

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE SEIS DIFERENTES PLAYAS DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS  
MARINAS EN EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**Dueñas Melara, Claudia Evelyn.  
Valiente Romero, María de los Ángeles.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE SEIS DIFERENTES PLAYAS DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS  
MARINAS EN EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**Dueñas Melara, Claudia Evelyn.  
Valiente Romero, María de los Ángeles.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

ASESORES:

---

M.Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo.

---

Lic. Juan José Cerrato.

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA  
ESCUELA DE BIOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE SEIS DIFERENTES PLAYAS DE ANIDACIÓN DE TORTUGAS  
MARINAS EN EL SALVADOR.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:

**Dueñas Melara, Claudia Evelyn.  
Valiente Romero, María de los Ángeles.**

PARA OPTAR AL GRADO DE:  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

ASESORES:

M.Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo.  
Lic. Juan José Cerrato.

JURADO:

Lic. Carlos Augusto Salazar  
Lic. Carlos Antonio Granados

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO DE 2010

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

Lic. Rufino Antonio Quezada Sánchez  
RECTOR

Dr. René Madecadel Perla Jiménez  
FISCAL GENERAL

Lic. Douglas Vladimir Alfaro Chacón  
SECRETARIO GENERAL

Dr. Rafael Antonio Gómez Escoto  
DECANO FACULTAD CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICA

Msc. Nohemy Elizabeth Ventura Centeno  
DIRECTORA ESCUELA DE BIOLOGIA

## Tabla de contenido

ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
DEDICATORIA.....	9
AGRADECIMIENTO.....	10
INTRODUCCIÓN .....	11
MARCO TEÓRICO .....	13
GENERALIDADES DE LAS TORTUGAS MARINAS.....	13
Amenazas al Hábitat de Anidación de las Tortugas Marinas.....	14
Granulometría y su Uso en Estudios Geoquímicos y Ambientales.....	19
Evaluación multicriterios (NAIADE) .....	20
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	22
1. PLAYA BARRA DE SANTIAGO.....	22
2. PLAYA SAN DIEGO.....	22
3. PLAYA EL AMATAL.....	23
4. PLAYA TOLUCA.....	23
5. PLAYA CEIBA DOBLADA.....	24
6. ISLA SAN SEBASTIÁN .....	24
METODOLOGIA .....	28
FASE DE CAMPO.....	28
PROCESAMIENTO DE DATOS .....	35
FASE DE LABORATORIO .....	34
RESULTADOS.....	36
<b>Playa Barra de Santiago</b> .....	37
<b>Playa San Diego</b> .....	41
<b>Playa El Amatal</b> .....	45
<b>Playa Toluca</b> .....	49
<b>Playa Ceiba Doblada</b> .....	53
<b>Playa Isla San Sebastián</b> .....	55
DISCUSIÓN .....	70

CONCLUSIONES.....	78
RECOMENDACIONES .....	80
BIBLIOGRAFÍA .....	81
CITAS INTERNET .....	87
COMUNICACIÓN PERSONAL.....	88
ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS SEIS PLAYAS DE ANIDACIÓN EN LA COSTA DE EL SALVADOR	24
FIGURA 2: UBICACIÓN DE LOS SECTORES MUESTREADOS EN BARRA DE SANTIAGO DEPARTAMENTO DE AHUACHAPÁN	24
FIGURA 3: UBICACIÓN DE LOS SECTORES MUESTREADOS EN PLAYA SAN DIEGO. EL AMATAL Y TOLUCA DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.	25
FIGURA 4: UBICACIÓN DE LOS SECTORES MUESTREADOS EN CEIBA DOBLADA E ISLA SAN SEBASTIÁN DEPARTAMENTO DE USulután.	26
FIGURA 5: NOTAS FINALES DE CADA COMPONENTE INTRODUCIDOS AL SOFTWARE NIAIDE.	67
FIGURA 6: RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTICRITERIOS SEGÚN LAS NOTAS TOTALES DE LAS SEIS PLAYAS DE ANIDACIÓN DE LOS DIFERENTES COMPONENTES.	67

## RESUMEN

Se realizó una evaluación de seis diferentes playas de anidación de tortugas marinas en El Salvador, durante el período comprendido entre Octubre de 2007 a Julio de 2008, para conocer el estado actual de éstas; referente a las características óptimas para la reproducción de estas especies. Las playas que se evaluaron fueron: Barra de Santiago (Departamento de Ahuachapán); San Diego, El Amatal y Toluca (Departamento de La Libertad); Ceiba Doblada e Isla San Sebastián (Departamento de Usulután).

La fase de campo consistió en dos visitas a cada playa seleccionada. La primera visita fue de dos días en cada una de éstas, con el objeto de identificar a los tortugueros y pobladores, que proporcionarán información relativa a los lugares preferidos de las tortugas marinas para su anidación.

La segunda visita fue de 7 días en cada playa, donde se tomaron datos de infraestructura, contaminación, vegetación, granulometría e inclinación; en los sectores de mayor y menor avistamiento.

Los resultados de la investigación, mostraron que la playa Barra de Santiago obtuvo la menor nota, debido a los factores antropogénicos que han deteriorado la estructura natural del área.

La playa Ceiba Doblada fue la mejor evaluada, ya que es una playa carente de infraestructura; por lo tanto con ausencia de iluminación artificial, poca contaminación y una cobertura vegetal abundante.

La calidad de los componentes naturales y artificiales, en las playas de anidación evaluadas, no es el único factor determinante para que las tortugas marinas desoven, ya que aún se reportan anidaciones, pero es necesario tomar medidas que regulen el uso que el hombre está dando a las playas, por ser áreas determinantes para su reproducción.

## ABSTRACT

It was achieved an evaluation of six different nesting beaches of sea turtles in El Salvador during the period from October 2007 to July 2008, to find out the current environmental state of these, concerning to the best characteristics for the reproduction of these species. The beaches that were evaluated were: Barra de Santiago (Ahuachapán), San Diego, El Amatal and Toluca (La Libertad); Ceiba Doblada and Isla San Sebastian (Usulután).

The field phase consisted of two visits to each selected beach. The first visit took two days in each of these, in order to identify “tortugeros” and residents who helped to recognize the preferred locations for sea turtle nesting.

The second visit involved 7 days at each beach, where taken data were infrastructure, pollution, vegetation, grading and slope, in areas of higher and lower turtles sightings.

The research results showed that Barra de Santiago beach obtained the lowest note, due to anthropogenic factors that have deteriorated the natural structure of the area.

Ceiba doblada beach gained the best note, since it is a beach without infrastructure, and therefore with no artificial lighting, low pollution and abundant vegetation.

The quality of natural and artificial components evaluated in the nesting beaches, is not the only determining factor for spawning turtles because there are still a lot of nesting turtles reports, but it is necessary to take measures to regulate the use that the man is giving to these beaches, since they are crucial areas to their reproduction.

## **DEDICATORIA**

A Dios todopoderoso, por darnos la paciencia y mantenernos siempre en el camino del éxito.

A nuestras familias por siempre estar ahí donde los necesitábamos.

A todos los que siempre estuvieron pendientes de nosotras en cada paso que dábamos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirnos alcanzar este logro y darnos los conocimientos para seguir adelante.

A nuestros Padres por apoyarnos cada día incondicionalmente y nunca dejar que flaqueáramos.

A nuestros asesores M. Sc. Oscar Wilfredo Paz Quevedo y Lic. Juan José Cerrato por brindarnos su apoyo y conocimiento cada vez que lo necesitábamos.

A los jurados Lic. Carlos Salazar y Lic. Carlos Granados por tener el tiempo para escucharnos.

A Celina Dueñas Técnica y encargada del área de reptiles del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), por brindarnos todos sus conocimientos cada vez que la necesitábamos.

A todos los tortugeros y personas de las comunidades por ayudarnos siempre en la búsqueda de las mejores zonas de anidación.

## INTRODUCCIÓN

Las playas son importantes no sólo para los turistas y residentes, como fuente de ingreso y elemento cultural, sino que también juegan un papel determinante en el mantenimiento de la biodiversidad (Prada *et al.*, 2005).

En muchos lugares, diversos tipos de actividades humanas están interrumpiendo la reproducción de las tortugas marinas. Con el crecimiento de la población, se están matando cada vez cantidades mayores de estos animales en todas las playas del mundo (Marcano, s.f.; Azanza *et al.*, 2000 y Guagni *et al.*, 2000).

Fbbva (2008), menciona que estas especies han sufrido un declive muy importante durante el siglo pasado, por esta razón están dentro de la lista roja, en la categoría de peligro de extinción para la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN).

