



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Información General

Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente
-PUIRNA-

**CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURÍSTICAS EN EL CARIBE DE
GUATEMALA**

4.8.69.4.66

CENTRO UNIVERSITARIO DE IZABAL -CUNIZAB-/IICI

Hugo Leonel Hidalgo Colindres coordinador
Luis Alfredo Dardón Sandoval, investigador
Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera Auxiliar investigación I
Luis Fernando Chicojay de León Auxiliar investigación II

La Nueva Guatemala de la Asunción, 29 de febrero de 2024



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Contraportada

Autoridades

Dra. Alice Burgos Paniagua
Directora General de Investigación

Ing. Agr. MARN Julio Rufino Salazar
Coordinador General de Programas

Inga. M Sc. Andrea Rodas Morán
Coordinadora Programa Universitario de Investigación en Recursos Naturales y Ambiente

Autores

Lic. M Sc. Hugo Hidalgo Colindres
Coordinador del proyecto

Ing. en Gestión Ambiental Local. Luis Alfredo Dardón Sandoval
Investigador

Lic. Manuel de Jesús Ixquiac Cabrera
Auxiliar de investigación I

Luis Fernando Chicojay de León
Auxiliar de investigación II

Colaborador:

Jorge Cortez. Instituto de Investigaciones del Caribe de Izabal/Cunizab

Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación (Digi), 2023. El contenido de este informe de investigación es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Esta investigación fue cofinanciada con recursos del Fondo de Investigación de la Digi de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través de la partida presupuestaria 4.8.69.4.66 en el Programa Universitario de Investigación PIURNA.

Los autores son responsables del contenido, de las condiciones éticas y legales de la investigación desarrollada.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

1 Índice general

1 Índice general3

2 Resumen6

3 Introducción8

4 Antecedentes10

5 Planteamiento del problema12

6 Marco teórico13

7 Objetivos21

8 Hipótesis21

9 Materiales y métodos22

9.1 Enfoque de la investigación22

9.2 Método22

9.3 Recolección de información25

9.4 Técnicas e instrumentos;Error! Marcador no definido.

10 Aspectos éticos y legales29

11 Resultados y discusión29

12 Conclusiones49

13 Recomendaciones50

14 Referencias51

15 Apéndice54

16 Vinculación60

17 estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual60

18 Aporte de la propuesta de investigación a los Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND) identificando su meta correspondiente:61

19 Orden de pago final (incluir únicamente al personal con contrato vigente al 31 de diciembre de 2023)62

20 Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación62



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- 21 Aval del Director(a) del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario**62
- 22 Visado de la Dirección General de Investigación**63

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1 Parámetros propuestos para la calidad de playas en Colombia.19

Tabla 2 Área de playas turísticas32

Tabla 3 Índices de diversidad para las cinco Playas del Caribe47

Figuras

Figura 1 Escala de ponderación de residuos sólidos23

Figura 2 Calidad ambiental recreativa contra puntuación de residuos sólidos24

Figura 3 Ubicación de estudio26

Figura 4 Punteos de playas por playa y por zona31

Figura 5 . Propuesta modelo de zonificación (ordenamiento playero) en playa Blanca.34

Figura 6 Propuesta de ordenamiento playero Quehueche35

Figura 7 Propuesta de ordenamiento playero Capitanóa36

Figura 8 Propuesta de ordenamiento playero Punta de Palma.37

Figura 9 Propuesta de ordenamiento playero Santo Tomás.38

Figura 10 Rangos de temperatura del agua de mar para cada palya durrante los meses de monitoreo.39

Figura 11 Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.39

Figura 12. Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.40



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 13 Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.41

Figura 14 Composición (%) de ocurrencia de meiofauna en las cinco playas del Caribe de Guatemala.44

Figura 15 Dendrograma a partir de la abundancia de taxas como indicadores de contaminación en las playas del Caribe de Guatemala estudiadas. Basado en el método de Ward y distancia de Bray Curtis.45

Figura 16 Dendrograma para playas a partir de los taxas reportados en las cinco playas del Caribe de Guatemala estudiadas. Basado en el método de Ward y distancia de Bray Curtis.46



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

2 Resumen

La investigación se enfocó en la importancia de las playas como ecosistemas cruciales y abordó la falta de información sobre ellas. Se identificaron amenazas como desechos, el perfil fisicoquímico del agua marina en la playa infra litoral y meiofauna como indicador de calidad ambiental. Contribuyendo a la prioridad nacional “Valor Económico de los Recursos Naturales”, en la meta 14.2 del indicador 14.2.1. Se obtuvo por resultado un índice de calidad ambiental en playas turísticas (ICAPTU) método desarrollado en Colombia que permite establecer una línea base que facilite monitoreos y avance hacia un ordenamiento funcional y certificación nacional de playas.

La metodología se basó en un enfoque básico y correlacional. Se seleccionaron transectos de 50 metros en tres zonas de cinco playas turísticas mediante muestreo no probabilístico. Realizando conteos visuales de siete categorías de desechos para obtener el ICAPTU. Para el perfil fisicoquímico del agua marina, se establecieron estaciones de muestreo en los transectos. Respecto a la meiofauna, se seleccionaron estaciones y se tomaron muestras para análisis de bioindicadores.

Las playas con mejor ICAPTU son Blanca, Punta de Palma, Capitanía, Quehueche y Santo Tomás, la cual debería de ser clausurada en su zona infra litoral. Ocho phylums de meiofauna, dos de las cuales son bioindicadores de mala calidad ambiental. Además, se fortaleció el equipamiento del Instituto de Investigaciones del Caribe de Izabal y se presentaron los resultados en eventos académicos con la intención de publicar en revistas internacionales como Costas. La metodología ICAPTU fue adaptada para el monitoreo de desechos sólidos en playas turísticas en Guatemala.

Palabras clave: ICAR, Ordenamiento, Costas, Gestión, Certificación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Abstract

The research focuses on the importance of beaches as crucial ecosystems and addresses the lack of information about them. Threats such as debris, the physical-chemical profile of seawater on the infralittoral beach and meiofauna as an indicator of environmental quality are identified. It contributes to the national priority "Economic Value of Natural Resources" in target 14.2 of indicator 14.2.1. It seeks to obtain an Environmental Quality Index for Tourist Beaches (EQITB), a method developed in Colombia to establish a baseline that facilitates monitoring and progress towards a functional management and national certification of beaches.

The methodology is based on a basic, correlational approach. Transects of 50 meters were selected in three areas of five tourist beaches by means of non-probability sampling. Visual counts of seven categories of waste to obtain the EQITB were performed. For the physicochemical profile of seawater, sampling stations were established in the transects. Regarding the meiofauna, stations were selected and samples were taken for bioindicator analysis.

The beaches with the best EQITB are Blanca, Punta de Palma, Capitanía, Quehueche and Santo Tomás, which should be closed in its infralittoral area. Eight phylums of meiofauna, two of which are bioindicators of poor environmental quality. In addition, the equipment of the Caribbean Research Institute of Izabal was strengthened and the results were presented at academic events with the intention of publishing in international journals such as Costas. The EQITB methodology was adapted and is proposed for the monitoring of solid waste on tourist beaches.

Keywords: ICAR, Management, Coastal, Management, Certification.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

3 Introducción

En general, los sistemas de playas son altamente susceptibles a la acumulación de desechos y residuos, principalmente debido a la actividad turística, la acción del mar y el arrastre de materiales desde las cuencas alta, media y baja de los ríos que desembocan en la costa y forman deltas. A esto se suman las aguas residuales provenientes de áreas urbanas desordenadas, que podríamos denominar protociudades.

La erosión de las playas, provocada por la extracción no regulada de arena para rellenar la zona de pleamar y los humedales con el fin de construir viviendas de verano, reduce significativamente los servicios ecosistémicos que estas playas brindan, como la protección contra eventos naturales y la preservación del entorno natural.

Con el tiempo, la actividad turística en las playas ha crecido considerablemente, consolidando un producto conocido como "turismo de sol y playa" o "turismo de las 3S" por sus siglas en inglés (sun, sea, and sand) (Serrano et al., 2009). Este es el servicio turístico clásico utilizado en Guatemala y en muchos otros países. Sin embargo, la tendencia actual en las playas que buscan certificación es cumplir con los "big five": seguridad, servicios, calidad del agua, ausencia de residuos sólidos y atractivo paisajístico, características que la mayoría de las playas en Guatemala no cumplen.

En Guatemala, se conoce poco sobre las características ambientales, geológicas, económicas, sociales, y de gobernanza de las playas, así como la respuesta institucional ante las amenazas que las afectan. Este desconocimiento fue uno de los factores principales que impulsaron esta investigación, cuyo objetivo fue evaluar la calidad ambiental actual de las playas del Caribe guatemalteco a través de la determinación del ICAPTU, iniciar el mapeo y la verificación de hipótesis sobre estas amenazas, con miras a mejorar la gestión de las playas en beneficio tanto de la ecología como de las comunidades costeras que dependen de ellas.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

El sistema ambiental se define en términos de valores (naturales, sociales y culturales) y componentes (hídrico, edáfico, lítico y atmosférico). Por ello, esta investigación midió las modalidades presentes en la variable de desechos sólidos, que comprende siete categorías de residuos, tales como vidrios, duroport, colillas de cigarro, entre otros, definidos por el ICAPTU. Además, se evaluó la calidad del agua marina, considerando parámetros físicos (salinidad, temperatura, oxígeno, pH) y biológicos, mediante la presencia de meiofauna en sedimentos como un indicador ecológico de la zona infralitoral.

El diseño original de la investigación contemplaba la identificación y selección de seis playas turísticas y una playa prístina que serviría como control; sin embargo, esta última no pudo ser monitoreada debido a que fuimos prácticamente expulsados de la playa, lo que reafirma el problema de gestión y ordenamiento costero en el Caribe, donde muchas playas han sido privatizadas. El estudio consistió en establecer transectos de 50 metros en tres zonas, realizar conteos de las categorías de desechos sólidos, tomar muestras de agua y recolectar meiofauna en estaciones y cuadrantes fijos establecidos en los transectos, utilizando el método ICAPTU, así como espectrofotómetros, microscopios, estereoscopios y un nucleador diseñado por el equipo de investigación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

4 Antecedentes

Tras una revisión de estudios previos sobre esta temática en Guatemala, se observa que el aporte al conocimiento científico es mínimo. Los pocos "artículos" identificados incluyen una nota de prensa sobre la extracción de hierro en el Océano Pacífico (Marco Carlos, 2013), un análisis en el mismo océano, un estudio de playas en el Caribe solicitado por INGUAT (Vidaurre, com. pers. 2021) y los estudios de Baak en Puerto Quetzal (Baak, com. pers. 2020), en colaboración con una compañía holandesa. También se encontró una pequeña caracterización de playas en Livingston (Leiva, 2015).

Se han realizado algunos estudios sobre microplásticos (Mazariegos et al, 2020); sin embargo, estos se enfocaron en localidades muy puntuales y no tuvieron como objeto de estudio las playas en su conjunto. Esta investigación, en cambio, se centra específicamente en las playas, evaluando su limpieza general a través del ICAPTU.

Hernández (2012) llevó a cabo un estudio de calidad de agua en la bahía de Santo Tomás de Castilla, departamento de Izabal, Guatemala. Este estudio se enfocó en cuatro sitios de muestreo: tres afectados por contaminación urbana, doméstica y portuaria, y un cuarto en aguas abiertas con fines comparativos. Entre junio y noviembre de 2008, se realizaron muestreos mensuales para evaluar parámetros in situ como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad y saturación de oxígeno. Paralelamente, se analizaron indicadores de contaminación como *Escherichia coli*, nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y fósforo total en laboratorio.

Al comparar los resultados con la Normativa Obligatoria Cubana NC:25 de 1999, que define la calidad del agua como buena, dudosa o mala, se encontró que los niveles de nitritos, nitratos, amonio, fosfatos y fósforo total excedían los límites ideales para la vida acuática, lo que llevó a clasificar la calidad del agua como dudosa. No obstante, los parámetros físicos como temperatura y salinidad se mantuvieron dentro de rangos aceptables.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La investigación concluyó que la contaminación estaba estrechamente ligada a las aguas residuales urbanas, dado los altos niveles de contaminantes detectados en áreas cercanas a asentamientos humanos. La presencia de *E. coli* en todos los puntos de muestreo confirmó la contaminación fecal, señalando a los desechos domésticos e industriales como las principales fuentes.

En cuanto a los estudios sobre meiofauna en Guatemala como indicadores ambientales, prácticamente no existen. Solo se encontró un informe de la DIGI que aborda la meiofauna en una parte del Caribe, específicamente en la ensenada La Graciosa en Punta de Manabique (Carrillo, 2000).

