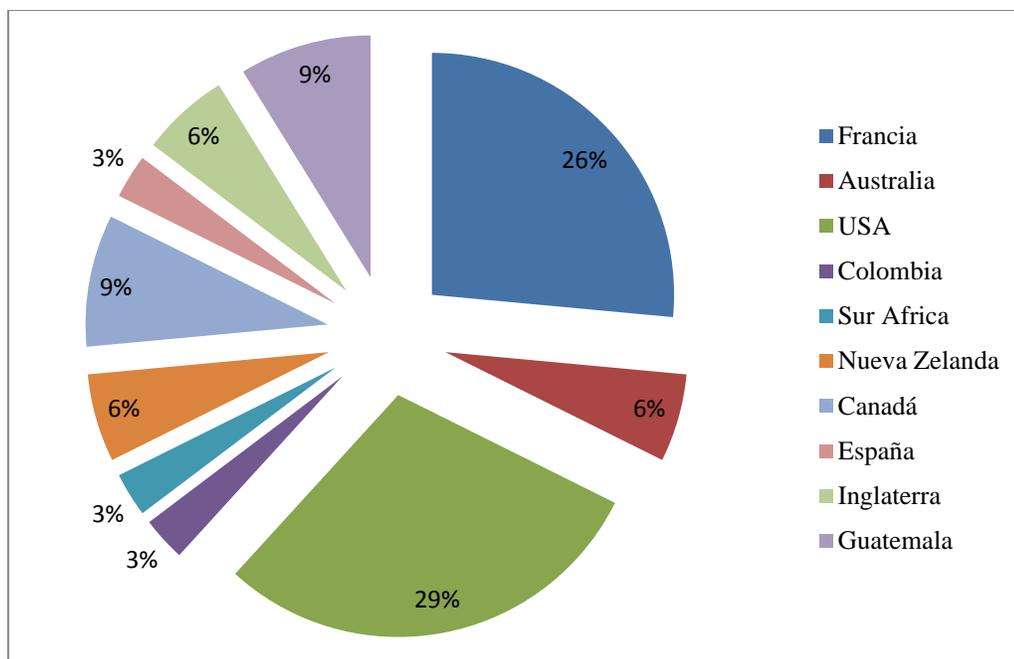


Figura No. 06. Abanderamiento de las embarcaciones (Trabajo de campo, 2014)

La mayor cantidad de embarcaciones pertenecía a Francia (3), los cuales también reportan ser los que más poseen tanques de retención, incluso algunos poseen tratamiento a las aguas residuales que vierten al medio acuático. Es notable que gran parte de las embarcaciones posee abanderamiento europeo (14), así como estadounidense, pero, según las personas entrevistadas, gran parte de las embarcaciones pertenecientes a Guatemala poseen otro abanderamiento, esto con el fin de reducir los impuestos que deben pagar.

Gran cantidad de los barcos con abanderamiento nacional no pudieron ser encuestados debido a que se encuentran en propiedades privadas y no en marinas por lo que su acceso se encontraba restringido, según los comentarios de personas locales y pertenecientes a embarcaciones, las mejores fechas para la obtención de información son de los meses de octubre a diciembre, pero para efectos del trabajo no pueden tomarse dichas fechas.

6.3.2 Tipo de embarcación

Es importante conocer el tipo de embarcación para saber si poseen la capacidad de implementar tanques de retención.