El crecimiento poblacional en la zona costera, donde se encuentran las playas de anidación de tortugas marinas, refleja la presión que el crecimiento demográfico puede ejercer sobre las poblaciones, a los reptiles marinos que anidan en sus playas (SNIA, 2008 y Marcano, s.f.).

Witherington (2000), sugiere que un hábitat de anidación favorable, es crítico para la reproducción de las tortugas marinas, y es fundamental para la supervivencia de sus poblaciones.

Richardson (2000), explica que se puede incluir una gama muy amplia de estudios importantes, acerca de los efectos del hombre y sus mascotas sobre el comportamiento de anidación, los problemas asociados con la iluminación de playas, extracción de arena, tráfico vehicular con su consecuente compactación de la arena, vegetación exótica, efectos de animales ferales y desarrollo costero.

Por estas alteraciones, se hace necesario realizar una evaluación de las playas de anidación, para identificar las mejores zonas, ya que así se tendrá un mejor control para mantenerlas en buen estado, y conservar al margen los parámetros contaminantes de estos sectores, para aumentar el número de arribadas de las especies de tortugas marinas que llegan a la costa salvadoreña.

En esta investigación, se realizó una evaluación de seis diferentes playas de anidación de tortugas marinas en El Salvador, ya que éstas playas están sufriendo en la actualidad cambios perjudiciales, impactando las condiciones naturales de las mismas, a causa de la industria turística no controlada, avance de la frontera urbanística y otros factores.

## MARCO TEÓRICO

### GENERALIDADES DE LAS TORTUGAS MARINAS

Las tortugas marinas son reptiles de especies clasificadas en phylum Chordata y orden Testudines. Estas especies se clasifican en dos familias: Dermochelyidae y Chelonnidae, han estado en el planeta desde el período Triásico, hace unos 200 millones de años, son de diferentes tamaños, formas y colores, (Tomás, 2000; CIT, 2004; Maluleke, 2007 y C.C.C., 2008).

Estos grandes reptiles, habitan en los mares tropicales y subtropicales de todo el mundo, alternando entre playas de anidación, áreas de reproducción, alimentación y desarrollo, tanto en zonas neríticas como pelágicas, cada organismo se dispersa y migra, recorriendo distancias que pueden abarcar decenas de miles de kilómetros, atravesando cuencas oceánicas y también aguas territoriales de diferentes países (Diez *et al.*, 2000; Eckert, 2000 y C.C.C., 2008).

Sus cuerpos ágiles y grandes aletas, las hacen muy adaptadas a la vida en el mar. Sin embargo, mantienen estrechos vínculos con la tierra para poner sus huevos en la arena. Su ciclo de vida, es altamente complejo, con tiempos de generación muy largos y maduración tardía (López, 2006).

La etapa de la reproducción es una de las más peligrosas en la vida de las tortugas marinas, ya que tienen una elevada mortalidad durante los primeros estadíos de su vida, las tortugas marinas adultas ponen muchísimos huevos durante esa temporada, y aún así, muchos huevos no sobreviven a la eclosión; como es usual, muchas de las crías resultan devoradas por los depredadores, mientras que otras no llegan al mar, las que lo logran no sobreviven más de un día, y unas pocas continúan hasta la edad adulta en la que, a su vez se reproducirán (Tomás, 2000; C.C.C., 2008 y Marcano, s.f.).

Además el I.A.B. (2001), señala que es por todos conocidos, el gran esfuerzo de las tortugas hembras para depositar sus huevos en lo alto de la playa, pero las tortugas se aventuran a un lugar tan alejado de la protección del agua por que las hembras deben escoger un lugar donde se pueda garantizar la temperatura indicada para la puesta.

El sexo de las tortugas, como en la mayoría de los reptiles, no está predeterminado genéticamente, si no que es establecido por la temperatura cuando los embriones tienen 5 semanas de incubación; arriba de la temperatura pivotal (30°C) se formarán hembras y debajo de ésta se formarán machos. Una diferencia de apenas 2.5°C en uno u otro sentido, es suficiente para desequilibrar la proporción de sexos y que nazcan únicamente machos o hembras (Figueroa, 1987; Dueñas, 2008; C.C.C., 2008 e IFAW, s.f.).

Azanza *et al.* (2003), concuerdan que las anidaciones realizadas a nivel de la vegetación, tienen un riesgo mínimo de ser afectadas por los cambios de las corrientes marinas, incluso por las tormentas, ya que la línea de vegetación suele ser el límite de ascenso del mar, en los casos extremos de afectaciones procedentes de fenómenos meteorológicos.

#### Amenazas al Hábitat de Anidación de las Tortugas Marinas

Debido al incremento de la poblacional humana en las áreas del Pacífico, las tortugas marinas se encuentran amenazadas por una amplia variedad de factores. Entre éstos la captura directa e indirecta de adultos juveniles, las amenazas a los huevos y las crías, el robo de nidos de tortugas marinas, por poblaciones locales para el consumo o comercio de los huevos, extracción de la arena de playa, la degradación o pérdida del hábitat de anidación por el consecuente desarrollo urbanístico costero, construcciones de estructuras para la estabilización de playas, iluminación artificial, aumento en el tráfico, el incremento del turismo y sus diversas actividades (acampar en la playa, fogatas, etc.), la contaminación de los mares y el hostigamiento general a las tortugas marinas (Eckert *et al.*, 1998; Guagni *et al.* 2000; CIT, 2006 y C.C.C. 2008).

Además de las amenazas antes mencionadas que suceden en la playa, existen otros peligros en el mar abierto, incrementando el número de muertes de individuos juveniles y adultos, provenientes de los choques con embarcaciones, interacciones con pesquerías por capturas accidentales en redes y anzuelos, y de la creciente contaminación del océano, los efectos de esta contaminación en las tortugas marinas pueden ser físicos (obstrucciones o lesiones del tracto digestivo), causadas por ingesta de basuras flotantes o químicos, por la absorción de toxinas, por ejemplo la acumulación de PCB's procedentes de la disolución de plásticos ingeridos por las tortugas (Tomás, 2000).

#### *Construcción de infraestructura*

Muchas playas de la zona Centroamericana se están desarrollando, y la inmigración hacia zonas costeras, generan desarrollo urbano en dicha zona, principalmente de parte de personas de escasos recursos económicos, que construyen edificaciones rústicas, lo que representa un movimiento de la frontera del desarrollo, lo cual elimina espacio físico para la anidación de las tortugas. En un segundo plano, está el grupo social que tiene más recursos económicos y que realiza construcciones para casas de veraneo, estas viviendas también son construidas sobre la playa, y además de las alteraciones descritas con anterioridad, ambas provocan contaminación por luz, además, reduce la capacidad de las tortugas para reproducirse con éxito (Marcano, s.f.; Greenpeace 1993; Eckert *et al.*, 1998; Arauz, 2000 y Chacón *et al.*, 2001).

Chacón *et al.* (2001), describen que otro problema es la erosión debido a que la extracción de arena afecta la playa de anidación, que son áreas importantes para la recreación de residentes y turistas, además sirven como barreras de oleajes. Esta extracción puede darse como una clase de "minería", para usar la arena como materia prima o por cambios en el litoral, debido a construcción y/o alteración de la morfología de la costa, lo que provoca cambios en la corriente marina y el barrido de las playas por parte del océano.

### *Contaminación por Luz Artificial*

Herranz (2002), explica que se ha venido denominando contaminación lumínica, a los efectos de la difusión en la atmósfera nocturna de la luz producida por fuentes artificiales. En un sentido general y actual, puede hablarse de contaminación lumínica para referirse a toda alteración innecesaria, debido a fuentes artificiales de luz de las condiciones naturales, existente de noche en ambientes exteriores. Ésta definición incluye su uso original y se extiende a cualquier posible efecto nocivo, cuyo origen está asociado a luz artificial no deseada.

En el mismo contexto, se dice que la emisión inadecuada de luz para iluminación nocturna, perjudica la calidad ambiental y la biodiversidad, malgaste de energía eléctrica y obstruye la visión del firmamento. El constante aumento de las instalaciones de alumbrado, agrava este problema.

Cháves *et al.* (2002), señalan que uno de los factores que deterioran el hábitat terrestre, se asocia directamente al desarrollo costero de la zona, especialmente la iluminación artificial en la playa.

Cualquier iluminación artificial dirigida hacia el sitio de la playa, por la presencia de hoteles, residencias y restaurantes, produce uno de los disturbios principales en la actividad de anidación, esta iluminación, también causa alto impacto al comportamiento de salida durante la búsqueda del neonato hacia el océano, ya que suelen guiarse por los reflejos del agua, produciéndole desorientación, deshidratación, cansancio, depredación y muerte en su camino de regreso al mar (IFAW, s.f.; Boulon *et al.* 1993; Richardson, 2000; Witherington, 2000; Chacón, 2001; Chaves *et al.*, 2002; Chacón, 2003; CIT, 2004; Fitz, 2004; Aranda, 2006; CIT, 2006; Keto, 2006 y C.C.C., 2008).