Los nematodos son probablemente el grupo más abundante dentro de la meiofauna. Su diversidad total de especies puede superar la de los insectos. Estos pequeños gusanos son ubicuos en el entorno marino bentónico, habitando una amplia variedad de microhábitats, desde el supralitoral hasta las profundidades abisales. Ecológicamente, los nematodos están asociados a diferentes hábitats marinos, y su abundancia y diversidad varían espacial y temporalmente. Por ejemplo, se encuentran en sedimentos arenosos, fangosos y rocosos, y su ciclo de vida puede variar según la especie (Lee, 2024).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

5 Planteamiento del problema

El perfil ambiental de Guatemala evolucionado al informe geoambiente es un ejercicio académico multidisciplinario de recopilación de información por “expertos”, especialistas que luego al hacer una revisión de varias ediciones (IARNA,2007). Observamos que muchos aspectos del ecosistema marino costero no han sido abordados, entre estos las playas.

Estas son importantes en términos naturales por ser zona de alta diversidad biológica, como anidamiento de tortugas y aves marinas. Zona de reproducción y crecimiento de especies acuáticas. Económicamente las playas turísticas producen derrama económica y socialmente son sitios de esparcimiento por el producto ya mencionado (Noguera, Botero & Zielinski, Seweryn, 2012).

Las playas han sido mínimamente estudiadas en Guatemala, a excepción de su longitud en términos de aspectos geográficos del país, un artículo de prensa sobre la situación de la extracción de arena en el océano pacifico, con fines mineros (hierro) (www.plazapublica.com.gt) y una descripción exploratoria en Livingston (Leiva, 2015).

En Puerto Barrios, se está impulsando la construcción de 2 muelles turísticos por el Instituto Guatemalteco de Turismo –INGUAT- en alianza con la Municipalidad, lo que incrementará el turismo y por lo tanto las playas tienen un papel preponderante las cuales no tienen servicios públicos limitados, cero seguridades, ordenamiento y ningún tipo de sanidad o certificación nacional o internacional tipo Blue Flag. Por lo que se consideró importante llenar este vacío de información para conocer su calidad ambiental, cuantificando cuales son los desechos sólidos más comunes, su calidad de agua de mar y sedimentos haciendo un estudio de meiofauna.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La importancia, radica en establecer el ICAPTU para conocer su calidad ambiental y poder iniciar con una línea base y posteriormente un monitoreo de las mismas y así proponer acciones de intervención en la gestión y manejo, como lo son el ordenamiento funcional, su certificación en beneficio de la salud de las personas y el entendimiento de lo que sucede entre otras.

6 Marco teórico

Los océanos y la zona costera suelen ser olvidados en términos de conservación y manejo, a pesar de su gran importancia. En particular, la zona costera, aunque es una franja estrecha, juega un papel crucial debido a las interacciones significativas entre el mar, la tierra, los ríos y la atmósfera, que la convierten en una zona altamente dinámica y compleja, rica en ecosistemas y en bienes y servicios ambientales (IPCC, 2010).

En el contexto de los diversos ambientes deposicionales litorales, las playas se pueden definir como acumulaciones de arena, grava o cantos, sujetas a un transporte continuo tanto en dirección transversal como longitudinal bajo la acción del oleaje, el principal agente dinámico que las modela (Serrano et al., 2009).

Las playas son ecosistemas costeros que soportan una enorme presión humana, principalmente debido al desarrollo del turismo en las últimas décadas (Noguera Castro, Botero & Zielinski, Seweryn, 2012). Son extensiones de arena o grava con poca pendiente, ubicadas junto al mar, y están sometidas a la influencia constante del viento, las mareas y el oleaje, que son los principales agentes que controlan su morfología. Estos factores energéticos mantienen las playas en un estado de cambio constante, lo que hace crucial predecir los posibles cambios futuros para mitigar los impactos en la infraestructura adyacente a la línea de costa (Serrano et al., 2009).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La playa como un recurso natural, económico y social.

Las playas son importantes para una gran variedad de especies de flora y fauna. La parte alta de la playa presenta condiciones favorables para anidación de tortugas y aves, mientras que la fauna de la parte baja puede extender su distribución hasta la turbulenta zona de oleaje, donde pequeños organismos, como camarones y langostinos y peces pueden ser abundantes. Las playas son un área de especial interés para esparcimiento y descanso, principalmente la de clima soleado, por lo que las del trópico sean apetecidas para la actividad turística de sol y playa, por lo tanto, las playas son consideradas recursos económicos altamente importantes para muchos países del mundo. El beneficio social principal de las playas se relaciona con el descanso que ellas proporcionan. Cabe mencionar que en algunos casos la cultura está altamente relacionada con actividades en playa, que se vuelven centros de encuentros sociales; la cultura playera de Brasil es el mejor ejemplo de esta dinámica (Noguera Castro, Botero & Zielinski, Seweryn, 2012).

Ordenamiento playero.

Las playas se dividen en zona de servicios, reposo, activa: siendo esta última la franja de arena más próxima a la orilla de la playa, en donde se produce el baño, la de reposo donde se realiza la actividad de lectura, asoleado entre otras y la de servicios la cual esta en suelo no consolidado, tierra adentro, dedicada a los servicios como restaurantes, parqueos, servicios sanitarios. Índice de calidad de playas turísticas: Se define a través de un análisis de algunos tipos de desechos presentes en las playas turísticas en transectos definidos de 100 m. de largo en zona activa, donde luego se aplican algunas fórmulas para poder encontrar el mismo (Botero, 2002).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Meiofauna.

Los organismos que se encuentran en el rango de 45 a 500 μm , conocidos como meiofauna, son un grupo diverso que habita en una amplia variedad de ecosistemas, tanto de agua dulce como marinos. Estos organismos se encuentran desde las zonas supralitorales hasta las sublitorales, incluyendo arenales, seadales y arrecifes, así como en las grandes profundidades de las zonas abisales y hádales. Su distribución abarca desde los mares helados de los polos hasta las cálidas aguas del trópico.

La meiofauna tiene la capacidad única de reflejar cambios sutiles en el medio ambiente debido a sus cortos tiempos de generación y a la gran sensibilidad y/o resistencia de los organismos que la componen. Desde el siglo pasado, esta categoría del bentos ha sido considerada un eslabón fundamental en el ciclo productivo de los ecosistemas bénticos. Esto se debe a su crucial papel como degradadores de materia orgánica, en la fijación y reciclaje de nutrientes, y en el aporte de energía a la trama trófica.

Dada la importancia de estos organismos para mantener el equilibrio de los ecosistemas acuáticos y la relativa facilidad y bajo costo de la manipulación de muestras, la evaluación de la meiofauna es un prerrequisito esencial para determinar la calidad de los sedimentos. Su análisis debería formar parte integral de cualquier estudio ecológico orientado a la conservación y manejo de los ambientes acuáticos (Pérez & Cánovas, 2006).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Los residuos sólidos.

Los residuos sólidos en playas se definen como los productos descartados por las actividades turísticas y recreativas que en ellas se desarrollan (Yuri Hurtado, Camilo Botero & Esmaragdo Herrera, 2009). Es un indicador clave para evaluar el buen estado ambiental de las playas, dado que, por sus afectaciones a la sociedad y el deterioro estético, limita el disfrute de estas, representando un costo significativo para el turismo costero y recreativo (Botero, 2002).

Los residuos sólidos son el principal interés de estudio de los investigadores del continente. Lo anterior se puede explicar por el uso turístico que tienen las playas, lo que repercute en que los asuntos sanitarios y ambientales más relevantes para los tomadores de decisión, sean los que afectan la percepción del turista (Botero, Pereira & Cervantes, 2013).

En la convención Oskar (2007), se estableció un concepto internacional de basura marina (*Beach Litter*), como "cualquier material sólido persistente, fabricado, desechado o abandonado en el medio marino y costero". Se afirmó que los materiales encontrados en el entorno marino no sólo son descartados de forma directa al mar, sino que estos pueden llegar indirectamente a este medio a través de ríos, aguas residuales, aguas pluviales o vientos que, por causas como el arrastre, la escorrentía, crecimiento de cauces, desembocaduras, entre otros, terminan depositados en el fondo de mares y océanos o en las franjas costeras. Fundamentado en lo anterior se percibe la basura en el ambiente marino como el resultado de una inadecuada manipulación o eliminación de elementos, los cuales terminan siendo descartados en directamente o indirectamente en la mar o la playa (Botero, 2002).

Los estudios hasta ahora realizados se han centrado en la determinación cuantitativa y cualitativa de la basura, así como en la evaluación de impactos negativos a la fauna marina, los habitantes costeros y la atmosfera (Iñiguez & Fischer, 2003).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Estado del arte

Los estudios de playas aparecen en América latina por primera vez a finales del siglo XX. Las principales variables estudiadas han sido, calidad de agua de mar, desechos sólidos, parámetros físicos, químicos y meiofauna. El estudio sobre las metodologías y las variables realizado indica que los desechos sólidos es la variable más estudiada, seguida de la calidad del agua de mar. La calidad ambiental de las playas se asocia con su aptitud para prestar servicios ambientales, como la recreación, la protección contra eventos naturales y la conservación del medio natural. Las variables fisicoquímicas y biológicas que definen sus características naturales, constituyen un criterio importante en la determinación de su calidad ambiental (Botero, 2002).

Las playas, además de ser centro de recreación turística, contienen gran cantidad de bioma microscópica con diferentes especies. La mayoría de agentes patógenos están presentes en la arena, ocasionando alta probabilidad de infección humano - parásito, especialmente por contacto directo y hábitos higiénicos deficientes. Así mismo, el estrecho vínculo que se da entre animales y humanos crea el ambiente propicio para el surgimiento de zoonosis de importancia en salud pública, especialmente las relacionadas con animales de compañía como perros y gatos. Los monitoreos que generalmente se realizan en playas turísticas incluyen como indicadores de calidad sanitaria a Coliformes totales, Coliformes fecales y en algunos casos a enterococos, excluyendo la búsqueda de parásitos como parte de los parámetros que definen el estado sanitario de las playas. En consecuencia, los resultados no reflejan integralmente las condiciones ambientales de las playas y el riesgo de afectación a la salud humana. Este artículo fundamenta con literatura especializada de Europa y Estados Unidos, la inclusión permanente de parásitos como indicadores de calidad sanitaria tales como *Ancylostoma sp.*, *Strongyloides sp.* y *Taxocara sp.*, por lo que en posteriores estudios se puede ampliar la investigación a estos indicadores (Manjarrez et al, 2019).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

A partir de considerar estos variados parámetros se indica que la calidad ambiental en playas turísticas es el estado que presenta en un momento dado un sistema socio natural en relación con su funcionamiento como ecosistema y satisfactor de necesidades humanas, integrando tres dimensiones: sanitaria, ecosistémica y recreativa. Considera que hay una buena calidad ambiental en las playas cuando el sistema natural puede mantener su estructura y funcionamiento y a su vez sostener las actividades humanas que en él se realizan (Botero, Pereira & Cervantes, 2013).

Los Esquemas de Certificación de Playas –ECP- son una herramienta que se recién implementa en América Latina. Los mismos están soportados en la evaluación de aspectos de conformidad en diferentes categorías. Existen varias herramientas ECP en América Latina. Las herramientas incluyen categorías ambientales y de manejo entre otras. Algunas normas identificadas son la colombiana NTS-TS-001-2, la Argentina IRAM 42100 que posee el mayor número de aspectos de conformidad; la norma costarricense y norma Uruguay playa natural tienen los menores valores. Existen 28 aspectos ambientales de importancia en el tema playas, siendo 10 los más importantes (Noguera Castro, Botero & Zielinski, Seweryn, 2012). Selección por recurrencia de los parámetros de calidad ambiental y turística de los esquemas de certificación de playas en América Latina. Universidad de Magdalena, Colombia.

El documento metodologías para evaluar la calidad ambiental de playas en Latinoamérica indica que la mayoría de publicaciones científicas sobre temas ambientales costeros se han centrado tradicionalmente en la descripción, evaluación y propuestas de manejo para sistemas costeros, pero no hay especificidad en la evaluación y definición de la calidad ambiental de playas turísticas. Hasta 2012, los estudios más avanzados sobre la certificación ambiental de playas turísticas son diseñados por instituciones como la Agencia de Protección Ambiental en Estados Unidos y el programa Bandera Azul (Blue Flag) en Europa (Botero, Pereira & Cervantes, 2013).



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Los países más avanzados en los estudios de calidad ambiental de playas en Latinoamérica son Brasil, México y Colombia, sin embargo, a pesar de eso, no existe una sistematización sobre los parámetros que se deben de medir. Colombia, desarrollo un listado de parámetros Tabla 1, luego de hacer un análisis de diferentes parámetros utilizados en diferentes países de Latinoamérica.