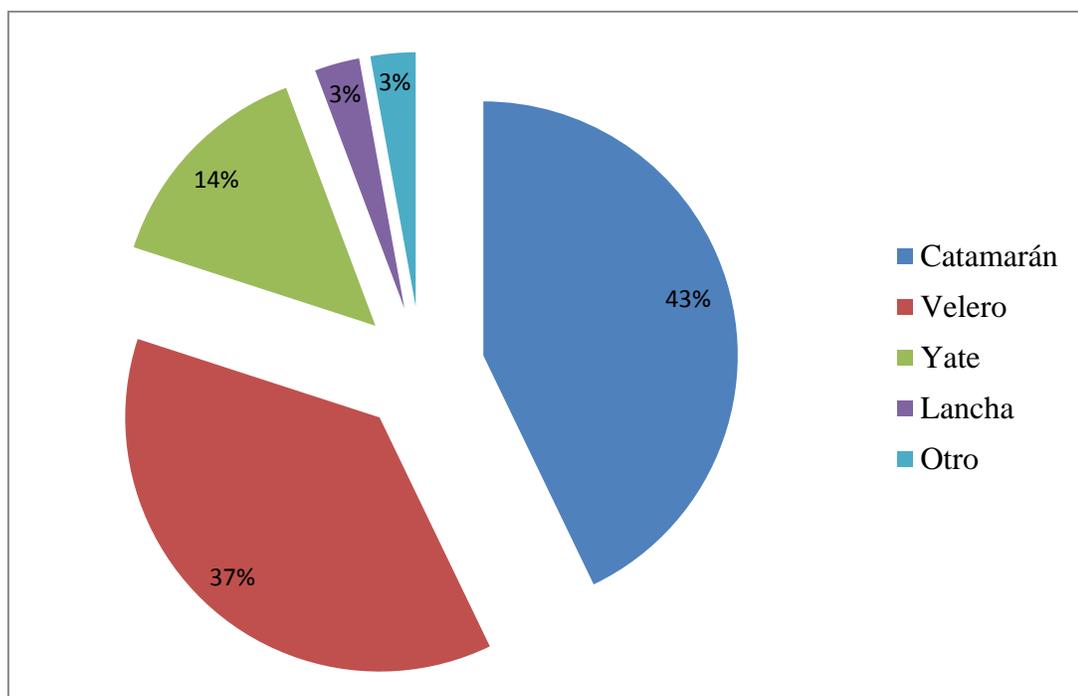


Figura No. 07. Porcentajes de tipos de barcos presentes (Trabajo de campo, 2014)

El análisis refleja que el porcentaje de catamaranes es del 43% y veleros del 37%, siendo los de mayor número que se encuentran en Río Dulce, éstos poseen una gran capacidad para albergar personas y debido a su estructura poseen mayor espacio para portar tanques de retención y otros mecanismos para el tratamiento de las aguas residuales, por lo que dichas estructuras deberían estar incluidas en el barco.

6.3.3 Cantidad de personas que dependen de las embarcaciones

El número de personas en las embarcaciones es importante para conocer aproximadamente la cantidad de aguas residuales que se están aportando al ecosistema acuático en Río Dulce.

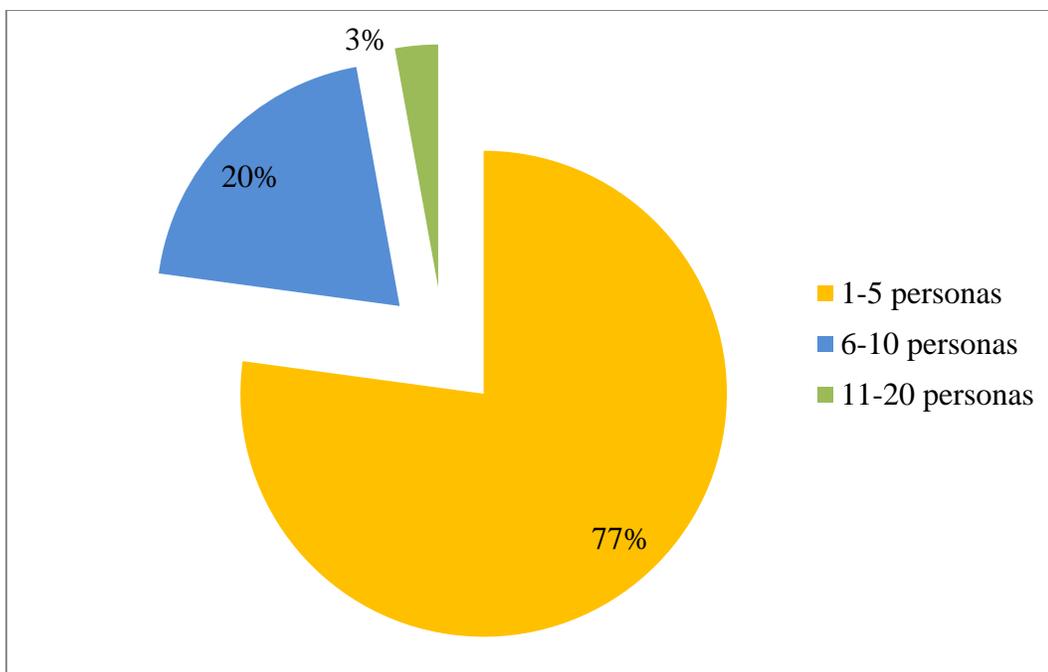


Figura No. 08. Personas que dependen de la embarcación (Trabajo de campo, 2014)

La mayoría de embarcaciones reportaban de 1 a 5 personas pero el 20% registraba una mayor cantidad, según investigaciones científicas (eufic, 2006) cada persona excreta un promedio de 1.5 litros de orina al día y 150 gramos de heces fecales (xatakaciencia, 2010) por lo que suponiendo que en promedio una embarcación alberga de 3 a 4 pasajeros multiplicado por el número de orina al día, se tiene un aproximado de 5.25 litros diarios por embarcación y según los registros obtenidos, existen 675 embarcaciones dando un total de 3,543.75 litros de orina diaria que es vertida a Río Dulce.