#### *Fuentes de contaminación lumínica:*

Herranz (2002), también indica que es común identificar al alumbrado público como su principal causante de contaminación, pero las fuentes de luz son más numerosas y variadas de lo que a primera vista pudiera parecer. Por ejemplo:

-El alumbrado urbano público de los núcleos de población, presente en calles, patios de escuelas.

-La iluminación privada de exteriores de diversas titularidades, utilizadas en letreros, anuncios luminosos, empresas, propiedades particulares, infraestructuras rústicas (hoteles, refugios).

-La iluminación de vías de comunicación.

#### *Desechos Sólidos y Líquidos en Playas*

Durante siglos el Océano ha podido soportar la contaminación natural y la acción de la sociedad humana sin sufrir grandes modificaciones, pero desde inicios del siglo XX las actividades humanas se han incrementado, alcanzando niveles que pueden perturbar gravemente los ciclos vitales del ambiente marino/costero y poner en peligro toda su diversidad biológica (Platónov, 2002).

Los desechos antropogénicos afectan a las tortugas marinas básicamente por ingesta, enredo o contacto externo con los mismos, de todas las fuentes de mortalidad inducidas por el hombre, la resultante de la contaminación marina es una de las más difíciles de estimar. La ingesta de desechos puede derivar en la obstrucción parcial o total del tracto digestivo y es difícilmente diagnosticable ya que no se manifiesta externamente. Los efectos pueden ser letales o sub-letales, como la dilución de dieta (consecuencia de saciedad por persistencia de plásticos en el estómago) y disminución de la capacidad de absorber nutrientes. Otra amenaza potencial, es el efecto de la ingesta de alimentos contaminados (metales pesados, agrotóxicos, PCB), los cuales pueden causar intoxicación, los efectos subletales de la ingesta de desechos tienen un efecto desconocido, aunque potencialmente negativo sobre las poblaciones de tortugas marinas (Laporta *et al.*, 2006 y Javaloy, 2007).

FONAES (2002), estima que más de 70,000 productos químicos sintéticos han sido descargados en los océanos del mundo, sólo un pequeño porcentaje de ellos ha sido monitoreado y corresponden a aquellos relacionados con la salud humana y no con el impacto ecológico. El aumento de los niveles de contaminación está ligado al uso cada vez mayor de químicos sintéticos y fertilizantes.

Chacón *et al.* (2001) y Keto (2006), expresan que los contaminantes químicos tales como: el petróleo, aguas provenientes de cloacas o tanques sépticos, pesticidas, descargas industriales y desechos agrícolas, son responsables de algún nivel de mortalidad de tortugas marinas cada año.

IFAW (s.f.), comenta que en la mayoría de los países centroamericanos, utilizan las letrinas o tanques sépticos, para la recolección de aguas cloacales domiciliarias en las zonas costeras. Sin embargo, estos sistemas tienen el gran problema, que no se les da mantenimiento y en algunas zonas no representan la vía más óptima para el tratamiento de estos residuos. Una gran cantidad de organismos patógenos dañinos a la salud ambiental, están contenidos en las aguas contaminadas por desechos líquidos.

Debido a la continua pérdida y contaminación de los hábitats de anidación, las tortugas marinas se encuentran en peligro de extinción en todo el mundo, pues se cree que ésta especie posee una alta afinidad por su playa de origen, por lo tanto la pérdida o reducción de su entorno les afectaría en gran escala (C.C.C., 2008).

#### *Deforestación*

Federici (2006), explica que las tortugas marinas, generalmente anidan en playas aisladas y cerca de la vegetación.

Esta mantiene relativamente estable una columna de aire, que disminuye su actividad como agente erosivo, si se compara con las zonas de la playa desprovistas de vegetación. Asimismo, el sistema radicular, más que un obstáculo, favorece la aeración de los sedimentos y evita su compactación; lo que facilita la salida de los nonatos al final del período de incubación. Posiblemente, al elegir esta zona como sitio de anidación, las tortugas tienen más posibilidades de incrementar la sobrevivencia de su nidada (IFAW, s.f.; Azanza, 2003 y CIT, 2006).

La vegetación nativa es eliminada y substituida a menudo por especies exóticas; que a su vez la arena es reemplazada por suelos para jardín, modificando la morfología de la playa, las ventajas de la vegetación introducida es que sirven como barreras físicas, para que disminuya la intensidad de la luz de dichas construcciones (Boulon *et al.*, 1993; Eckert, 1998).

### Granulometría y su Uso en Estudios Geoquímicos y Ambientales.

El tamaño granular se refiere al diámetro de las partículas de sedimento, típicamente medidas en milímetros, para Edwards (1997); la sedimentología ha tenido un importante crecimiento en las investigaciones, particularmente en los estudios de contaminación ambiental (Parkinson *et al.*, 2000).

Los sedimentos terrígenos de grano grueso, pueden tener un significado completamente distinto al de los sedimentos constituidos por partículas finas. Por ejemplo, un sedimento arenoso, puede en un momento dado reflejar la influencia del oleaje, en tanto que un sedimento lodoso, puede caracterizar un ambiente de aguas tranquilas.

Las diferencias en tamaños de partículas, se relacionan con el tipo litológico de las rocas del área fuente y con la distancia entre el área fuente y el área de depósito. También los diferentes tipos de energía que existen en el área de depósito, van a influir en las características granulométricas del sedimento.

Para el estudio de mezclas de arenas, limos y arcillas, han sido propuesto por diversos autores diagramas ternarios de varios tipos, siendo el de Shepard (1954), uno de los más ampliamente usados en investigaciones marinas. En el triángulo de Shepard se tienen diez posibles mezclas, derivadas de los polos arena, limo y arcilla. Las diez clases que se pueden tener son: arena, arena limosa, limo arenoso, limo, limo arcilloso, arcilla limosa, arcilla, arcilla arenosa, arena arcillosa y arena limo arcillosa.

En estudios realizados por Maharaj *et al.* (2002), se describe la importancia que posee el tamaño del grano para determinar la porosidad, el cual es un indicador relativo del intercambio de gas, entre las partículas de la arena a través de la cáscara de huevo de las tortugas marinas.

Se puede estimar con cierta precisión el tamaño dominante de partícula, mediante el uso de una tarjeta enmicada de papel milimétrico. En ella se puede observar bajo el microscopio el tamaño de partículas, tomando en consideración la clasificación de Wentworth *et al.* (1922), (cuadro 1).

Cuadro 1: Clasificación de los tamaños de partículas (Wentworth *et al.*, 1922).

Descripción	Tamaño (milímetros)
Grava	Mayor que 2
Arena muy gruesa	entre 1 y 2
Arena gruesa	entre $\frac{1}{2}$ y 1
Arena media	entre $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$
Arena fina	entre $\frac{1}{8}$ y $\frac{1}{4}$
Arena muy fina	entre $\frac{1}{16}$ y $\frac{1}{8}$
Limo	entre $\frac{1}{16}$ y $\frac{1}{256}$
Arcilla	menor que $\frac{1}{256}$

### Evaluación multicriterios (NAIADE)

NAIADE es un nuevo método de evaluación de multicriterio, que realiza la comparación de alternativas en base a un sistema de criterios. Permite el uso de la información afectado por los diversos tipos y grados de incertidumbre, también es un método discreto (el sistema de alternativas es finito), que no utiliza carga tradicional de criterios. Aplicando una técnica de comparación, NAIAD E genera una graduación de alternativas.

Según Moreno *et al.* (2006), la evaluación multicriterio soporta la toma de decisiones y la valoración ambiental difusa apoyada por el método: Novel Approach to Imprecise Assessment and Decisión Environments, NAIAD E por sus siglas en inglés. El cuadro de evaluación usada en NAIAD E puede incluir medidas exactas, estocásticas o difusas de la ejecución de una alternativa. Este enfoque es particularmente deseable para el modelo ecológico-económico, incorporando diversos grados de precisión de las variables que se tienen en consideración. La metodología incluye las siguientes etapas:

- a) Comparar parejas de alternativas de acuerdo con cada criterio
- b) Agregar esta calificación para dar una evaluación total del par de alternativas de acuerdo a todos los criterios considerados.
- c) Ordenamiento final de las alternativas en un pre-orden parcial o total (se permiten relaciones de incomparabilidad).