Tabla 1

Parámetros propuestos para la calidad de playas en Colombia.

Zona	Parámetro
	Color
	Espuma
	Grasas y aceites
	Oxígeno disuelto
Playa	pH
Emergida	Residuos (basuras en fondo)
	Sólidos flotantes
	Sólidos suspendidos totales
	Transparencia
	Coliformes fecales
Zona	Enterococos
Infralitoral ó	Granulometría de la arena
Playa	Grasas y aceites
Sumergida.	Residuos sólidos en arena
	Coliformes fecales en arena playa emergida
	Enterococos en arena

Fuente: Botero, 2002.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Los nematodos son probablemente el grupo más abundante dentro de la meiofauna. Su diversidad total de especies puede exceder la de los insectos. Estos pequeños gusanos son ubicuos en el entorno marino bentónico, habitando en una amplia variedad de microhábitats, desde el supralitoral hasta las profundidades abisales (Lee, 2024).

Morfología: Los nematodos, también conocidos como gusanos redondos, presentan una estructura corporal distintiva. Su cuerpo es cilíndrico y no segmentado, lo que significa que carecen de las divisiones corporales típicas de otros grupos de gusanos. La cutícula externa que recubre su cuerpo puede variar en textura y ornamentación. Algunos nematodos tienen una cutícula lisa, mientras que otros pueden tener protuberancias o estrías. Esta cutícula les proporciona protección y ayuda en la locomoción. La cola de los nematodos es afinada y puntiaguda. Esta característica es importante para su movimiento y para penetrar en el sustrato. Algunos nematodos utilizan su cola para excavar en el sedimento o para moverse a través de los poros de las rocas. Los nematodos tienen una estructura genital única. Los machos poseen una espícula, que es una estructura en forma de aguja que utilizan para transferir esperma a las hembras durante la reproducción. Las hembras tienen una vulva que les permite recibir el esperma. La identificación de las especies a menudo se basa en estas características genitales.

- **Reproducción:** Los nematodos pueden reproducirse sexualmente o asexualmente. Su estructura genital es importante para la identificación de especies. Algunos nematodos también tienen estructuras llamadas “góndolas” que desempeñan un papel en la reproducción.
- **Alimentación:** La estructura bucal de los nematodos varía según la especie. Algunos son depredadores, mientras que otros se alimentan de materia orgánica en el sedimento marino.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Ecología General: Los nematodos están asociados a diferentes hábitats marinos, y su abundancia y diversidad varían espacial y temporalmente. Por ejemplo, se encuentran en sedimentos arenosos, fangosos y rocosos. Además, su ciclo de vida puede ser diferente según la especie (Lee, 2024).

7 Objetivos

General

Caracterizar la calidad ambiental de las playas turísticas en la bahía de Amatique.

Específicos

- Establecer el índice de calidad ambiental en 6 playas turísticas de la bahía de Amatique.
- Determinar el perfil físico, químico y bacteriológico del agua marina en la zona infralitoral de las 5 playas turísticas del Caribe.
- Identificar meiobentos en sedimentos de la zona infralitoral de las 5 playas turísticas.

8 Hipótesis

Las condiciones ambientales de las playas turísticas del caribe de Guatemala están proporcionalmente relacionadas con la cantidad de desechos y residuos sólidos y la calidad del agua.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

9 Materiales y métodos

9.1 Enfoque de la investigación

La investigación se llevó a cabo de febrero a diciembre del año 2023 en el caribe de Guatemala, en específico en los municipios de Puerto Barrios y de Livingston alrededor de la bahía de Amatique en la parte sur occidental.

El enfoque de la investigación fue cuantitativo, con variables discretas, ya que se contaron cantidad de desechos sólidos, midieron los parámetros físicos de calidad del agua marina y la meiofauna.

9.2 Método

El método utilizado fue principalmente inductivo, el cual busca explicar fenómenos a través de la observación sistemática y la recolección de datos, permitiendo la generación de información, la construcción de relaciones, y eventualmente la proposición de teorías o leyes. Para el establecimiento del ICAPTU (Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas), se empleó un método desarrollado inicialmente en Colombia y que actualmente se está adaptando en varios países de Latinoamérica. Este método, creado por el grupo Sistemas Costeros, relaciona la calidad ambiental recreativa con la presencia de desechos sólidos en la arena mediante una función específica. El procedimiento ha sido validado en una investigación colaborativa de bajo costo en varios países y ha sido formalmente adoptado por el Centro Internacional en Gestión y Certificación de Playas (CIFplayas).

El ICAPTU es un parámetro que evalúa los objetos, materiales, sustancias y elementos sólidos generados por actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales y de servicios, que al encontrarse en la arena, pueden afectar negativamente a los usuarios de playas turísticas.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Esta afectación puede manifestarse tanto en la alteración estética del paisaje como en la disminución de la satisfacción de las necesidades de recreación, ocio y descanso.

El ICAPTU se centra en calcular el Grado de Valoración (GV) para diversas categorías de residuos sólidos presentes en la arena de las playas (ver figura 1). A partir de este cálculo, se determina cómo estos residuos, en conjunto, impactan la Calidad Ambiental Recreativa (CAR) de la playa. Además, este parámetro proporciona una herramienta analítica para identificar las fuentes generadoras de residuos sólidos y para implementar las medidas de gestión necesarias para mitigar su impacto.

Figura 1

Escala de ponderación de residuos sólidos

ESCALAS DE VALORACIÓN PARA RESIDUOS SÓLIDOS CUANTIFICADOS EN LA ARENA DE LA PLAYA			
Escala	Grado	Calificación	
20	Grado A	Excelente	
20,10 a 60,00	Grado B	Bueno	
60,10 a 180,00	Grado C	Aceptable	
180,10 a 600,00	Grado D	Regular	
600,10 a 2000,00	Grado E	Malo	

Fuente: Icaptu, 2018.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La Calidad Ambiental Recreativa (CAR) se determina en función del Parámetro de Residuos Sólidos en la arena, como se muestra en la Figura 2. La CAR puede variar entre valores de cero (0) y uno (1), y está directamente relacionada con el Grado de Residuos Sólidos identificados en la playa. En este contexto, cuando se obtiene el Grado Mínimo de Valoración para el parámetro (Grado A, equivalente a 20 conteos de desechos), la CAR alcanza su valor máximo posible (igual a 1). Por el contrario, cuando se obtiene el Grado Máximo de Valoración (Grado E, con 2000 conteos por categoría), la CAR se reduce al valor mínimo posible (igual a 0). Este parámetro ICAPTU es adimensional, lo que significa que no tiene unidades físicas, permitiendo su aplicación universal en diversas playas y contextos.

El parámetro ICAPTU se compone de las siguientes variables:

Categoría de Residuos Sólidos: Grupo de residuos que comparten características comunes y que pueden clasificarse según un criterio establecido (por ejemplo, residuos comunes, peligrosos, orgánicos, entre otros).

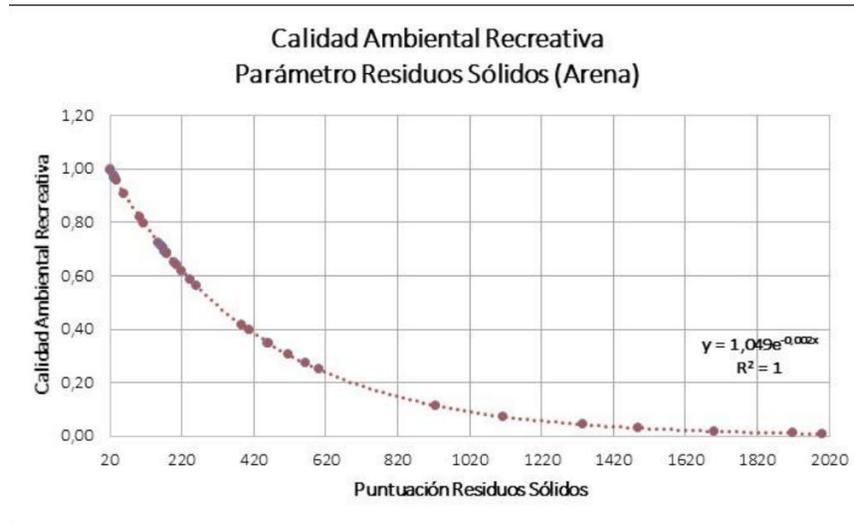
Tipos de Residuos Sólidos: Objetos, materiales, sustancias y elementos sólidos que se clasifican dentro de cada una de las siete categorías de residuos sólidos definidas. Por ejemplo, en la categoría de residuos comunes se incluyen latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, entre otros.

Este enfoque permite no solo evaluar la calidad ambiental de las playas, sino también proporcionar una base para la implementación de medidas correctivas que aborden las fuentes y tipos específicos de residuos sólidos que impactan negativamente en estos ecosistemas costeros.

Figura 1

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Calidad ambiental recreativa contra puntuación de residuos sólidos



Fuente: Icaptu, 2018.

9.3 Recolección de información

Para el primer objetivo de la investigación, la población estudiada incluyó todas las playas turísticas del Caribe de Guatemala, que se presume presentan variaciones geomorfológicas y están expuestas a múltiples amenazas. El principal criterio de selección fue un muestreo no probabilístico basado en el juicio experto. Este enfoque permitió la inclusión de playas que, según el conocimiento previo, representan un espectro diverso de condiciones ambientales y desafíos específicos.

Se seleccionaron cinco playas en total: una de las dos playas turísticas de Livingston, la Capitanía ubicada en el casco urbano de Livingston, Punta de Palma, situada en la ruta de lancha entre Puerto Barrios y Livingston, y dos playas en el municipio de Puerto Barrios: Santo Tomás y otra cercana. La elección de estas playas responde a su representatividad en términos de variabilidad geomorfológica y exposición a diferentes amenazas naturales y antropogénicas. La figura 3 muestra la ubicación de estas playas dentro del contexto regional.

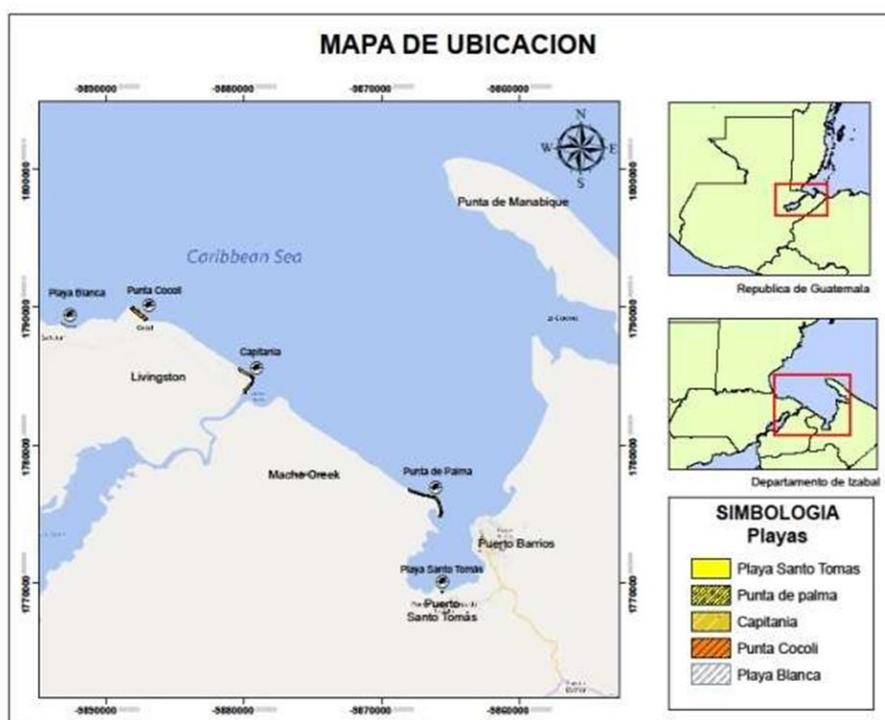


Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Este muestreo permite abordar de manera integral las dinámicas de estas zonas costeras y generar información relevante para su gestión y conservación.

Figura 2

Ubicación de estudio



Fuente: Dardón 2022.

Los desechos sólidos fueron clasificados en categorías específicas de acuerdo con sus características distintivas, siguiendo un criterio previamente establecido. Estas categorías incluyen residuos comunes, residuos peligrosos, residuos orgánicos, y otros. Posteriormente, durante el monitoreo, cada tipo de residuo fue identificado y cuantificado dentro de estas categorías.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

La cuantificación de los desechos sólidos se llevó a cabo in situ, utilizando un enfoque sistemático que abarcó siete categorías de residuos. Las mediciones se realizaron a intervalos mensuales durante un período de seis meses, abarcando tanto la estación seca como la lluviosa. Se definieron transectos de 50 metros en tres zonas de playa: zona de servicios, zona activa y zona de reposo (ICAPTU, 2018).