Utilizando la misma cantidad de personas y embarcaciones para obtener el promedio de heces fecales que son descargadas al río, se obtiene un aproximado 354.38 kilogramos de excretas diarias que son vertidas en Río Dulce, en éstas cantidades no se cuenta las descargas que se hace de aguas grises ni descargas directas de las poblaciones que se encuentran alrededor del río, lo cual es alarmante.

En una de las entrevistas un propietario de un velero comentó que la razón por la que muchos turistas deciden no bañarse en las aguas de Río Dulce es porque conocen el

tipo de aguas que son vertidas por las mismas embarcaciones, por lo que prefieren pagar para ser trasladados a playas u otros lugares en donde puedan tener contacto con ecosistemas acuáticos menos dañados.

6.3.4 Presencia y uso de los tanques de retención.

No todos los tanques de retención son instalados de fábrica, especialmente a los barcos que se encuentran desde hace varios años en uso, pero esto no es motivo por el cual no deben ser colocados en la embarcación.

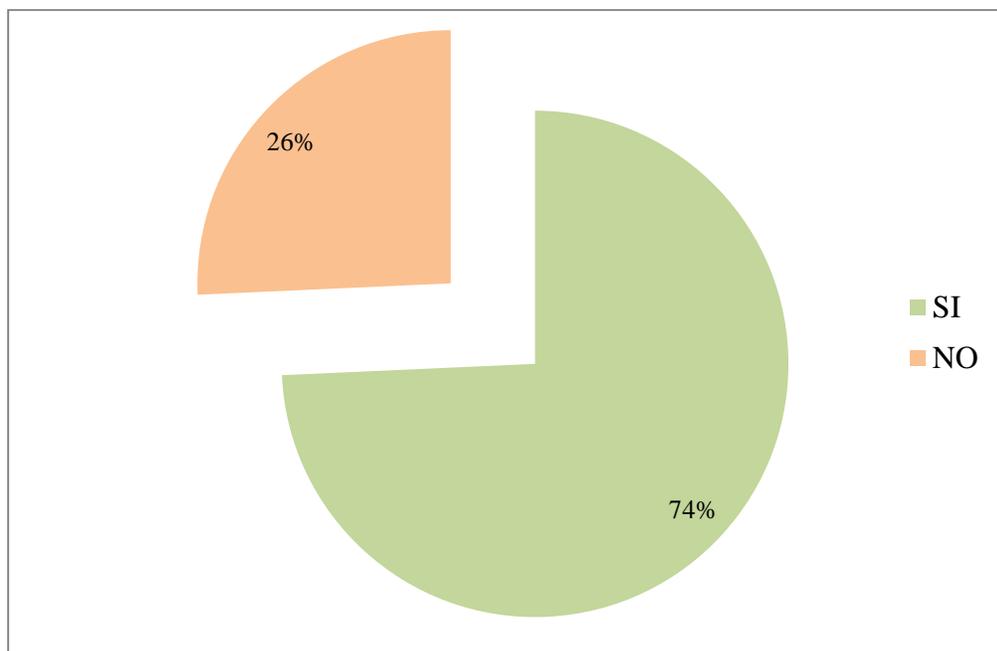


Figura No. 09. Porcentajes de embarcaciones que poseen tanques de retención (Trabajo de campo, 2014)

El 74% de embarcaciones que si poseen sus tanques de retención se encuentran limitados a la utilización de los mismos, al no poder trasladar los desechos a alguien que se haga cargo y únicamente pueden vaciarlos cada vez que salgan a mar abierto, por lo que prefieren no utilizarlos y dejar los sistemas directos o bien utilizan las instalaciones sanitarias de las marinas en las que se encuentran.

6.3.5 Utilización de tanques de retención

La utilización de los tanques de retención es importante para controlar los vertidos de aguas residuales al ecosistema acuático por lo que debe buscarse la manera de incrementar su implementación.