En resumen, las principales propiedades del NAIADE son:

- Se requiere comunicación con quien toma las decisiones, para seleccionar los parámetros relevantes.
- El método se basa en el axioma de comparabilidad parcial, en particular para parejas de alternativas y para permitir relaciones de incomparabilidad.
- Por las características del método que permite cierto grado de compensación entre criterios, se puede clasificar como un método compensatorio parcial.
- Clasifica a las alternativas de acuerdo con un conjunto de criterios de evaluación (ej. solución (es) de compromiso).
- Proporciona indicios sobre la distancia de las posiciones de los diferentes grupos de interés (ej. posibilidades de convergencia de intereses o formación de coaliciones).

Sitúa a las alternativas de acuerdo con los impactos o preferencias de los actores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las playas estudiadas tienen las siguientes ubicaciones:

#### 1. PLAYA BARRA DE SANTIAGO

Playa del Municipio de Jujutla, Departamento de Ahuachapán. Está situado 19.0KM. al SW. del pueblo de Jujutla, comprende los caseríos: Los Lagartos, La Bocana y Barra de Santiago. PG.: LN. 13°41'24", LWG. 90°00'10" con el que se comunica por camino de Herradura y carretera El Litoral y mejorada. Es un sitio de atracción turística (I.G.N., 1986). (Ver Figura 1).

El clima se caracteriza por ser del tipo Sabana Tropical Caliente, dentro de la planicie costera, con temperaturas entre 22° y 27°C. La zona de Barra de Santiago, se encuentra afectada por un patrón de mareas semidiurnas, con inundaciones máximas de 2.14 msnm, que promueve un patrón bidireccional de corrientes dentro del estero. Durante la estación seca, las mareas se convierten en el principal suministro de agua para el sistema, elevando la salinidad del mismo. La vegetación predominante es manglar, pero también incluye un bosque de transición salado-dulce, bosque subperennifolio, bosque de galería y palmar (MARN, 2004).

Se registra la existencia de 74 especies de Peces, 6 Anfibios, 22 especies de Reptiles, los más conocidos por la población son iguana verde, garrobo; tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea*), han sido patrimonio de las comunidades. Desde 1974 se han realizado esfuerzos por diferentes instituciones, pero sólo a partir de 1989, que se comenzó a desarrollar un proyecto piloto demostrativo de manejo y conservación de Tortugas Marinas integrando a la comunidad local y bajo el contexto de áreas costero-marino protegidas, incorporando hasta 1996, y se han liberado 41,291 neonatos de *L. olivácea* (MARN, 2004).

#### 2. PLAYA SAN DIEGO

Cantón del Municipio y Departamento de La Libertad. Está situado en el litoral del Océano Pacífico, 6.0Km. Al E de la Ciudad de La Libertad; comprende los caseríos San Diego y La Playa. PG.: LN. 13°28'51", LWG. 89°14' 41". Es un sitio de atracción turística (I.G.N., 1986). (Figura 1).

### 3. PLAYA EL AMATAL

Está ubicada en el Departamento de La Libertad, al E de la Bocana de San Diego, PG.: LN 13°27'30", LWG. 89°14'15" (RPI, 1998) (Figura 1).

San Diego-El Amatal, posee una topografía plana con pequeñas elevaciones que van desde 0 a 30 msnm. La formación vegetal se encuentra bordeando el estero San Diego, el cual está seriamente alterado debido a la interrupción natural y artificial existente entre el paso del agua salada y dulce.

Los ríos que irrigan el bosque salado El Amatal, provienen de sub-cuenca del río Amayo; proveniente del Parque Deininger y una tercera fuente de agua es la quebrada El Tacuazín, que desciende desde el área protegida San Juan Buenavista.

Según los inventarios de Flora ocurren cerca de 177 especies de 53 familias botánicas, de éstas cerca de 87 son hierbas, 27 son arbóreos y 9 son arbustivos; la Fauna: 9 especies de Anfibios, 20 de Reptiles, 130 especies de Aves y 21 especies de Mamíferos (MARN, 2004).

### 4. PLAYA TOLUCA

Playa del Municipio y Departamento de La Libertad situado en el litoral del Océano Pacífico; 11.7 Km. al Este de la Ciudad de La Libertad, con la que se comunica por carretera pavimentada y de tierra, con una elevación de 2 msnm. PG.: LN 13°26'52", LWG 89°12'57". Considerado como sitio turístico (I.G.N., 1986) (Figura 1).

Está conformado por diferentes ambientes como playa arenosa, estero y manglar, el cauce terminal y la desembocadura del río Huiza, así como también pastizales y potreros al lado Norte, y un remanente de bosque dulce contiguo al manglar, ubicándose en la Región hidrográfica entre los ríos de Sonsonate y Jiboa.

Posee amenazas de gravedad media, tales como: contaminación por residuos sólidos, tala y extracción de madera, exceso de población proveniente de un asentamiento ilegal, en la playa cercana al manglar, y dedicada a la recolección de huevos de tortugas marinas (Ibarra, 2007).

## 5. PLAYA CEIBA DOBLADA

Caserío del cantón Corral de Mulas Municipio del Puerto El Triunfo, Departamento de Usulután. Está situada en la Península San Juan del Gozo, 9.2Km. al SW del puerto El Triunfo. Comprende el caserío Ceiba Doblada, con una elevación de 5msnm. PG.: LN 13°12'57", LWG 88°36'40" (I.G.N., 1986). (Figura 1).

Posee un rango altitudinal que varía entre los 0 y los 10 msnm. Corresponde al Gran Paisaje de la Planicie Costera, está contenida en la Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical (caliente), tiene una Vegetación de Matorrales Costeros, y Vegetación de Playa y Aluvial.

Esta zona es protegida debido a que es productora de fuentes de agua, posee especies de fauna y flora consideradas en peligro de extinción y es una reserva estatal (MARN, 2004).

## 6. ISLA SAN SEBASTIÁN

Conformado por la Reserva Ecológica de la Bahía de Jiquilisco, de origen aluvial arenosa, ubicada en el cantón Bahía de Jiquilisco, Jurisdicción de San Dionisio, Departamento de Usulután. Es una reserva estatal en un rango altitudinal que varía entre los 4 y los 8 msnm; contenida en la Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical (caliente), y tiene una Vegetación de Matorral Zluvial, Vegetación de Playa y Manglar.

Corresponde al Gran Paisaje de la Planicie Costera; contiene diversidad de gramíneas (zacates), de playa y sucesión de matorrales inundables; ofrece bellezas escénicas particulares. En el frente de playa existe presencia de dunas de arena con vegetación, campanilla (*Ipomoea pes-caprae*) y frijol de playa (*Phaseolus sp*), así como carbón (*Prosopis tenuiflora*), y gramíneas.

Se justifica la protección de esta zona debido a los conflictos sociales por uso y derecho sobre los recursos naturales, sitio de anidación y concentración de aves migratorias y residentes y los sitios de anidación de tortugas marinas.

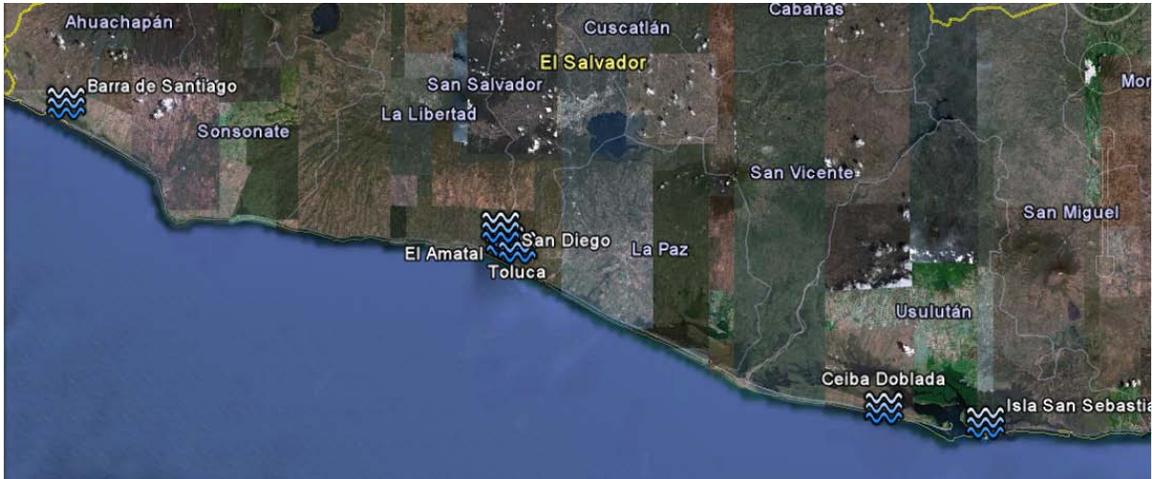


Figura 1: Ubicación geográfica de las seis playas de anidación en la Costa de El Salvador (Modificado de Google maps, 2009).