El conteo de desechos se realizó de manera visual a lo largo de los transectos, registrando los datos en un formulario específico para su posterior análisis en gabinete. Los datos fueron ingresados en una versión electrónica del formulario (Apéndice 2), lo que permitió calcular las valoraciones de desechos sólidos y, subsecuentemente, determinar los índices de Calidad Ambiental Recreativa (ICAR) y el Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas (ICAPTU).

Se propuso una modificación al protocolo ICAPTU para Guatemala, estableciendo un tamaño mínimo de residuo para el conteo visual de 0.25 cm^2 , considerado el más adecuado para realizar los conteos. Además, se sugirió una cuantificación estimada de residuos por categoría en plástico y duroport, utilizando un cuadrante de 0.5 m^2 en los transectos de las tres zonas, ya que estas dos categorías presentaron las mayores valoraciones.

El análisis del perfil físico del agua de mar se llevó a cabo en estaciones ubicadas a lo largo de los transectos definidos. Se realizó una caracterización detallada de las amenazas en la playa y sus áreas de influencia, incluyendo la presencia de gramíneas debido a la acumulación de sedimentos, descargas de aguas negras provenientes de riachuelos, y acumulaciones de desechos sólidos, entre otras. Estas amenazas potenciales fueron evaluadas por su impacto en la calidad del agua.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Para el muestreo, se definió y geoposicionó una estación de muestreo al azar dentro de la zona infralitoral, utilizando un área de 10 metros de diámetro sobre el transecto. La profundidad y la distancia de la playa variaron según el ancho de la zona infralitoral y las condiciones de la marea, ya que se requería realizar el muestreo durante la marea alta para minimizar la contaminación por efluentes y descargas fluviales. El formulario de recolección de datos (Apéndice 2) fue rediseñado para incluir información climatológica y otros factores que podrían influir en los resultados obtenidos.

Se utilizó una sonda multiparamétrica marca Hatch para medir parámetros físicos del agua, incluyendo oxígeno disuelto, pH, temperatura y conductividad. Para el análisis de meiofauna, se recolectaron muestras con un nucleador, las cuales fueron mantenidas en frío y analizadas el mismo día para garantizar la precisión en la identificación y cuantificación de los organismos. Se determinó que las muestras analizadas al día siguiente presentaban mayores dificultades para la identificación de la meiofauna, lo que subraya la importancia de un análisis inmediato.

Para el análisis de meiofauna, se adaptó la metodología propuesta por Lagos, A., Algarra, A., Lara, L., Sevilla, M., y Quiroga, S. (2013) en su estudio "Meiofauna" publicado en INFOZOA Boletín de Zoología, número 16. El proceso se realizó utilizando un microscopio con cámara incorporada de tipo LABCO, un estereoscopio, y una cámara de Neubauer del laboratorio químico del Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB).

La recolección de meiofauna se llevó a cabo en la playa infralitoral, utilizando un nucleador diseñado y calibrado por el equipo para extraer muestras de sedimentos a una profundidad no mayor a 30 cms. Las muestras se etiquetaron y preservaron en fresco dentro de bolsas plásticas y se mantuvieron refrigeradas con hielo para su transporte al laboratorio.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Una vez allí, las muestras fueron tamizadas con un tamizador de malla 1 mm para separar las partículas más grandes, como la grava. Posteriormente, los sedimentos se colocaron en cajas de Petri para proceder con la clasificación de la meiofauna, empleando las guías taxonómicas disponibles.

El análisis se realizó mediante estereoscopios y microscopios con objetivos de aumentos X10, X40 y X100. La carencia de tamices específicos para delimitar los tamaños de los organismos de la meiofauna fue superada utilizando una cámara de Neubauer, lo que permitió obtener registros adecuados de los organismos que conforman la meiofauna temporal.

Se establecieron 11 grupos taxonómicos para la clasificación de la meiofauna, dos de los cuales se identificaron como indicadores de mala calidad ambiental en las playas. Aunque la falta de monitoreos periódicos y de equipo de laboratorio especializado limitó la posibilidad de realizar un análisis más detallado, la descripción de los grupos y el registro de los principales componentes fueron suficientes para caracterizar las condiciones de las playas evaluadas.

10 Aspectos éticos y legales

No aplica.

11 Resultados y discusión

11.1 Resultados

Los resultados obtenidos en relación con el primer objetivo específico fueron los siguientes:

La valoración de los desechos sólidos revela que ninguna de las cinco playas evaluadas alcanzó la categoría E, que corresponde a la presencia de más de 2000 residuos en el transecto. De hecho, como se muestra en la Figura 4, solo la playa Quehueche se aproxima al umbral de la



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

categoría D, con un conteo cercano a 300 residuos. El resto de las playas se sitúan, en promedio, dentro de la categoría C, con valores cercanos a la categoría E, como se evidencia en la coloración verde de la Figura 4.

Entre las playas evaluadas, Playa Blanca destaca como la de mejor calidad ambiental, seguida por Punta de Palma, que ocupa el segundo lugar en términos de calidad ambiental.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 3

Punteos de playas por playa y por zona

Etiquetas de fila	Etiquetas de columna					Total general
	06/16/2023	07/19/2023	16/08/2023	22/09/2023	24/11/2023	
Playa blanca	16.6	0.7		4.1		7.1
Zona activa	39.2	0.8		4.3		14.8
Zona de reposo	4.3	0.2		0.6		1.7
Zona de servicios	6.3	1.1		7.4		4.9
Playa Capitania		42.1	24.8	79.5	22.4	42.2
Zona activa		42.5	37.9	101.8	3.6	46.4
Zona de reposo		34.5	35.6	102.2	15.3	46.9
Zona de servicios		49.4	0.9	34.6	48.4	33.3
Punta de palma	13.1	21.9	38.7	9.4	2.0	17.0
Zona activa	9.5	37.4	61.4	11.7	0.0	24.0
Zona de reposo	16.8	10.4	21.2	3.5	1.6	10.7
Zona de servicios	13.0	17.9	33.6	13.1	4.5	16.4
Quehuche	322.6	85.2	388.4	233.9	86.8	223.4
Zona activa	45.6	63.5	79.8	628.2	8.6	165.1
Zona de reposo	866.6	60.5	534.9	7.5	85.4	311.0
Zona de servicios	55.4	131.7	550.5	66.0	166.3	194.0
Santo Tomas	187.1	61.5	181.6	52.2	13.8	99.2
Zona activa	12.2	65.6	281.1	46.3	8.4	82.7
Zona de reposo	117.9	88.4	59.7	41.6	0.5	61.6
Zona de servicios	431.1	30.4	204.0	68.8	32.4	153.3
Total general	134.8	42.3	158.4	75.8	31.2	85.8

Fuente: Datos de campo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Caracterización de las 5 playas turísticas.

Se llevó a cabo una caracterización a escala media de las cinco playas turísticas, detallando aspectos como la longitud, las características del paisaje y las amenazas presentes. Para esta caracterización, se empleó la metodología desarrollada por The Nature Conservancy, conocida como Estado, Presiones, Impactos y Respuestas (EPIR).

En este sentido un hallazgo interesante de la investigación fue conocer que playa Blanca fue “construida” diríamos que fue ampliada y mejorada, pues es seguro que había playa blanca de ancho limitado. Sin embargo, es una playa intervenida y la cual cobra por el ingreso por los servicios prestados.

Tabla 2

Área de playas turísticas

Playa	Municipio	Area m²
Santo Tomas	Puerto Barrios	2506
Punta de Palma	Puerto Barrios	8625
Capitanía	Livingston	1695
Quehuche	Livingston	1970
Playa Blanca	Livingston	4420

Fuente: Datos de campo.

Otro hallazgo importante fue que las playas turísticas en el caribe, no están delimitadas, no se sabe cuál es la longitud ni su ancho. Por esta razón se realizó una propuesta de ordenamiento playero de acuerdo a lo establecido para playas, como se presenta a continuación.



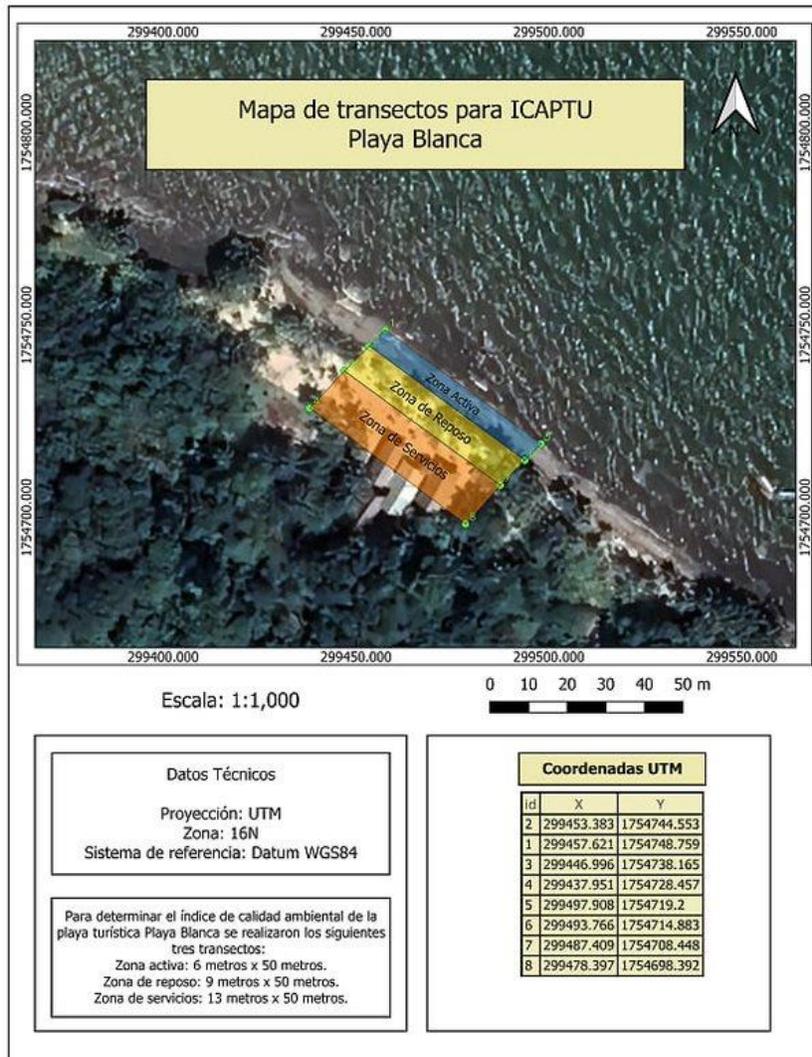
Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

- Zona de servicios, zona donde se encuentran todos los servicios de una playa, casetas de salvavidas, seguridad, baños, restaurantes, entre otros.
- Zona de reposo, donde se mantienen los bañistas, leyendo un libro, descansando, tomando el sol.
- Zona activa, donde se realiza la actividad propiamente de baño, nado entre otras., tal como se puede ver en las Figuras 5 al 9, en las cuales se presentan las zonas antes mencionadas para los transectos en los que se trabajó. Como no hay ningún ordenamiento, ni hasta donde llega la playa pública con servicios para el turismo ni el ordenamiento mencionado, se tuvo que hacer un ordenamiento sobre la base de lo que se observó del uso tradicional de las playas. En un futuro cercano se espera tener ya una delimitación establecida por OCRET, Municipalidad y el INGUAT actores clave en este tema.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 4

Propuesta modelo de zonificación (ordenamiento playero) en playa Blanca.