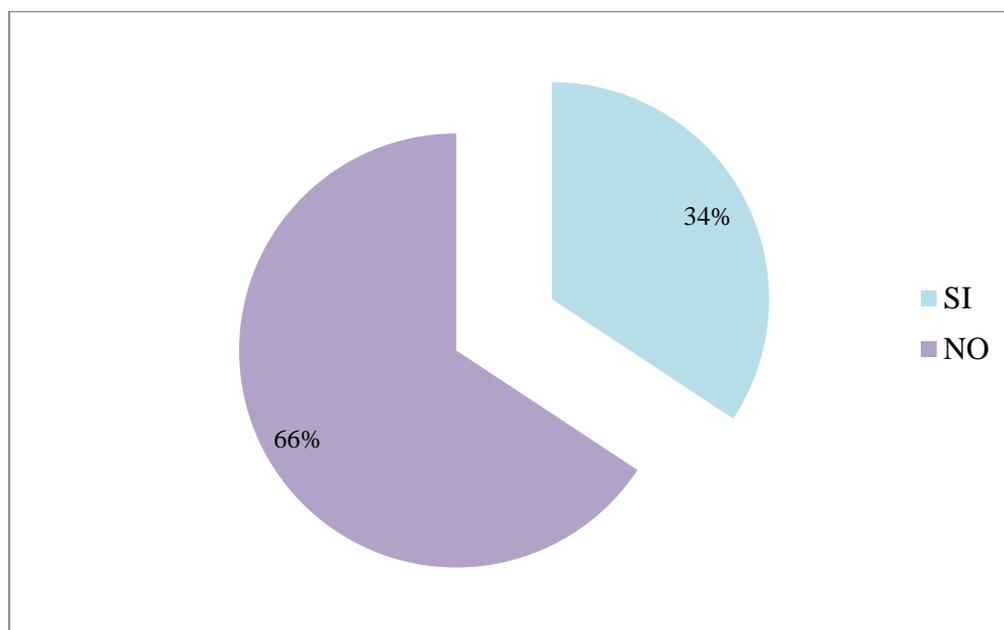


Figura No. 10. Porcentajes de embarcaciones que utilizan tanques de retención (Trabajo de campo, 2014)

Los porcentajes reflejados por las encuestas sobre la utilización de los tanques de retención puede deberse a diversas situaciones, entre ellas se encuentra que ninguna marina en Guatemala cuenta con la capacidad de recibir y tratar las aguas residuales que se producen en la embarcación, así mismo un 26% de las embarcaciones no los poseen y se manifiesta en el 66% que no los utilizan.

6.3.6 Capacidad de retención de los tanques

Debido a que gran parte de las embarcaciones implementaron sus tanques recientemente la capacidad de los mismos no es puntual ni homogénea en todas las

embarcaciones, por lo que era necesario conocer la mayor tendencia de capacidad de los mismos.

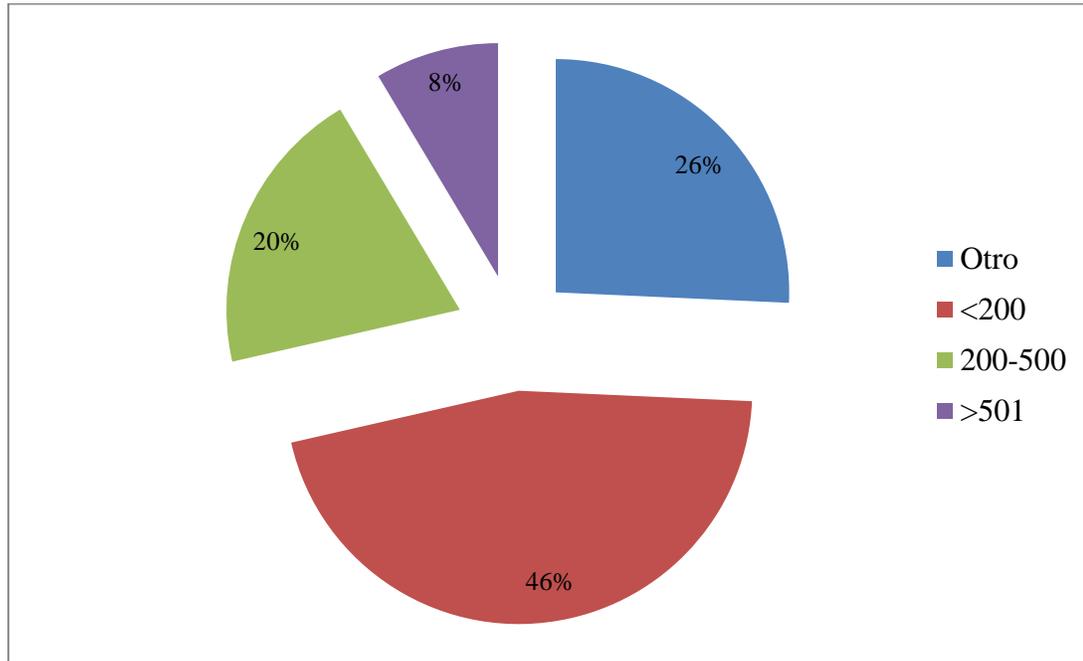


Figura No. 11. Porcentajes capacidad de retención (Trabajo de campo, 2014)