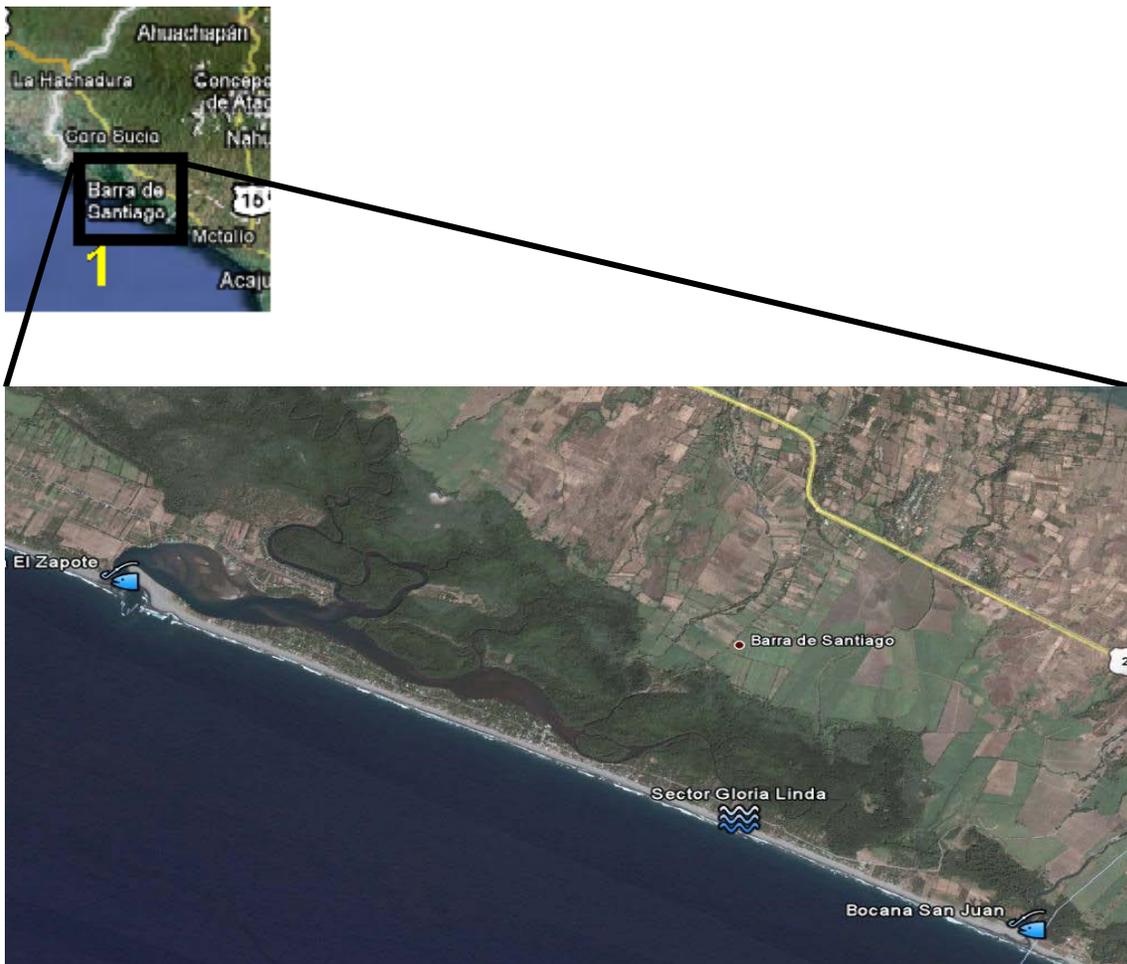


Figura 2: Ubicación de los sectores muestreados en Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán (Modificado de Google Earth, 2009).



Figura 3: Ubicación de los sectores muestreados en playa San Diego, El Amatal y Toluca, Departamento de La Libertad (Modificado de Google Earth, 2009).



Figura 4: Ubicación de los sectores muestreados en Ceiba Doblada e Isla San Sebastián, Departamento de Usulután (Modificado de Google Earth, 2009).

## METODOLOGIA

Las diferentes playas en estudio, se seleccionaron mediante una consulta al Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), el cuál facilitó información sobre las playas con las que más han trabajado, impartiendo charlas de identificación de tortugas marinas y manejo de viveros en la zona.

### FASE DE CAMPO

Se realizaron dos visitas a cada playa, la primera de reconocimiento fue de dos días, donde se identificó y conoció a los pobladores.

La siguiente visita fue aproximadamente de siete días en cada una de las playas y se recopiló información de las zonas de mayor y menor uso para la anidación de tortugas marinas, así como de caracterización básica de las mismas, mediante una encuesta de acuerdo a la técnica propuesta por Vernet *et al.* (s.f.) y Diez *et al.* (2000), los cuáles mencionan que para obtener información básica, la mejor estrategia desde el punto de vista del costo- beneficio, es emprender un proceso de entrevistas a los residentes costeños. Estas encuestas estuvieron dirigidas a 25 tortugeros registrados en una lista del MARN, que facilitó Celina Dueñas (com. pers.), generando información importante para la toma de datos posteriores al estudio.

La colecta de estos datos en las seis playas se realizó durante los meses de Octubre y Noviembre del 2007.

Cuadro 2: Encuesta dirigida a los tortugeros para reconocer los sectores en que se divide las diferentes playas de anidación en estudio.

<b>Encuesta</b>
1. ¿Ha observado Tortugas Marinas en ésta playa?
2. ¿Qué características físicas (color del caparazón, forma del caparazón, presencia o ausencia de placas, tamaño, etc.) poseen las Tortugas Marinas que ha observado anidando en la playa?
3. ¿En cuáles meses del año las ha visto anidar con más frecuencia?
4. ¿En qué sector de la playa ha visto usted que llegan a anidar con más frecuencia?
5. ¿De cuáles Tortugas Marinas se ven más en esta zona y cuál es la que casi no se presenta?
6. ¿En los últimos 10 años ha observado usted que las Tortugas Marinas han disminuido o incrementado su aparición en estas zonas?
7. ¿Por qué motivo cree usted que se ha dado este fenómeno?
8. ¿Ha observado si las Tortugas Marinas les afecta la fase lunar para salir a la playa?
9. ¿En qué fase lunar se ven más seguido?
10. ¿En qué marea se observan más Tortugas Marinas?
11. ¿Qué tan lejos del agua han visto que llegan las Tortugas Marinas?

Después de analizar esta información, se procedió a hacer las mediciones de campo, con la ayuda de los instrumentos de evaluación de calidad de playas de anidación, obteniendo una nota que calificó a las diferentes playas. Esta fase se realizó en los meses de Diciembre del 2007 a Junio del 2008.

Los instrumentos de evaluación fueron creados por Paz Quevedo (2006), con base a Instrumentos de Evaluación de Multicriterios (Munda, 2006).

Los criterios usados para la medición de la calidad de las playas, se basaron en lo propuesto por Brower *et al.* (1997), quién plantea que “las reglas establecidas o comunes, por las cuáles se puede medir o probar un hábitat por comparación, son los criterios que una vez establecidos, pueden ser usados sistemáticamente para determinar un hábitat de una manera objetiva. Los valores o los grados de escala no tienen ninguna unidad de medida, y, generalmente no tienen ningún valor verdadero de cero. Los grados se piensan para las comparaciones relativas solamente”.

En el caso de las playas por no existir criterios definidos, se crearon dependiendo de las características de las especies, a fin de conocer la playa el potencial de conservación de ésta.

En las zonas reportadas por los pobladores, de mayor y menor número de anidaciones, se tomaron datos geospaciales con un GPS Cobra® 100 con 3 metros de error (anexo 1A).

Se identificaron los componentes artificiales localizados en el lugar y se evaluaron dos grandes elementos:

**Infraestructura:** dentro del cual se observaron los diferentes tipos de construcciones tales como: viviendas (anexo 2 A y B), recreativas (anexo 2 C), hoteles y restaurantes y embarcaderos\* (anexo 2 D).

**Contaminación:** entre los cuales se estudiaron desechos sólidos (anexo 3 A y B), aguas grises, aguas negras, lumínicas (anexo 3 C) y “otros” (anexo 3 D).

El grado de contaminación se estimó por observación directa del área cubierta por los contaminantes.

\*Embarcaderos: se refiere al número de lanchas encontradas sobre la playa.

Si ambos componentes se encontraban ubicados atrás de la vegetación de playa (lejos del agua), la nota fue alta, mientras que si se localizaba delante de la vegetación, la nota fue baja. Se considera que mientras menos componentes artificiales obstruyan la playa, mejor es para la anidación de tortugas marinas.