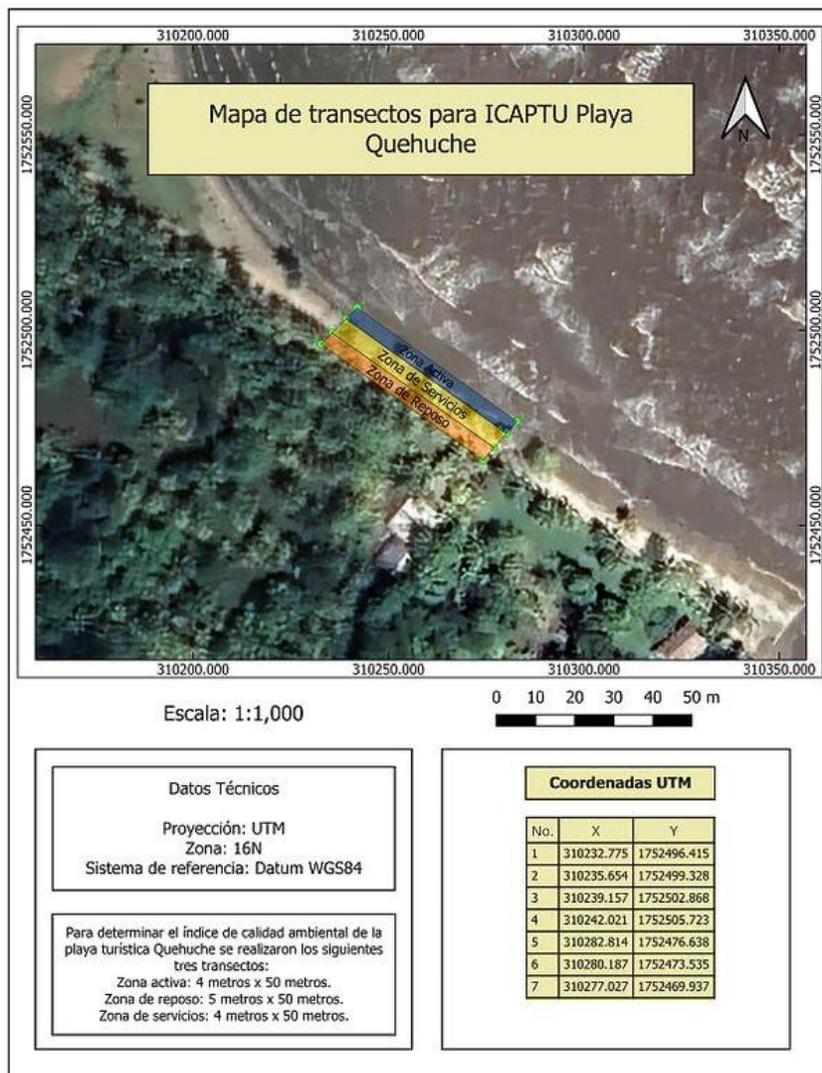


Fuente: Datos de campo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 5

Propuesta de ordenamiento playero Quehueche

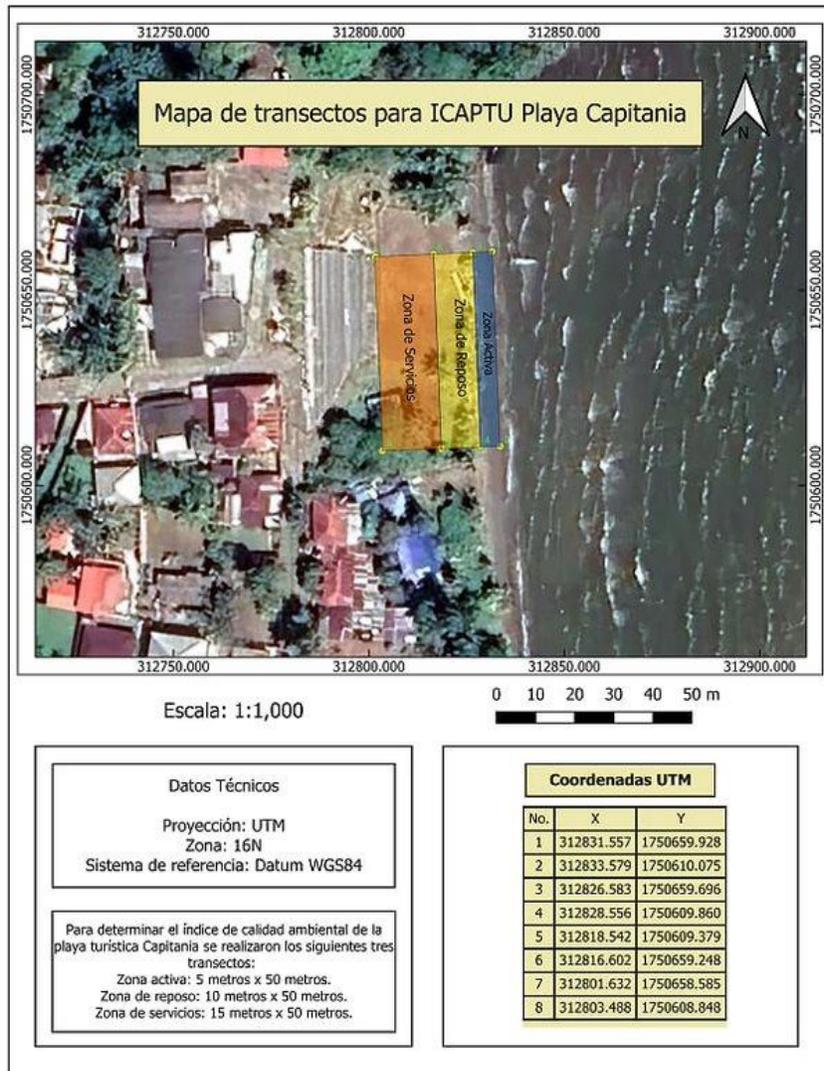


Fuente: Datos de campo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 6

Propuesta de ordenamiento playero Capitanóa

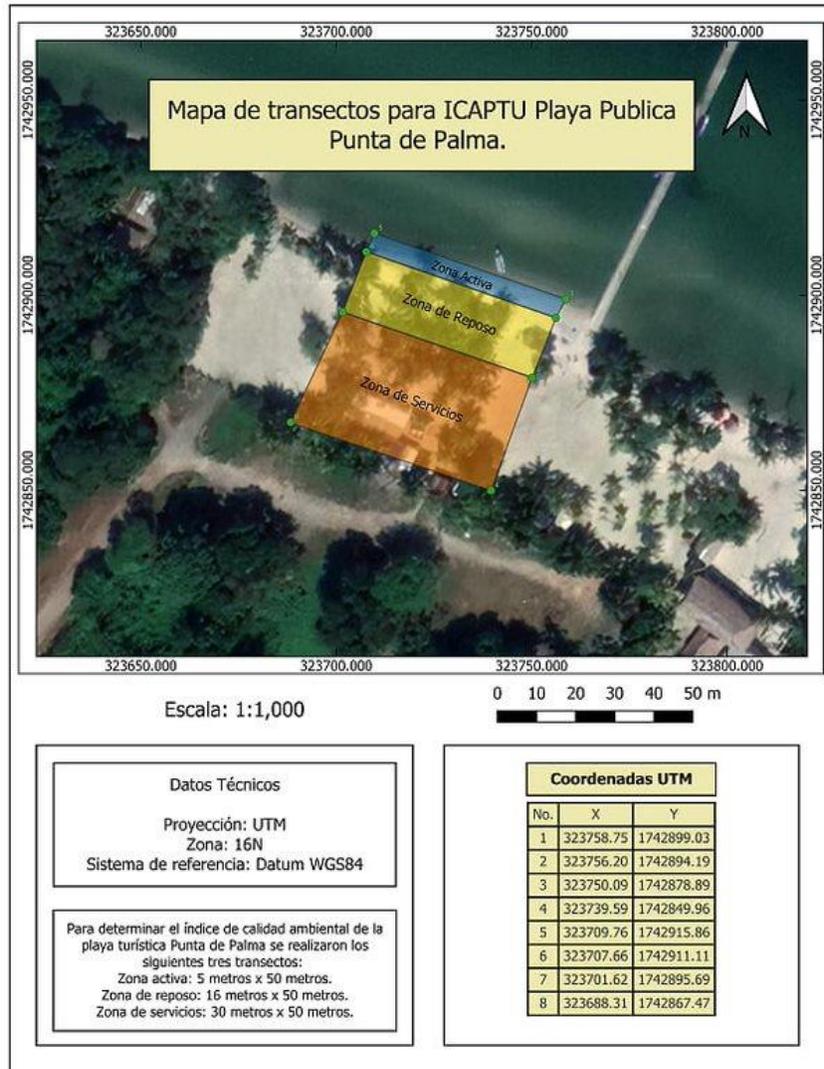


Fuente: Datos de campo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 7

Propuesta de ordenamiento playero Punta de Palma.



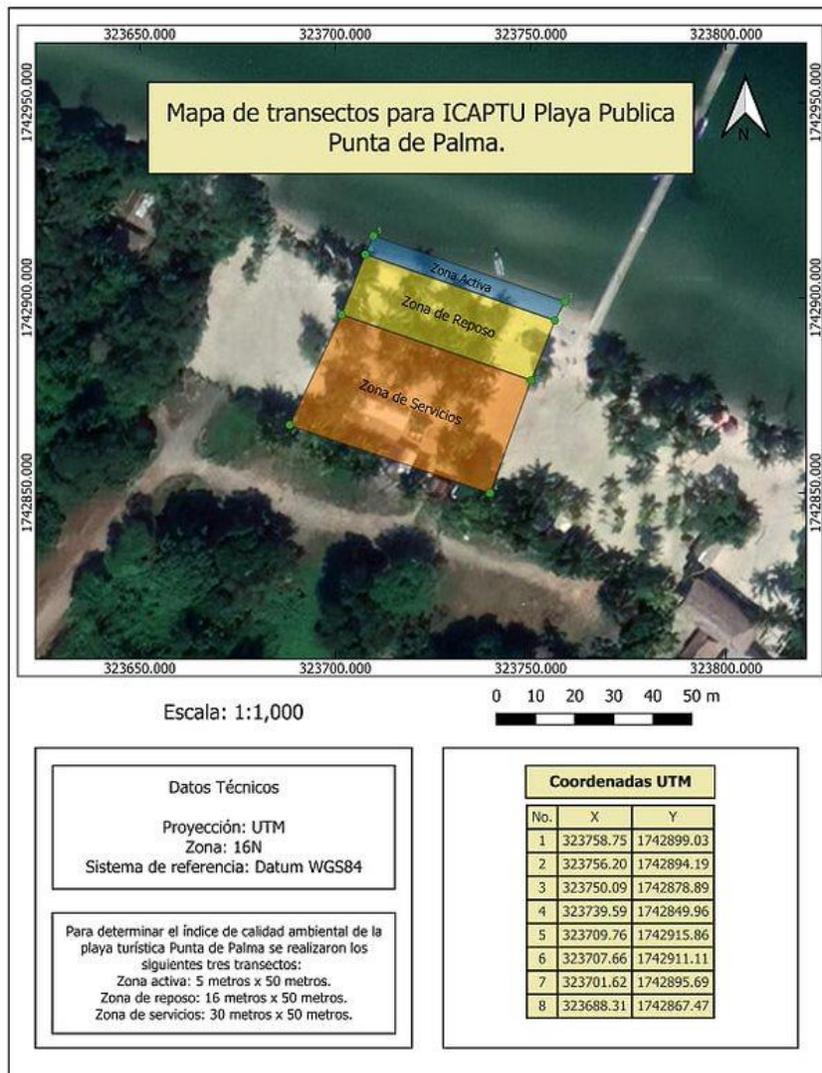
Fuente: Datos de campo.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 8

Propuesta de ordenamiento playero Santo Tomás.



Fuente: Datos de campo.

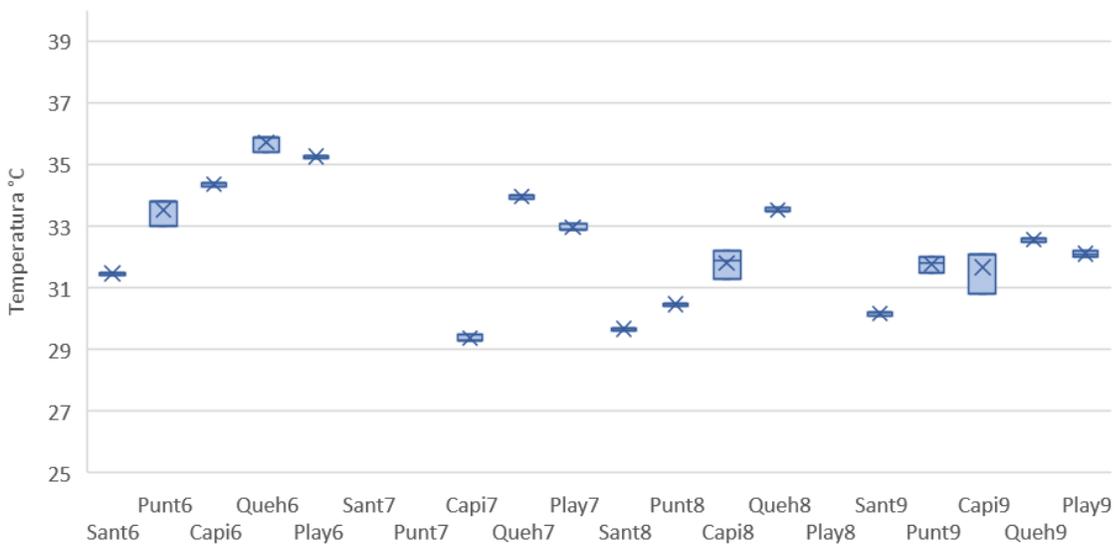
Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Para el objetivo específico dos los resultados fueron:

El rango de variación de la temperatura del agua de mar estuvo entre 29.3 y 35.9 °C con un valor promedio de 32.4°C. La temperatura del agua de mar mostro una disminución durante los meses de lluvia que corresponden de julio a septiembre. Y mostro variaciones significativas entre las playas en cada mes de muestreo.