Los tanques de retención deben tener la capacidad suficiente para almacenar los desechos de las personas reportadas en cada una de las embarcaciones por varios días, los tanques más comunes poseen menos de 200 litros de capacidad, esto indica que las descargas de los mismos deben ser periódicas y con poco tiempo de distancia una de la otra y al encontrarse atracados en lugares donde no se exista un servicio de tratamiento se ven obligados a verter las aguas residuales al ecosistema.

6.3.7 Vaciado de tanques de retención

La cantidad de veces que una embarcación vacía sus tanques de retención depende la utilización que le den a los mismos, es decir que si utilizan otros servicios sanitarios las veces que se ven en la necesidad de verter aguas residuales es menor.

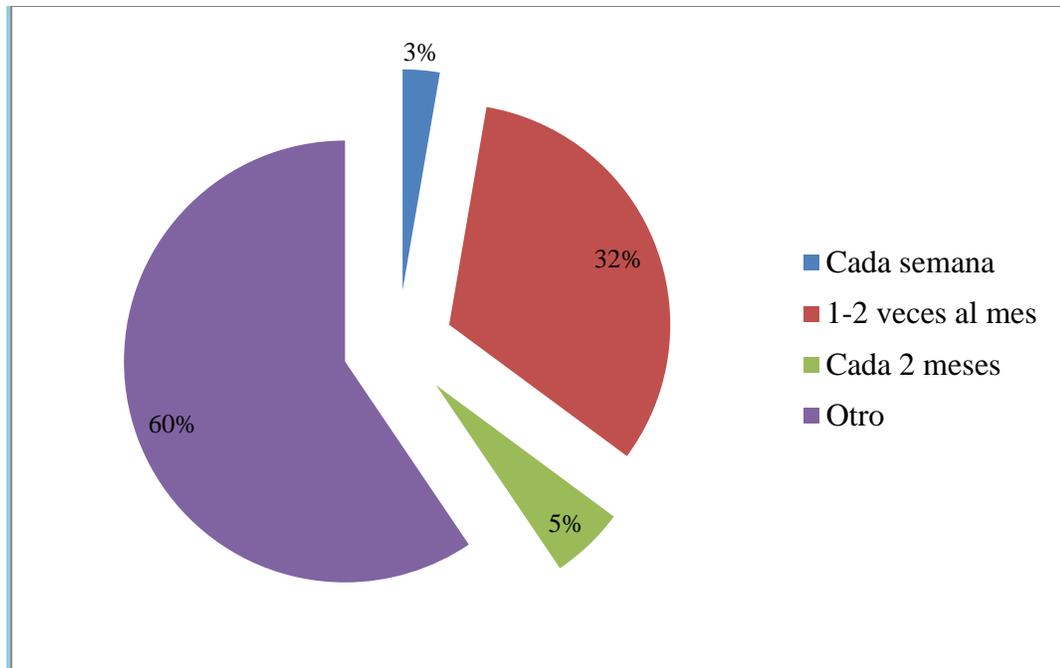


Figura No. 12. Personas que dependen de la embarcación (Trabajo de campo, 2014)

La mayoría de propietarios que sí utilizan los tanques de retención hacen descargas de 1 a 2 veces por mes (32%), únicamente los que poseen tanques de altas capacidades lo hacen en periodos más largos, la figura No.12 muestra que el 60% utilizan otras formas de eliminar de sus embarcaciones las aguas residuales, es decir que poseen un tratamiento propio, descargas directas o uso de sanitarios de las marinas en las que se encuentran.

6.3.8 Lugar de vertido de las aguas residuales

El convenio MARPOL permite que los tanques de retención sean vaciados y limpiados en mar abierto a 12 millas de la costa, si las aguas no cuentan con un tratamiento previo, por lo que las embarcaciones deberían salir de las marinas e incluso de la bahía para vaciar sus tanques.