Respecto a la contaminación lumínica, se realizaron varios recorridos a lo largo de toda la playa, a la altura de la línea de marea, buscando fuentes de luz artificial; si se lograba ver desde la zona pleamar, se tomaba como si estuviera delante de la vegetación, por lo tanto se le asignaba nota baja.

Los componentes artificiales se calificaron dependiendo de la *Ubicación respecto a la zona intermareal* y el *Porcentaje de cobertura en el tramo*, en este último, las mediciones se hicieron con una cinta métrica de 20 metros y se anotaron en la hoja del instrumento de evaluación, se midió el área de cada una de las construcciones encontradas en las playas, ubicadas delante de la vegetación, ya que éstas son obstáculos potenciales para la tortuga marina.

La *ausencia* de componentes artificiales dentro de la zona, obtuvieron una calificación de 10 (Óptimo).

La *presencia* de dichos componentes dentro de la zona, adquirieron una calificación de 0 (No Óptimo).

La suma de la calificación dada en *Ubicación respecto a la zona intermareal*, y *Porcentaje de cobertura en el tramo*, se dividieron entre dos, para tener la nota promedio de cada tipo; éstos se sumaron y se conoció la nota final de los componentes artificiales de la playa (cuadro 3).

Cuadro 3: Instrumento de Evaluación de Calidad de los componentes artificiales utilizado en cada una de las playas en estudio (Paz Quevedo, 2006).

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>TIPO</b>					
Viviendas					
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)					
Hoteles y restaurantes					
Embarcaderos, muelles o malecones.					
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
Desechos sólidos					
aguas grises					
aguas negras					
lumínica					
otros					
<b>Nota Final</b>					$\Sigma$

Con respecto a los componentes naturales, la vegetación se clasificó en **Herbácea** (anexo 4 B); **Arbustiva** (anexo 4 A); **Arbórea** (anexo 4 C y D).

Se midieron las áreas de los tramos (área=base \*altura). Estos resultados se sumaron para conocer el porcentaje de cada uno de éstos, mediante una regla de tres; donde el 100% fue el área total de la playa; el área encontrada de vegetación, fue el *Porcentaje de cobertura en el tramo*. Según el porcentaje obtenido se colocó una nota donde, lo óptimo fue el 100% de vegetación existente en toda la playa y lo no óptimo fue el 0% de la ausencia de vegetación.

Luego se calculó la silueta que proyectaban estos componentes; se hizo ubicándose a la orilla de las olas en marea baja, desde ahí se extendieron los brazos, con una hoja de acetato (anexo 1 B), hacia la zona de vegetación, dibujando el perfil; luego se colocó sobre una hoja de papel milimetrada, se contaron los cuadros que estaban dentro de la silueta, así se obtuvo el *Porcentaje de silueta proyectada* (Gysel, 1987).

Los resultados obtenidos de este criterio, se anotaron en la hoja de instrumento de los componentes naturales, se tomó en cuenta que entre mayor fue el porcentaje de silueta, mayor sería la nota (10) y si fue menor el porcentaje, menor la nota (0).

La nota promedio se obtuvo sumando las dos calificaciones, en cada uno de los tipos de vegetación (cuadro 4), éstos se sumaron y se conoció la nota final de los componentes naturales de la playa.

Cuadro 4: Instrumento de Evaluación de Calidad de los componentes naturales utilizado en cada una de las playas en estudio (Paz Quevedo, 2006).

<b>COMPONENTES NATURALES</b>					
<b>VEGETACION</b>	<b>% cobertura en el tramo</b>	<b>Calificación</b>	<b>% de silueta proyectada</b>	<b>Calificación</b>	<b>Nota promedio</b>
Tipo					
Herbácea					
Arbustivo					
Arbóreo					
<b>Nota Final</b>					$\Sigma$

La inclinación de la playa, fue calculada tomando la tangente inversa del cambio en la elevación, a lo largo de la playa dividida por la distancia.

Se midió ubicando una vara vertical de 3mt. de altura (anexo 1 C), a la orilla del agua, y desde la orilla de la vegetación se colocó una regla que posee un puntero láser y dos niveladores de albañil (anexo 1 D), el cual apuntó hacia la vara. La distancia que hay entre el puntero y la vara es conocida y la altura que nos mostró el puntero en la tabla también, así se formó un triángulo al que solo faltó conocerle la hipotenusa, que se obtuvo por medio de la ecuación de: Pendiente = Distancia/Altura. Stern (2004), dice:  **$\tan A = a/b$**  donde:  **$\tan A$**  es la pendiente,  **$a$**  es la distancia y  **$b$**  es la altura; así se determinó el ángulo de inclinación del triángulo y al mismo tiempo de la playa, esta información se clasificó en tres escalas: Inclinada, moderada y plana, anotándolos en el instrumento de evaluación de la inclinación (cuadro 5).

Cuadro 5: Clasificación de los diferentes tipos de inclinación (Fuente: FIAES, s.f.).

<b>INCLINACION</b>	<b>Inclinada (más de 15 grados)</b>	<b>Moderada (entre 15 y 5 grados)</b>	<b>Plana (menos de 5 grados)</b>
Barra de Santiago			
San Diego			
El Amatal			
Toluca			
Ceiba Doblada			
Isla San Sebastián			

Después que se cubrió toda la zona, se tomaron 2 muestras de arena por cada playa, para conocer el tamaño del grano; una muestra en la zona con más avistamiento de las tortugas marinas y otra donde no se reportaron arribadas, se extrajo con un nucleador (tubo de PVC) de 60cm de altura para llegar a 50cm. de profundidad; se sellaron para evitar que las capas se mezclaran.

#### FASE DE LABORATORIO

La identificación del tamaño de los granos de arena, se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Microbiología, de la Escuela de Biología en la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador, se extrajeron 5 muestras de 10cm. de profundidad del tubo nucleador, se colocó en diferentes cajas petri, se secó en un horno microondas, cada muestra se colocó bajo un estereoscopio, colocándolo sobre un papel milimetrado para observar su tamaño y clasificándolo según la tabla de Wentworth *et al.*(1922).

## PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos resultantes se procesaron con un análisis estadístico exploratorio: Media Aritmética ( $\bar{X}$ ), Varianza ( $S^2$ ), Desviación Estándar ( $\sigma$ ) e Histograma (Aguilera, s.f.).

A continuación, las notas promedios de cada criterio se introdujeron en el software NAIADE para determinar la mejor playa. Considerando a cada playa como una alternativa, a los componentes naturales y artificiales como criterios, y a las notas promedio, como los pesos.

El ranking final de alternativas generado por NAIADE, proviene de la intersección de dos rankings separados. El primero ( $\Phi+$ ), está basado en las relaciones de preferencia “mejor y mucho mejor”, y un valor que va de 0 a 1 indica cuánto mejor es una alternativa respecto a todas las otras alternativas. El segundo ( $\Phi-$ ), está basado en las relaciones de preferencia “peor y mucho peor”, cuyo valor va de 0 a 1 e indica cuánto peor es una alternativa respecto al resto. La diferencia de posiciones de las alternativas entre  $\Phi+$  y  $\Phi-$ , significa que algunas alternativas son “mejor y mucho mejor” que el resto, pero, a su vez, otras son “menos peor” que las anteriores (Wagner 2004).

Con fines comparativos, se calculó manualmente, la nota de calidad para cada playa, sumando la nota final del componente natural, más el artificial y sacando su promedio. Estas, se posicionaron en una escala de 0 a 10, creada por las autoras, modificado de NAIADE (2006), y para compararlas con NAIADE, se establecieron, posiciones del primero (la mejor) al sexto (la peor).

Se hizo la prueba de hipótesis  $X^2$ , para comparar las notas finales de los componentes naturales y artificiales de cada playa.

## RESULTADOS

En el gráfico 1, se muestran las frecuencias de respuestas dadas por los tortugueros, en las entrevistas realizadas en cada una de las playas, según el cuestionario del cuadro 2.



Gráfico 1: Respuestas obtenidas por los tortugueros en las seis playas de estudio, 2007.

### Playa Barra de Santiago

El área total analizada de la playa fue 1,341,394.3 mt<sup>2</sup>. El área de infraestructura que cubría el sitio de anidación fue relativamente bajo con 40,119.88 mt<sup>2</sup> (sólo 3% aproximadamente) (cuadro 6), mientras que un 26,427.33 mt<sup>2</sup> fue de vegetación, con un 1.97% de cobertura, también bajo (cuadro 7).

Cuadro 6: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán 2008.