Figura 9

Rangos de temperatura del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo



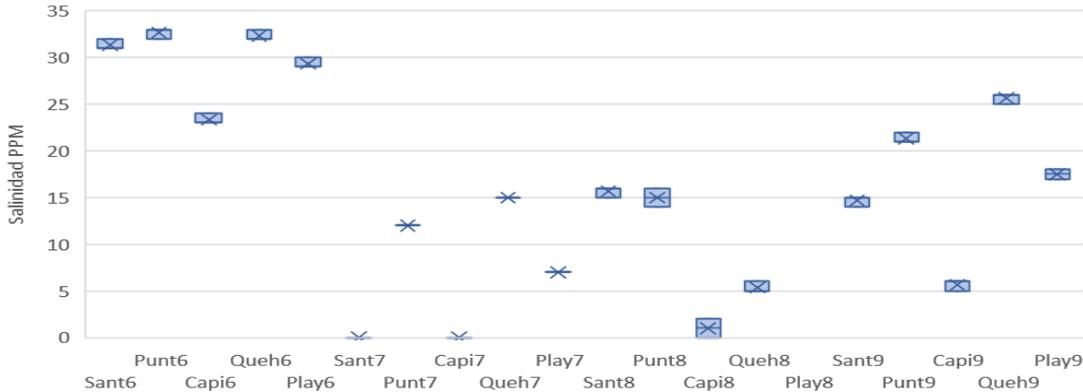
Fuente: Ixquiac, 2024.

El rango de salinidad del agua de mar varió entre 0 y 33 partes por mil (ppt), con un valor promedio de 18.01 ppt. Se observó una disminución significativa en la salinidad entre junio (29.8 ppt), cuando aún no se había establecido la temporada lluviosa, y julio (6.8 ppt), cuando se registraron valores de 0 ppt en las playas de Santo Tomás de Castilla y Capitanía de Puerto en Livingston. En septiembre, la salinidad promedió 17 ppt, lo que indica condiciones salobres en la Bahía de Amatique. Durante el período de monitoreo, las variaciones de salinidad fueron significativas entre las playas en cada mes de muestreo.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 10

Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.

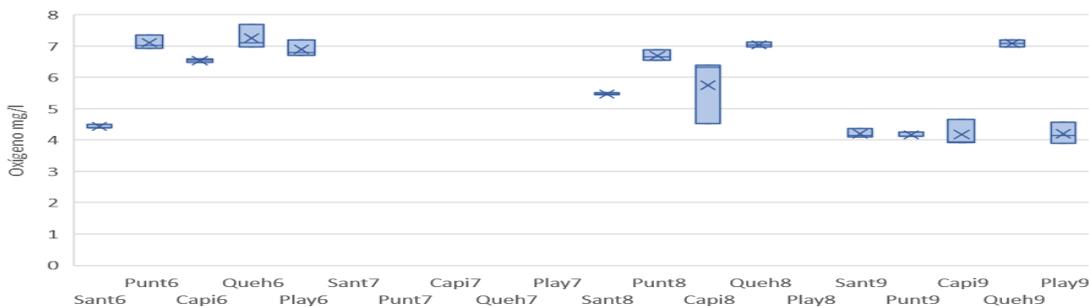


Fuente: Datos de campo.

Las concentraciones de oxígeno en el agua de mar variaron entre 3.9 y 7.69 ppm, con un promedio de 5.78 ppm. Se observó una disminución en los niveles de oxígeno paralela a la reducción en la salinidad, lo que sugiere una posible influencia de la materia orgánica transportada por escorrentías hacia las playas. Específicamente, la concentración de oxígeno disminuyó de 6.4 mg/l en junio a 4.8 mg/l en septiembre. Durante el período de monitoreo, se identificaron variaciones significativas en las concentraciones de oxígeno entre las playas en cada mes de muestreo.

Figura 11.

Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.



Fuente: Datos de campo.

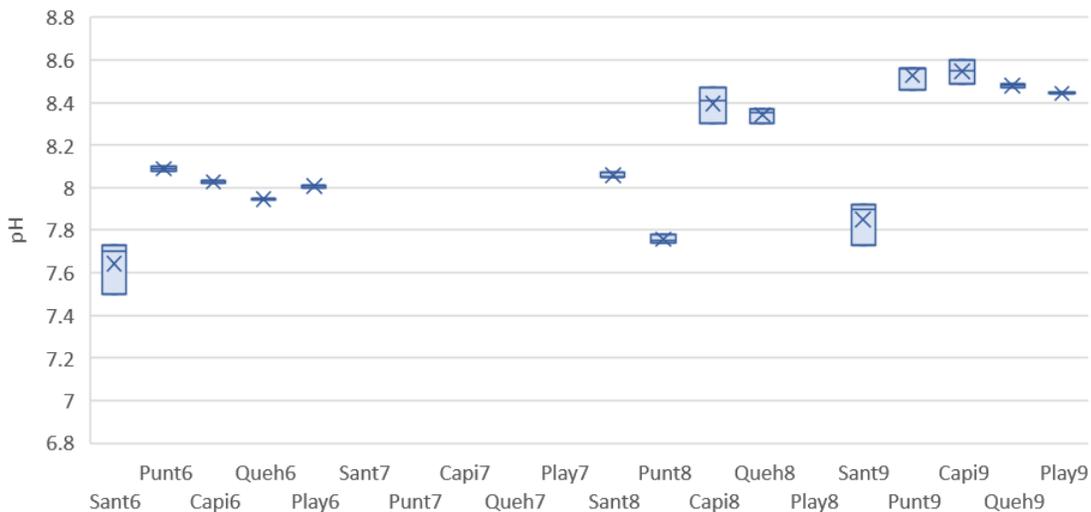


Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

El pH del agua marina varió entre 7.5 y 8.6, con un valor promedio de 8.15. Se observó un incremento en el pH entre junio, cuando aún no se había establecido la temporada lluviosa, con un promedio de 7.9, y septiembre, donde el valor promedio alcanzó 8.4, registrándose un máximo de 8.56 en las playas de Punta de Palma. Durante el período de monitoreo, se identificaron variaciones significativas en el pH entre las diferentes playas en cada mes de muestreo.

Figura 12

Rangos de salinidad del agua de mar para cada playa durante los meses de monitoreo.



Fuente: Datos de campo.

Para el objetivo específico tres, los resultados fueron los siguientes:

Durante los siete períodos de monitoreo en las cinco playas, se registraron un total de 418 organismos. La playa de Santo Tomás de Castilla destacó con la mayor cantidad de registros, representando el 35.6% del total.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Aunque la recolección y el análisis de muestras no fueron uniformes en todas las playas debido a la movilidad y disponibilidad del equipo, las muestras obtenidas permiten realizar análisis comparativos. Esto es especialmente válido para los meses de julio y septiembre de 2023, cuando se tomaron muestras completas en todas las playas.

La Figura 14 muestra la abundancia de diferentes grupos de organismos en cinco playas: Santo Tomás de Castilla, Punta de Palma, Capitanía de Puerto, Quehueche y Playa Blanca. En particular, los nematodos y poliquetos son indicadores de mala calidad ambiental en playas.

La tabla muestra la distribución de diferentes grupos de meiofauna en cinco playas: Santo Tomás de Castilla, Punta de Palma, Capitanía de Puerto, Quehueche y Playa Blanca. Dos grupos específicos, los Nematodos y Poliquetos, que son indicadores de mala calidad ambiental en playas, tienen una presencia notable en las primeras tres playas mencionadas.

Santo Tomás de Castilla:

- Tiene la mayor cantidad de Nematodos (91) y Poliquetos (60), lo que sugiere una mala calidad ambiental en esta playa.
- También muestra cantidades significativas de Oligochaeta (26) y Rotíferos (21), lo que puede indicar condiciones desfavorables en términos de calidad ambiental.

Punta de Palma:

- Es la segunda playa con mayor presencia de Nematodos (47) y Poliquetos (27), lo que nuevamente apunta a una calidad ambiental comprometida.
- La presencia de Rotíferos (29) también es alta, reforzando la idea de que esta playa podría estar experimentando algún nivel de contaminación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Capitanía de Puerto:

- Aunque tiene una menor cantidad de Nematodos (1) y ausencia de Poliquetos, la presencia de otros grupos, como Sarcomastigophora (3), sugiere una comunidad de meiofauna menos afectada.

Quehueche:

- Presenta una baja presencia de Nematodos (6) y casi ninguna de Poliquetos (1), lo que podría indicar mejores condiciones ambientales comparadas con Santo Tomás de Castilla y Punta de Palma.

Playa Blanca:

- Es la playa con menos presencia de Nematodos (4) y ausencia de Poliquetos. Estos datos sugieren que Playa Blanca tiene una calidad ambiental relativamente mejor.

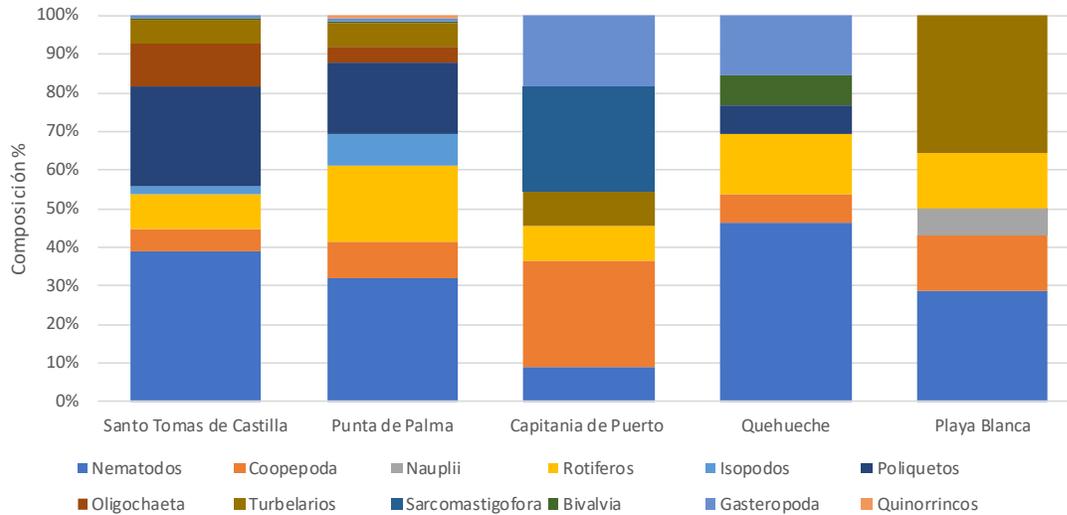
Las playas de Santo Tomás de Castilla y Punta de Palma presentan una elevada concentración de Nematodos y Poliquetos, lo cual es un fuerte indicador de mala calidad ambiental. En contraste, Quehueche y Playa Blanca muestran menor presencia de estos indicadores, sugiriendo mejores condiciones ambientales. Esto podría estar relacionado con factores como la proximidad a fuentes de contaminación, la dinámica de las corrientes marinas y el uso de la tierra circundante, además también un factor que no se ha tomado en cuenta es la actividad pesquera que da movimiento a los sedimentos, por ejemplo con redes de pesca de barco y pesca de Manjúa.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 13

Composición (%) de ocurrencia de meiofauna en las cinco playas del Caribe de Guatemala.



Fuente: Ixquiac, 2024.

En el presente estudio, se identificaron ocho filos de meiofauna: Nematoda, Rotifera, Platyhelminthes, Arthropoda, Mollusca, Annelida, Sarcomastigophora y Kinorhyncha. Estos hallazgos amplían el conocimiento existente en Guatemala, donde el único estudio previo sobre meiofauna fue realizado por Carrillo et al. (2000) en la ensenada de La Graciosa en el Caribe, que reportó seis grupos: Nematoda, Sarcomastigophora, Copepoda, Oligochaeta, Bivalvia y Gastropoda.

Los Nematoda (nematodos) y Poliquetos (poliquetos) son grupos de organismos que se utilizan como indicadores biológicos para evaluar la calidad ambiental de las playas y otros ecosistemas marinos.