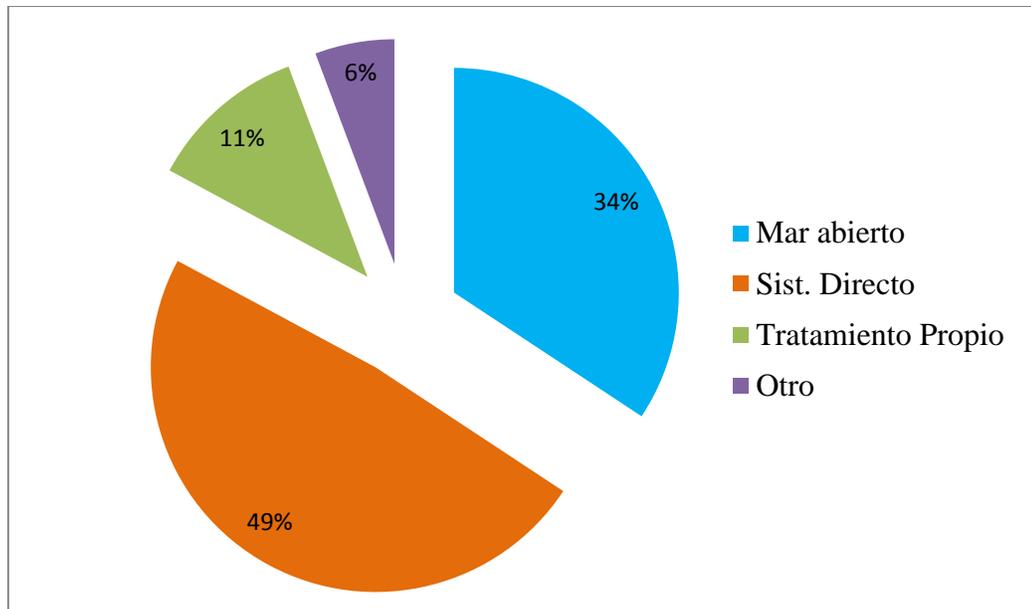


Figura No. 13. Lugares más utilizados para verter las aguas residuales(Trabajo de campo, 2014)

El principal lugar para el vertimiento de las aguas residuales es el mar abierto ya que es la regulación internacional a la que la mayoría de países se encuentran, sin embargo el 49% de las descargas se hacen de forma directa, sin tratamiento y sin importar el lugar en el cuál se encuentre atracada la embarcación. Sólo un 11% de las embarcaciones posee un tratamiento de aguas residuales, más no es utilizado siempre, ya que prefieren un vertimiento de forma directa.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 En los diferentes países de Centro América existen leyes que regulan los vertimientos de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo, las cuales pueden ser utilizadas como base para la creación de una reglamentación en Guatemala.
- 7.2 La legislación de Guatemala carece de instrumentos y medidas propias que abarquen los vertimientos de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo, únicamente el plan maestro del parque nacional Río Dulce cuenta con una prohibición, la cual es desconocida o desacatada por la mayoría de embarcaciones tanto nacionales como extranjeras.
- 7.3 La cantidad de embarcaciones que navegan en Río Dulce asciende a 675, de las cuales el 56% son de bandera extranjera y el 44% nacionales, cantidad que determina la carga de aguas residuales actuales, considerando que por carecer de instalaciones en tierra, las viertan al cuerpo de agua.
- 7.4 Un 66% de las embarcaciones que transitan en Río Dulce, Izabal no utilizan tanques de retención para aguas residuales, lo cual indica que Guatemala carece de controles legales para el manejo de vertimientos de aguas residuales provenientes de las embarcaciones de recreo.
- 7.5 Para el periodo estudiado, las descargas provenientes de embarcaciones de recreo en el área de Río Dulce, Izabal se estima que se encuentran de 3,543.75 litros de orina y 354.38 kilogramos de heces fecales que son vertidas diariamente, esto sin contar con las descargas de las poblaciones a orillas del cuerpo del cuerpo de agua.

8. RECOMENDACIONES

- 9.1 Promover investigaciones relacionadas a la calidad del agua en las marinas turísticas para determinar el impacto que las descargas de aguas residuales provenientes de las embarcaciones de recreo tienen sobre el ecosistema acuático.

- 9.2 Construir una normativa nacional sobre las descargas de aguas residuales provenientes de embarcaciones de recreo y otro tipo, para prevenir contaminaciones de tipo físico, químico y biológico de alto riesgo al ecosistema marino nacional.