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% Cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>TIPO</b>					
Viviendas	31	5	0.97	9.90	7.45
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)	18	3	1.95	9.80	6.4
Hoteles y restaurantes	8	6	0.03	9.99	8
Embarcaderos, muelles o malecones.	54	7	0.03	9.99	8.5
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
Desechos sólidos	Abundante	1	55	4.5	2.75
Aguas grises	Nula	9	1	9.9	9.45
Aguas negras	Nula	10	0	10	10
Lumínica	Moderado	7	35	6.5	6.75
Otros	Moderado	5	40	6.0	5.5
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>6.58</b>

Cuadro 7: Evaluación de Calidad de los componentes naturales de la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, 2008.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACIÓN	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	1.92	0.19	0.45	0.045	0.12
Arbustivo	0	0	0	0	0
Arbóreo	0.05	0.005	5.7	0.57	0.28
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>0.14</b>

El gráfico 2, muestra la media de las áreas que cubrieron cada uno de los diferentes tipos de infraestructura. Así, las de mayor espacio en la playa, lo ocuparon las recreativas con 1,453.53 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=525.63$ ), en segundo lugar, se encontraron las viviendas con 420.37 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=200.50$ ), le siguieron los hoteles con 53.22 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=17.57$ ) y los que abarcaron menos espacio, fueron los embarcaderos con 9.07 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=2.07$ ).

Respecto a la ubicación de las infraestructuras en la zona intermareal, los embarcaderos, fueron los que más predominaron, con 54 unidades, las viviendas con 31, las recreativas (turicentros y ranchos), ocuparon el tercer lugar con 18 construcciones y el de menor número encontrado en esta franja de playa fueron los hoteles con 8 (gráfico 3).

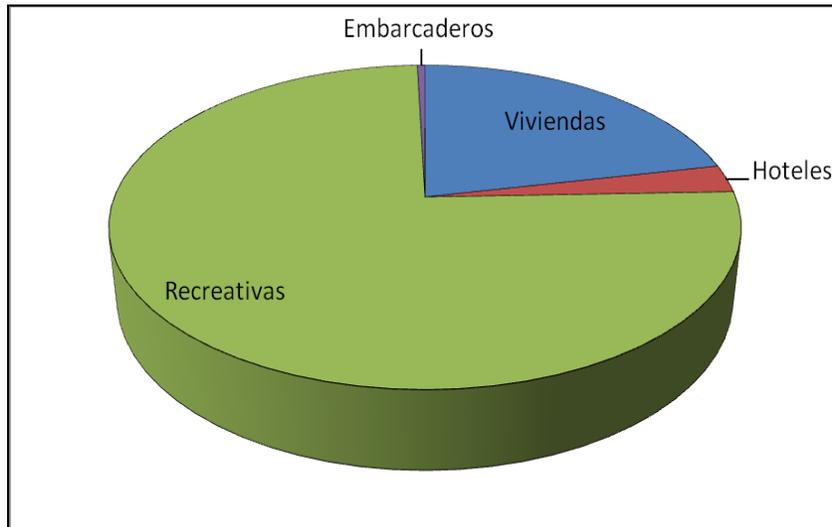


Gráfico 2: Medias de áreas de infraestructura en la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, 2008.

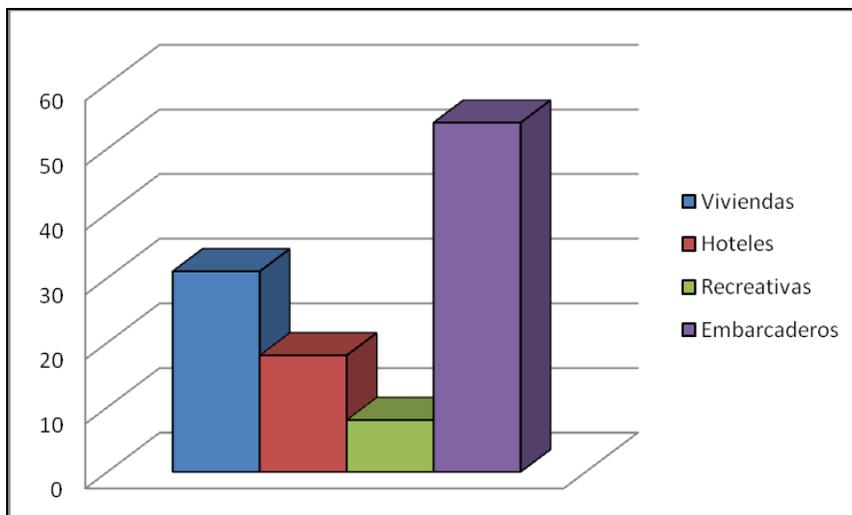


Gráfico 3: Frecuencia de aparecimiento de infraestructura en la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, 2008.

Según el porcentaje de contaminantes en el tramo de la playa (gráfico 4), los desechos sólidos ocuparon un 55%; “otros”, incluidos los troncos que la marea arrastró, las hojas secas y el ruido de sus alrededores, en segundo lugar con 40%; la iluminación artificial en tercer lugar con 35%; las aguas grises 1%; las aguas negras en último lugar con 0%.

En relación a los componentes naturales, las herbáceas tuvieron 1.92% de cobertura, existiendo solamente 0.05% de arbóreo y no se encontraron arbustivos (gráfico 5).

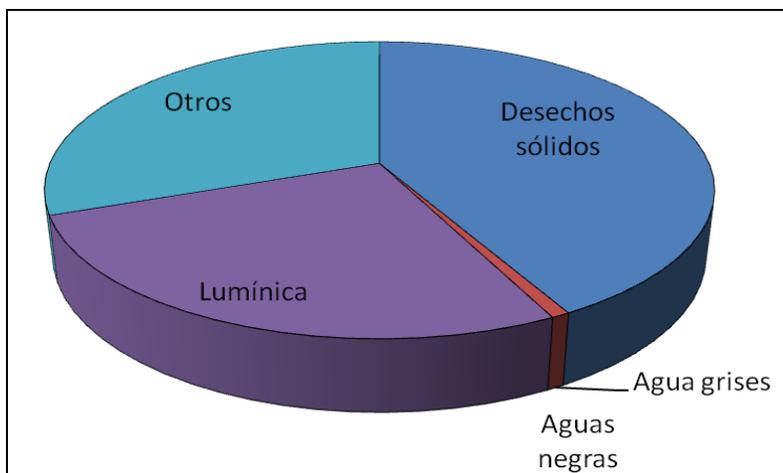


Gráfico 4: Porcentaje de los diferentes tipos de contaminantes en la playa Barra de Santiago, ubicada en el Departamento de Ahuachapán, 2008.

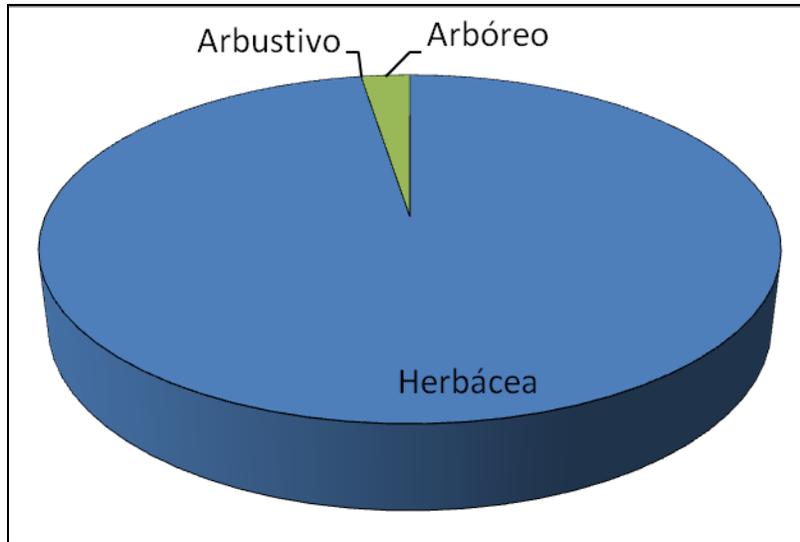


Gráfico 5: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, 2008.

En el gráfico 6 se muestra el porcentaje de silueta proyectada; el arbóreo con 5 % de sombra, mientras que las herbáceas 0.45%.