Los grupos más representativos como indicadores de condiciones de contaminación en playas son los Poliquetos y Nemátodos. Estos organismos suelen habitar en playas con un exceso de materia orgánica en descomposición, y se observó una alta densidad de estos grupos en sus

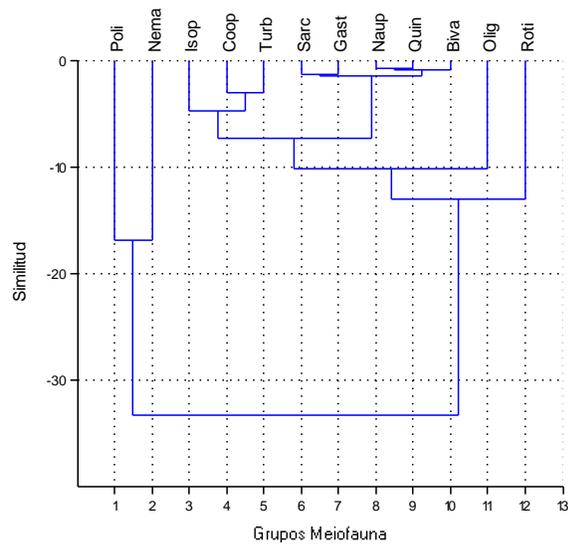


Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

distintas fases de vida en las playas de Santo Tomás de Castilla y Punta de Palma, lo que refuerza la necesidad de tomar medidas correctivas en estas áreas.

Figura 14

Dendrograma a partir de la abundancia de taxas como indicadores de contaminación en las playas del Caribe de Guatemala estudiadas. Basado en el método de Ward y distancia de Bray Curtis.



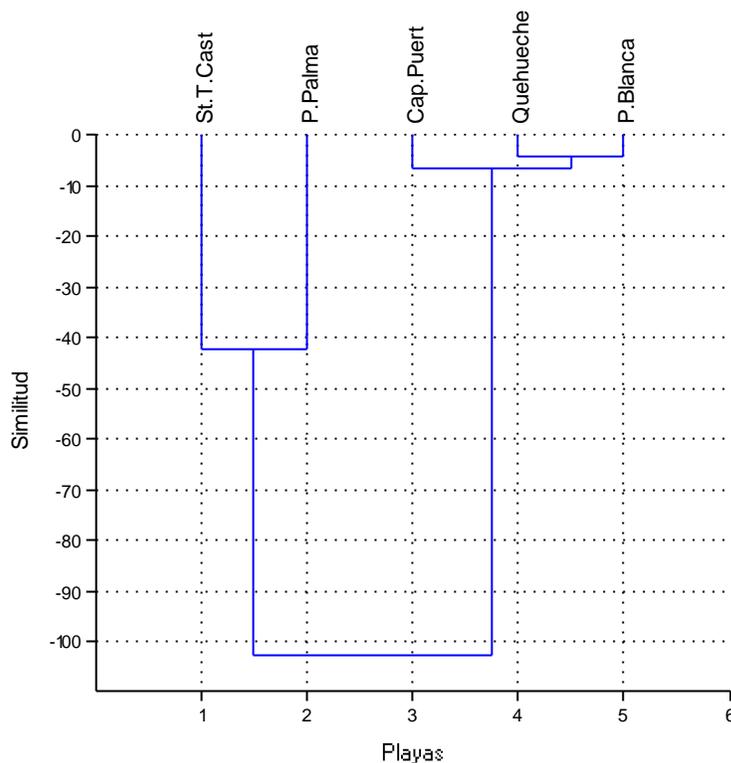
Fuente: Datos de Campo.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Figura 15

Dendrograma para playas a partir de los taxos reportados en las cinco playas del Caribe de Guatemala estudiadas. Basado en el método de Ward y distancia de Bray Curtis.



Fuente: Datos de Campo.

Se realizó una estimación de la diversidad por cada playa, observándose una mayor diversidad en la Playa Punta de Palma donde se registraron 10 taxos y un índice de diversidad de Shannon de 1.8228. La segunda playa con mayor biodiversidad es la Playa de Capitanía de Puerto con seis taxos y un índice de diversidad de 1.673. La Playa de Santo Tomas de castilla pesar de contar con la mayor cantidad de individuos (233) y la segunda en taxos (9) presenta un índice de diversidad de Shannon de 1.645. Otros índices se presentan en la Tabla 3.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Tabla 3

Índices de diversidad para las cinco Playas del Caribe

	Santo Tomas de Castilla	Punta de Palma	Capitanía de Puerto	Quehueche	Playa Blanca
Taxa	9	10	6	6	5
Individuals	233	147	11	13	14
Dominance	0.2472	0.1962	0.2066	0.2781	0.2551
Shannon indx	1.645	1.828	1.673	1.525	1.47
Simpson indx	0.7528	0.8038	0.7934	0.7219	0.7449
Menhinick	0.5896	0.8248	1.809	1.664	1.336
Margalef	1.468	1.803	2.085	1.949	1.516
Equitability	0.7487	0.7939	0.9335	0.851	0.9134
Fisher Alpha	1.86	2.427	5.403	4.322	2.782
Berger- Parker	0.3906	0.3197	0.2727	0.4615	0.3571

Fuente: Ixquiac, 2024.

11.2 Discusión de resultados

Para el índice ICAPTU, las mejores playas resultaron ser Playa Blanca y Punta de Palma. En el caso de Playa Blanca, esto es comprensible, ya que es una playa considerada privada y, según la información obtenida, ha sido modificada para uso recreativo (Bassi, 2023). Esta playa está conectada a una cadena de hoteles, incluyendo Villa Caribe y Villa Antigua, entre otros, lo que puede contribuir a su mejor mantenimiento y calidad ambiental.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Por otro lado, Playa Quehueche aparece como la de menor calidad ambiental en términos de residuos sólidos (DS). Sin embargo, este dato está sesgado debido a la ausencia de un servicio de limpieza regular, lo que incrementa el volumen de residuos acumulados. Idealmente, se debería haber realizado una limpieza de la playa antes del monitoreo del ICAPTU, aunque esto no estaba dentro de nuestras atribuciones. Es importante considerar esta medida para futuras investigaciones, gestionando previamente la colaboración con la municipalidad de Livingston.

Al considerar todas las variables analizadas, se concluye que la playa de Santo Tomás presenta la peor calidad ambiental. Esto se debe a varios factores, como la presencia de indicadores ambientales negativos, la escasez de arena, la corta longitud de la playa y la contaminación proveniente del delta del río. Estos elementos hacen que esta playa sea candidata para su clausura, al menos en la zona infralitoral, que es la zona activa de baño.

Es necesario realizar un ordenamiento de las playas del Caribe, ya que muchos propietarios privados consideran que las playas son extensiones de su propiedad. Como resultado, las playas públicas son escasas. Hemos recibido informes de personas que han sido retiradas de las playas y, en algunos casos, ni siquiera han podido acceder a ellas debido a medidas disuasivas implementadas por guardias armados. En nuestro caso, enfrentamos una situación similar en la playa de Cocolí, donde se nos solicitó que abandonáramos la zona, lo que nos impidió realizar el monitoreo en esa playa testigo.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

12 Conclusiones

La investigación permitió caracterizar la calidad ambiental de las playas turísticas en la bahía de Amatique, revelando variaciones significativas en las condiciones ambientales debido a factores geomorfológicos y amenazas naturales y antropogénicas. Las playas seleccionadas mostraron un espectro diverso de condiciones, lo que subraya la necesidad de enfoques de gestión específicos para cada playa.

Se estableció un índice de calidad ambiental para cinco playas turísticas, utilizando un muestreo no probabilístico basado en el juicio experto. Este índice proporcionó una evaluación integral de la calidad ambiental, considerando tanto los desechos sólidos como los perfiles físico, químico y bacteriológico del agua marina. Las playas de Santo Tomás y Punta de Palma presentaron mayores desafíos ambientales, destacando la importancia de intervenciones específicas en estas áreas.

La identificación de meiobentos en los sedimentos de la zona infralitoral de las cinco playas turísticas permitió evaluar la salud de los ecosistemas marinos. La presencia de nematodos y poliquetos en altas concentraciones en algunas playas indicó condiciones ambientales desfavorables. Mas con los indicadores Annelida y Nematoda. Este hallazgo resalta la importancia de monitorear estos indicadores biológicos para implementar medidas de conservación efectivas y mejorar la calidad ambiental de las playas turísticas.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

13 Recomendaciones

Fortalecer la colaboración institucional para el monitoreo continuo: Se recomienda formalizar acuerdos de cooperación con municipalidades, CONAP, OCRET, SENACYT, INGUAT, y otras instituciones para establecer un monitoreo colaborativo de bajo costo que permita la recopilación de datos representativos a largo plazo. Esto fortalecerá la base de datos y permitirá una evaluación más precisa de la calidad ambiental y biodiversidad en las playas turísticas.

Desarrollar y promover normativas nacionales e internacionales: Presentar una propuesta formal ante MARN para institucionalizar el protocolo de evaluación de residuos sólidos en playas turísticas y avanzar hacia la creación de una certificación ambiental nacional, con el objetivo de posicionar a las playas bajo estándares internacionales como Blue Flag. Adicionalmente, promover la creación de una normativa COGUANOR para la calidad de agua en estas zonas.

Implementar herramientas educativas y de difusión: Proponer la instalación de pizarrones inteligentes en zonas públicas de playas turísticas, en colaboración con INGUAT y municipalidades, que ofrezcan datos dinámicos sobre la calidad ambiental, incluyendo la presencia de desechos sólidos y parámetros fisicoquímicos del agua. Además, desarrollar un manual popular para divulgar los hallazgos y la importancia ecológica, económica y social de las playas, involucrando a la comunidad en su preservación.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

14 Referencias

Ávila–Serrano, MA., del Río, SR., Anfuso–Melfi, G., Benavente–González, J., Guardado–France, R., González–Yajimovich, O., Velázquez–González, EK. 2009. Variaciones sedimentarias y transporte litoral en Playa de la Victoria, Cádiz, España. Ciencia. mar vol.35 no.3 Ensenada sep. 2009

Botero, C. (2002). Propuesta de un modelo para medir la calidad ambiental en playas turísticas. Universidad de La Salle. Dirección General Marítima. Bogotá.

Botero, C., Pereira, C. & Cervantes, O. (2013). Estudios de Calidad Ambiental de Playas en Latinoamérica: revisión de los principales parámetros y metodologías utilizadas.

Carlos, V., Marco, E. (2013). El desarrollo de la industria minera en la costa del pacífico guatemalteco y la falta de un marco legal regulatorio en Guatemala. (tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala.

Comunicación personal. Vidaurre, P. 2021

Comunicación personal Baak, P. 2020

Hernández, C. (2012). Calidad de agua de la Bahía de Santo Tomás de Castilla, departamento de Izabal, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Hurtado, Y., Botero, C. & Herrera, E. (2009). Selección y propuesta de parámetros para la determinación de la calidad ambiental en playas turísticas del Caribe colombiano. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba.

IARNA. (2007). Perfil Ambiental de Guatemala. Universidad Rafael Landívar. Guatemala
Wendy Martínez & Miguel Portilla. (2010). Metodología de conteo de residuos en playas-ICAPTU.

Icaptu, (2018). Departamento de Ciencia, Tecnología e Innovación. Colombia.

Iñiguez, L., & Fischer, D. (2003). Quantification and classification of marine litter on the municipal beach of Ensenada, Baja California, Mexico. Marine Pollution Bulletin, 46(1), 132-138.

Lagos, A., Algarra, A., Lara, L., Sevilla, M., y Quiroga, S. (2013) "Meiofauna". INFOZOA Boletín de Zoología, número 16.

Lee, M. (2024). Todas las cosas Meio con un enfoque específico en Chile. MeioChile.

Leiva, R. (2015). Informe final de proyecto. Asociación de turismo comunitario Garífuna, Entre Mundos. Quetzaltenango, Guatemala.

Manjarrez, G., Blanco, J., González, B., Botero, C., & Diaz, C. (2019) Parásitos en playas turísticas: propuesta de inclusión como indicadores de calidad sanitaria.

Noguera L., Botero, C., & Zielinski, Seweryn. (2012). Selección por recurrencia de los parámetros de calidad ambiental y turística de los esquemas de certificación de playas en América Latina. Universidad de Magdalena, Colombia.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Ospar.org.convention. (2007)

Ovalle, C., Reyes., A, Martínez, L., Mencos, J. (2003). Evaluación del recurso pesquero y oceanografía del Atlántico guatemalteco durante el año 2000. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-. Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-.

Pérez, H., & Cánovas, C. (2006). Distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en cuatro playas del Litoral Norte de la Habana. Revista de Biología Tropical , 54 (3), 985-995.n

Yáñez-Arancibia, A., Zárate Lomeli, D., Gómez Cruz, M., Godínez Orantes, R., & Santiago Fandiño, V. (1999). The ecosystem framework for planning and management the Atlantic coast of Guatemala. Ocean & Coastal Management, 42(2-4), 283-317.
[https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(98\)00058-1](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(98)00058-1)

www.ipcc.ch/languages-2/spanish/

www.plazapublica.com



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

15 Apéndice

Caracterización de las playas turísticas en cuantos a fuentes de generación de DS.