- 9.3 Exigir el cumplimiento de las disposiciones del reglamento para Operadores de Marinas Turísticas que posee el Instituto Guatemalteco de Turismo.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Asamblea Nacional Constituyente. (1993). Constitución política de la República de Guatemala: Reformada por acuerdo legislativo No. 18-93 del 17 de noviembre de 1993 [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de http://www.oas.org/juridico/MLA/sp/gtm/sp_gtm-int-text-const.pdf
2. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán [AMSA]. (2005). Manual de operación y mantenimiento: Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) “la Cerra”. Guatemala: Autor.
3. Caorsí, Y. (2004). Retención de vertidos, problemas de interpretación [en línea]. Recuperado marzo 24, 2014, de http://www.nauticalegal.com/artics/Navegar_n164_p134.pdf
4. Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP]. (2004). Plan Maestro 2005-2010: Parque Nacional Río Dulce. Guatemala.
5. Congreso de la República de Guatemala. (1955). Acuerdo Gubernativo del 26 de mayo de 1955. Guatemala. Recuperado septiembre 04, 2014, de <http://www.sip.marn.gob.gt/admin/docs/1p2p32p2.pdf>
6. Congreso de la República de Guatemala. (1986). Decreto 88-86: Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. Guatemala. Recuperado septiembre 27, 2014, de http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/guatemala/guatemala_1986.pdf
7. Cuido el Agua. (2009). Aguas residuales [en línea]. Recuperado julio 20, 2014, de <http://www.cuidoelagua.org/empapate/aguasresiduales/aguasresiduales.html>

8. DFM Aguas. (2014). Planta de tratamiento de aguas residuales para barcos [en línea]. Recuperado julio 24, 2014, de <http://www.dfmaguas.com/userfiles/file/CATALOGOS%202012/Compacta%20Aguas%20Residuales%20para%20Barcos.pdf>
9. Dirección Marítima Nacional de Colombia. (2014) Convención sobre el derecho del mar [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/convemar_es.pdf
10. El Hotelito Perdido. (2013). Río Dulce [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de <http://www.hotelitoperdido.com/main.php?page=riodulce&lang=es&res=1024x768>
11. European Food Information Council. (2014). Equilibrio hídrico, líquidos e importancia de una buena hidratación [en línea]. Recuperado julio 20, 2014, de <http://www.eufic.org/article/es/artid/equilibrio-hidrico-liquidos-hidratacion/>
12. Google. (2014). Definición de yate [en línea]. Recuperado septiembre 08, 2014, de [dehttps://www.google.com.gt/search?q=yate+definicion&espv=2&biw=1280&bih=923&source=lnms&sa=X&ei=xMINVPTsONLBggS5h4HIAQ&ved=0CAcQ_AUoAA&dpr=1](https://www.google.com.gt/search?q=yate+definicion&espv=2&biw=1280&bih=923&source=lnms&sa=X&ei=xMINVPTsONLBggS5h4HIAQ&ved=0CAcQ_AUoAA&dpr=1)
13. Instituto Guatemalteco de Turismo [INGUAT]. (2014). Guatemala: Cada vez vienen más turistas, gastan más y permanecen más tiempo [en línea]. Recuperado abril 03, 2014, de <http://www.inguat.gob.gt/noticias/incremento-de-turistas-guatemala-2014.html>
14. International Chamber of Shipping. (s. f). El historial de la OMI [en línea]. Recuperado marzo 16, 2014, de <http://www.shippingandco2.org/ElhistorialdelaOMI.htm>

15. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. (2014). ¿Qué es un vertido? [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vertidos-de-aguas-residuales/que-es-vertido/>
16. Ministerio de Fomento de España. (2003). ORDEN FOM/1144/2003, de 28 de abril, por la que se regulan los equipos de seguridad, salvamento, contra incendios, navegación y prevención de vertidos por aguas sucias, que deben llevar a bordo las embarcaciones de recreo [en línea]. Recuperado marzo 24, 2014, de <http://www.boe.es/boe/dias/2003/05/12/pdfs/A18144-18152.pdf>
17. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2009). Política Política para el Manejo Integral de las Zonas Marino Costeras de Guatemala [en línea]. Recuperado julio 18, 2014, de http://www.segeplan.gob.gt/downloads/clearinghouse/politicas_publicas/Recursos%20Naturales/Pol%C3%ADtica%20Marino%20Costera.pdf
18. Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (1982). Convención sobre el derecho del mar [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de <http://www.dimar.mil.co/content/convenci%C3%B3n-de-las-naciones-unidas-sobre-el-derecho-de-mar-1982-convemar-no-parte>
19. Organización Marítima Internacional [OMI]. (2014). International convention for the prevention of pollution from ships [en línea]. Recuperado marzo 16, 2014, de <http://www.imo.org/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Prevention-of-Pollution-from-Ships-MARPOL.aspx>