CHEQUEO DE FUENTES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA BLANCA	
Fuente	Observaciones
Actividades recreativas	Nado, banana y otros similares en época de Semana Santa. Futbol y Vollybol playa.
Desembocaduras de río	Creek sin nombre
Sistema de alcantarillado	No existe, se tienen fosas septicas para el sistema de hinodoros. Es una playa "Privada"
Actividades de pesca	
Transporte acuático	Sólo para el arribo de visitantes.
Cestas de basura	Varias de la administración
Instalaciones comerciales	Un restaurante



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

CHEQUEO DE FUENTES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA QUEHUECHE	
Fuente	Observaciones
Actividades recreativas	Nado, banana y otros similares en época de Semana Santa, viajes a sitio Vuele Mujer.
Desembocaduras de río	río Quehueche
Sistema de alcantarillado	Drenajes de 3 casas y dos restaurante directo a río. Que va a la playa.
Actividades de pesca	Nivel medio, colocación de redes de enmalle, pesca con hilo.
Transporte acuático	Nivel medio, es sitio de parqueo de unas 7 lanchas y cayucos y entran embarcaciones tipo yate pequeño.
Cestas de basura	privada 1 de un negocio a la orilla de la playa.
Instalaciones comerciales	Una tienda que tambien es expendio de bebidas.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

CHEQUEO DE FUENTES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA CAPITANIA	
Fuente	Observaciones
Actividades recreativas	Nado, banana y otros similares en época de Semana Santa. Futbol y Vollybol playa.
Desembocaduras de río	Mini creekes.
Sistema de alcantarillado	Un hotel y negocio que desechan sus aguas grises a la playa.
Actividades de pesca	
Transporte acuático	Nivel bajo. Llegan muy pocas embarcaciones, el sitio tiene buen acceso terrestre, el nivel del fondo es bajo.
Cestas de basura	Varias, las cuales son vaciadas por el tren de aseo.
Instalaciones comerciales	Un comedorcito.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

CHEQUEO DE FUENTES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA PUNTA DE PALMA	
Fuente	Observaciones
Actividades recreativas	Nivel bajo. Sólo de la gente que viene de la capital.
Desembocaduras de río	río San Agustín
Sistema de alcantarillado	Un afluente a flor de tierra, muchos que caen al San Agustín.
Actividades de pesca	No existe, por la contaminación de la zona, los pescadores lo saben, no lo hacen.
Transporte acuático	Si, lanchas a Ensenada Verde, Lanchas privadas que llegan a restaurantes, cayucos que salen a pesca de río San Agustín.
Cestas de basura	Una. Hay un tren de aseo municipal que barre a las 05.30 por dos personas.
Instalaciones comerciales	Varios restaurantes, comedores y lugares de bebida.



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

CHEQUEO DE FUENTES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA PLAYA SANTO TOMAS	
Fuente	Observaciones
Actividades recreativas	Nado, pesca recreativa de muelle, banana y otros similares en época de Semana Santa. Futbol y Vollybol playa.
Desembocaduras de río	Creek pequeño.
Sistema de alcantarillado	
Actividades de pesca	Sólo recreativa por los visitantes, con caña de pesca.
Transporte acuático	nivel medio y alto en Semana Santa es ruta de lanchas desde Pto Barrios.
Cestas de basura	Varias, las cuales son vaciadas por el tren de aseo.
Instalaciones comerciales	Muchas. Playa pública las más usada del Caribe



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

Banner "Meiofauna pequeños gigantes del mundo del bento marino"



"Meiofauna: Pequeños Gigantes del Mundo del bento marino"



Hidalgo, H.; Dardon, L.; Chicojoy, L.; Cortéz, J. & Ixquiác, M.
integramar@yahoo.es

Resumen

Biodiversidad meiofaunal de las playas turísticas en el Caribe de Guatemala: Santo Tomás de Castilla, Punta de Palma, Capitanía de Puerto de Livingston, Playa Quehuéche y Playa Blanca. Se analizaron las variaciones estacionales de la estructura meiofaunal durante el año 2023. Los grupos con mayor presencia a la fecha han sido: Nematodos (32.6%), Poliquetos (19.8%), Rotíferos (13.4%), Turbellarios (8.8%), Copepoda (6.4%) e Isópodos (5.2%). El rango de clasificación para pertenecer al grupo de meiofauna ha generado mayor observación en Isópodos, Poliquetos, Nematodos y Oligochaeta, grupos que son parte de la meiofauna temporal.

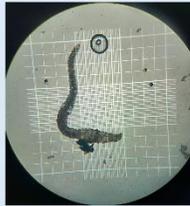
Introducción

La fauna bentónica desempeña un papel fundamental en el flujo de materia y energía en el ecosistema global. Dentro de este contexto, la meiofauna, cuyo nombre proviene del griego "méion", que significa "más pequeño", representa un conjunto diverso de organismos móviles pertenecientes a diversos filos. Su clasificación se basa en el tamaño, como lo indican varios autores en la Tabla No.1. En otras palabras, la meiofauna comprende todos los organismos móviles que son más pequeños que la macrofauna, pero más grandes que la microfauna.

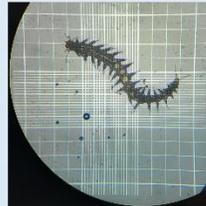
A pesar de que la meiofauna se encuentra dentro de un rango de tamaño relativamente estrecho, abarca representantes de todos los filos y exhibe una notable robustez y diversidad. Es importante destacar que esta definición también engloba las pequeñas larvas de organismos que, al completar su desarrollo, se convertirán en parte de la macrofauna. A esta última categoría se le conoce como meiofauna temporal.

Tabla No.1. Rangos de longitud (µm) para la descripción de la meiofauna según diferentes autores.

Fuente	Límite inferior (µm)	Límite superior (µm)
Schmidt-Rhaesa, 2017	65	450
Mare, 1942	42	500
Sellanes, J. Neira, C., & Quiroga, E., 2014	63	500
Carrasco, F., 2004.	62	500



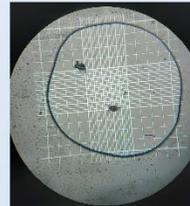
Oligochaeta



Poliqueto



Nematodo



Copepodo

Materiales y métodos

Los muestreos se realizaron de manera mensual de mayo a septiembre, lo que permitió llevar a cabo el primer muestreo durante la temporada seca. El área de estudio abarcó cinco playas del Caribe guatemalteco, y se realizaron colectas en la zona intermareal. Se recolectaron muestras de sedimentos, que fueron debidamente etiquetadas y transportadas al laboratorio del Centro Universitario de Izabal.

Una vez en el laboratorio, las muestras se colocaron en cajas Petri de 10 cm de diámetro, a las cuales se les añadió agua con una pizca para provocar la resuspensión de los organismos presentes.



Colecta de muestras en Playa Pública Santo Tomás de Castilla, Izabal.



Playa Punta de Palma, Puerto Barrios, Izabal.



Conclusiones

En los cinco meses de estudio en las cinco playas, se ha registrado un total de 328 organismos. Destaca que la playa de Santo Tomás de Castilla ha sido la que ha registrado la mayor cantidad de organismos, representando el 50% del total de organismos en todas las playas. Al menos cuatro grupos de los organismos observados pertenecen a la meiofauna temporal, y es tan representados por los Nematodos, Isópodos, Poliquetos y Oligochaeta. Estos grupos son considerados especies indicadoras de la condición ambiental y, por lo tanto, la información relacionada con ellos debe ser analizada cuidadosamente al elaborar informes sobre la meiofauna.

Agradecimientos

El presente artículo ha sido realizado en marco del proyecto DIGI 2023 "Calidad ambiental de playas turísticas del Caribe de Guatemala", con el financiamiento de la USAC, y el apoyo del Instituto de Investigaciones del Caribe de Izabal (ICI) del Centro Universitario de Izabal -CUNIZAB-

Bibliografía:

Mare, M. T., (1942). A study of a marine benthic community with special reference to the microorganisms. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 25, 517-554.

Bidall, Aaron. (2020). *Guide to the identification of marine meiofauna*. Schmidt-Rhaesa, Andreas (Ed.). Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich, Germany, 2020. 648 pp. Invertebrate Biology.





Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

16 Vinculación

La investigación está vinculada a la Red Iberoamericana de Playas, red de expertos internacionales que están muy contentos de haber podido impulsar a nivel nacional esta acción y poder seguir desarrollando bajo el concepto de “investigaciones colaborativas de bajo costo” la gestión de las playas, para impulsar de manera multinacional la investigación sobre la calidad recreativa de las playas, la cual analiza 7 indicadores.

Se logró el apoyo de las Corporaciones Municipales de Puerto Barrios y Livingston, para que no se realizara el tren de aseo en las playas y poder tener datos reales del ICAPTU de las playas. Con FUNDAECO se logró el apoyo en el levantamiento de datos en un par de visitas y hay una

Cómo actividad a futuro se vinculará la investigación con la Comisión de Ciencias de la Tierra, Océano y Espacio -COCITOE- de la SENACYT.

Se tuvo una reunión con geólogo de INSIVUMEH quienes se mostraron interesados en poder incorporar el tema en su agenda y también con personeros del Instituto Privado de Cambio Climático para poder obtener apoyo y trabajar en el pacífico de Guatemala.

Ya que las playas son de los mejores indicadores para tema de cambio climático y elevación del océano.

17 estrategia de difusión, divulgación y protección intelectual

La difusión de la investigación se realizó a través de un Banner que seguirá sirviendo para efectos de visibilidad del tema y de las instituciones de apoyo, en una iniciativa con enfoque de educación ambiental con el MARN. Además, se realizó una presentación en el VI simposio marino costero a través de poster obteniéndose el 3er lugar. Igual se hizo una presentación en



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

un congreso en diciembre del Colegio de Médicos Veterinarios y Zootecnistas. En todas las difusiones se cuidó mucho de la visibilidad de la USAC y DIGI.

18 Aporte de la propuesta de investigación a los Prioridades Nacionales de Desarrollo (PND) identificando su meta correspondiente:

La investigación apporto en la prioridad nacional “Valor Económico de los Recursos Naturales” específicamente en la meta: 14. 2 Para 2020, gestionar y proteger de manera sostenible los ecosistemas marino-costeros con miras a evitar efectos nocivos importantes, incluso mediante el fortalecimiento de su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a finde restablecer la salud y la probidad de los océanos.

En específico se apporto en el indicador 14.2.1 Número de países que aplican enfoques basados en los ecosistemas para gestionar las zonas marinas. Ya que se visibilizo un ecosistema con valor económico por su derrama en actividad turística que ha estado invisibilizado.

Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

19 Orden de pago final (incluir únicamente al personal con contrato vigente al 31 de diciembre de 2023)

Nombres y apellidos	Categoría (investigador /auxiliar)	Registro de personal	Procede pago de mes (Sí / No)	Firma

20 Declaración del Coordinador(a) del proyecto de investigación

El Coordinador de proyecto de investigación con base en el *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación*, artículos 13 y 20, deja constancia que el personal contratado para el proyecto de investigación que coordina ha cumplido a satisfacción con la entrega de informes individuales por lo que es procedente hacer efectivo el pago correspondiente.

<p>Hugo Hidalgo Colindres</p>	
<p>Fecha: 29/02/2024</p>	

21 Aval Director del Instituto de investigaciones del caribe de Izabal –IICI_

De conformidad con el artículo 13 y 19 del *Reglamento para el desarrollo de los proyectos de investigación financiados por medio del Fondo de Investigación* otorgo el aval al presente informe mensual de las actividades realizadas en el proyecto (escriba el nombre del proyecto de investigación) en mi calidad de (indique: Director del instituto, centro o departamento de investigación o Coordinador de investigación del centro regional universitario), mismo que ha sido revisado y cumple su ejecución de acuerdo a lo planificado.

--	--



Informe final de proyecto de investigación. Año 2023

<p>Vo.Bo. Mario Estuardo Salazar Rodríguez Coordinador Instituto de Investigaciones del Caribe de Izabal –IICI-</p>	
<p>Fecha: dd/mm/año</p>	

22 Visado de la Dirección General de Investigación

<p>Vo.Bo. Nombre Coordinador(a) del Programa Universitario de Investigación</p>	<p>Firma</p>
<p>Fecha: dd/mm/año</p>	

<p>Vo.Bo. Nombre Coordinador General de Programas Universitarios de Investigación</p>	<p>Firma</p>
<p>Fecha: dd/mm/año</p>	

/Digi2024