20. OMI. (1978). Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques [en línea]. Recuperado marzo 16, 2014, de <http://www.cetmar.org/documentacion/MARPOL.pdf>
21. Parra, S. (2010). Los fluidos corporales en cifras [en línea]. Recuperado julio 15, 2014, de <http://www.xatakaciencia.com/biologia/los-fluidos-corporales-en-cifras>
22. Real Academia Española de la Lengua [RAE]. (2001). Diccionario de la lengua española: Yate [en línea]. Recuperado septiembre 08, 2014, de <http://lema.rae.es/drae/?val=>
23. Servicios Turísticos Antigua S. A. [TURANSA]. (2013). Izabal [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de http://www.turansa.com/castellano/paginas/departamentos_de_guatemala/izabal_es.htm
24. SevernTrend De Nora. (2013). Entendemos el tratamiento de aguas residuales marinas [en línea]. Recuperado julio 24, 2014, de <http://www.severntrenddenora.com/Products-and-Services/Marine-Sewage-Treatment-Systems/MARINER-OMNIPURE-Series-M55/750-0006SP.pdf>
25. Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas [SIGAP]. (2014). Viaje por las áreas protegidas de Guatemala [en línea]. Recuperado marzo 25, 2014, de <http://www.turismo-sigap.com/es/ruta-delcaribe-verde/parque-nacional-rio-dulce>

9. ANEXOS

TABULACIÓN DE DATOS

1. ¿Qué tipo de barco posee?	
Catamarán	15
Velero	13
Yate	5
Lancha	1
Otro	1
2. ¿Posee tanques de retención para su embarcación?	
SI	26
NO	9
3. ¿Usa sus tanques de retención?	
SI	12
NO	23
4. ¿Qué capacidad de retención para aguas residuales posee?	
Otro	9
<200	16
200-500	7
>501	3
5. ¿Cuál es el abanderamiento del barco?	
Francia	9
Australia	2
USA	10
Colombia	1
Sur África	1
Nueva Zelanda	2
Canadá	3

España	1
Inglaterra	2
Guatemala	3

6. ¿Cuántos pasajeros dependen de la embarcación?

1-5 personas	27
6-10 personas	7
11-20 personas	1

7. ¿Aproximadamente cada cuánto vacía sus tanques?

Cada semana	1
1-2 veces al mes	12
Cada 2 meses	2
Otro	22

8. ¿Dónde descarga sus aguas residuales?

Mar abierto	12
Sistema Directo	17
Tratamiento Propio	4
Otro	2

GLOSARIO

1. Abanderamiento

Acción de abanderar. Se le llama así a otorgar una bandera para indicar el lugar de origen a la embarcación.

2. Astillero

Se le llama así al establecimiento en el cual se construyen y reparan los diferentes tipos de buques.

3. Buque

Es llamado de esta manera a los barcos con cubierta que, por su tamaño, solidez y fuerza, es adecuado para navegaciones o empresas marítimas de importancia.

4. Capitán de puerto

Oficial de la Marina de guerra encargado del orden y policía del puerto.

5. Capitanía de puerto

Oficina del capitán de puerto.

6. Contaminación

Acción y efecto de contaminar. Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos.

7. Convenio

Acuerdo entre dos o más personas o entidades sobre un asunto.

8. Lancha

Embarcación pequeña para atravesar los ríos, y, en el mar, para pescar y para otros servicios.

9. Legislación

Conjunto o cuerpo de leyes por las cuales se gobierna un Estado, o una materia determinada.

10. Mar abierto

Masa de agua salada que cubre la mayor parte de la superficie de la Tierra.

11. Marina Mercante

Es una flota no militar de titularidad privada que proporciona medios para el transporte marítimo de materias primas, productos y pasajeros

12. Navegación

Es la ciencia y arte de navegar.

13. Nudo

Unidad de velocidad para barcos y aviones, equivalente a una milla náutica por hora.

14. Plan Maestro

Documento rector para la ordenación territorial gestión y desarrollo de las áreas protegidas.

15. Protocolo

Acta o cuaderno de actas relativas a un acuerdo, conferencia o congreso diplomático.

16. Ratificar

Aprobar o confirmar actos, palabras o escritos dándolos por valederos y ciertos.

17. Residencia extendida

Consiste en la permanencia de una embarcación y sus tripulantes, por periodos prolongados sin una fecha límite de estadía.

18. Sentina

Cavidad inferior de la nave, que está sobre la quilla y en la que se reúnen las aguas que, de diferentes procedencias, se filtran por los costados y cubierta del buque, de donde son expulsadas después por las bombas.

19. Tanques de retención

Recipiente de gran tamaño, normalmente cerrado, destinado a contener líquidos o gases, en naves para retener aguas residuales o grises.