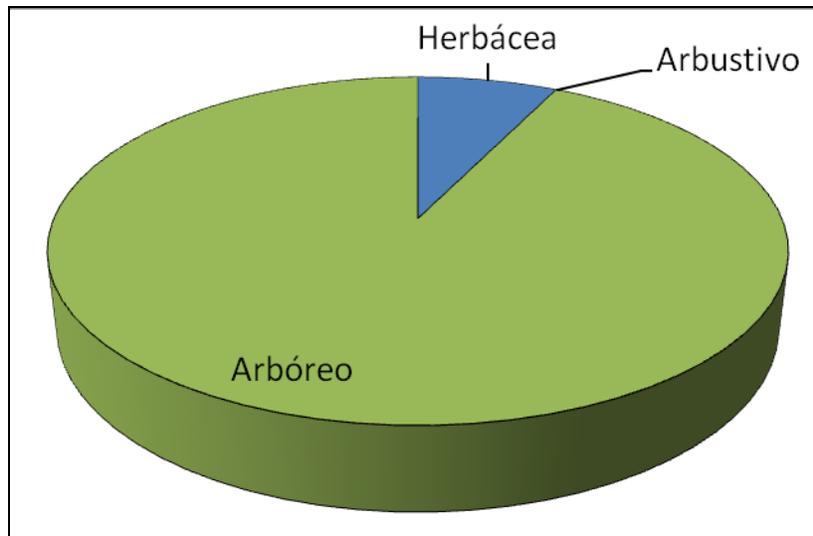


Gráfico 6: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en la playa Barra de Santiago, Departamento de Ahuachapán, 2008.

## Playa San Diego

Con un área de trabajo de 323,603.91 mt<sup>2</sup>, un 7.44% representó la infraestructura, y un 8.09% la cobertura vegetal.

En los cuadros 8 y 9 se muestran las diferentes calificaciones asignadas a los componentes de esta playa.

Cuadro 8: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2008.

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Viviendas	45	4	5.84	9.42	6.71
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)	1	8	0.04	9.99	8.99
Hoteles y restaurantes	16	6	1.54	9.84	7.92
Embarcaderos, muelles o malecones.	4	9	0.01	9.99	9.49
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
Desechos sólidos	Moderado	5	9	9.1	7.05
Aguas grises	Nula	10	0	10	10
Aguas negras	Nula	10	0	10	10
Lumínica	Moderada	5	25	7.5	6.25
Otros	moderado	5.5	9	9.1	7.3
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>7.73</b>

Cuadro 9: Evaluación de Calidad de los componentes naturales de la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2007.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACIÓN	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	1.68	0.168	2.5	0.25	0.21
Arbustivo	0	0	0	0	0
Arbóreo	6.41	0.641	65	6.5	3.57
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>1.26</b>

En esta zona, las viviendas tenían un área media de  $420.21\text{m}^2$  ( $\sigma=709.87$ ), siendo ésta de mayor cobertura; y los que ocupaban menos espacio fueron los embarcaderos, con  $8.88\text{m}^2$  ( $\sigma=1.13$ ) (Gráfico 7).

El gráfico 8, presenta la cantidad de los diferentes tipos de infraestructura existente en la franja de estudio; las viviendas con 39 casas; y el de menor número fue un hotel.

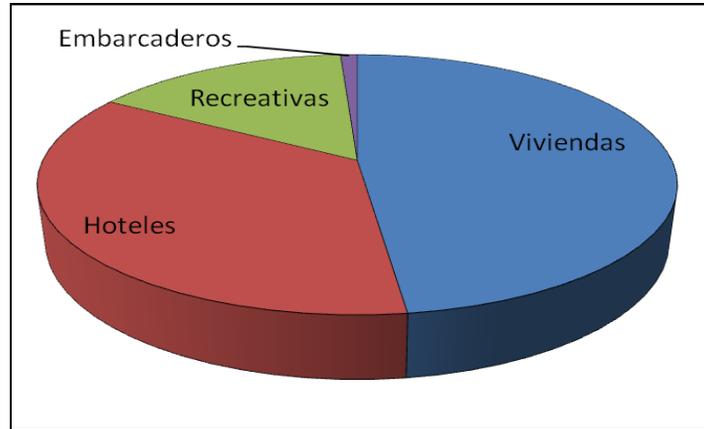


Gráfico 7: Medias de áreas de infraestructura en la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2008.

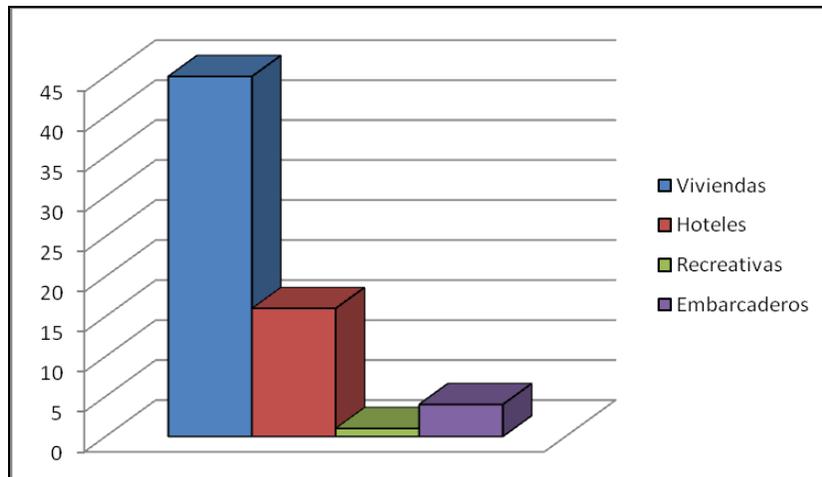


Gráfico 8: Frecuencia de apareamiento de infraestructura en la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2008.

El *porcentaje de cobertura en el tramo* presente en la playa (gráfico 9), muestra que la contaminación lumínica fue la que más afectó esta zona con 25%; aguas grises y aguas negras no se encontraron en el área.

El gráfico 10 muestra los componentes naturales, donde los arbóreos ocuparon 6.41%; y 1.68% de herbáceas.

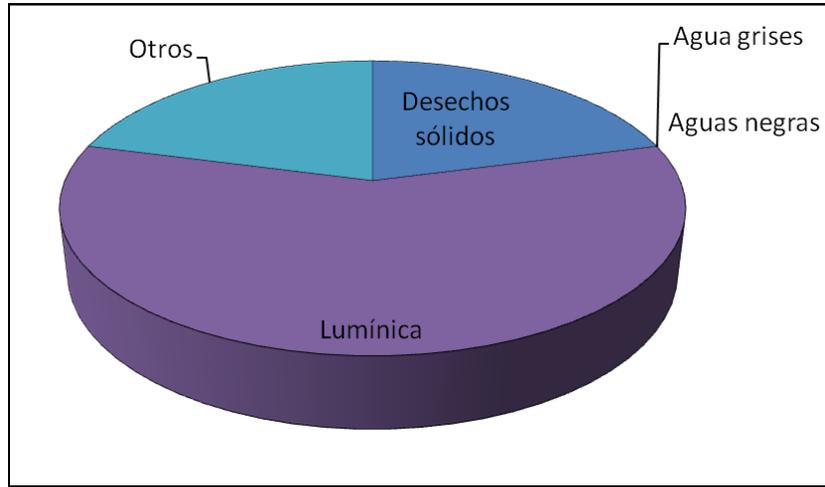


Gráfico 9: Porcentaje de los diferentes tipos de contaminantes en la playa San Diego, ubicada en el Departamento de la Libertad, 2007.

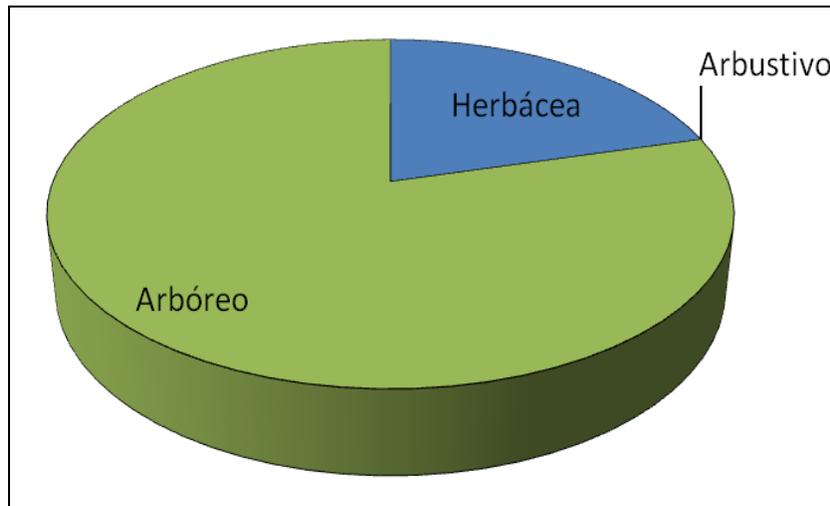


Gráfico 10: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2008.

El porcentaje de silueta proyectada reflejada en el gráfico 11, expresa que un 65% de la sombra fue dada por el estrato arbóreo, mientras que el de las herbáceas fue de 2.5%.

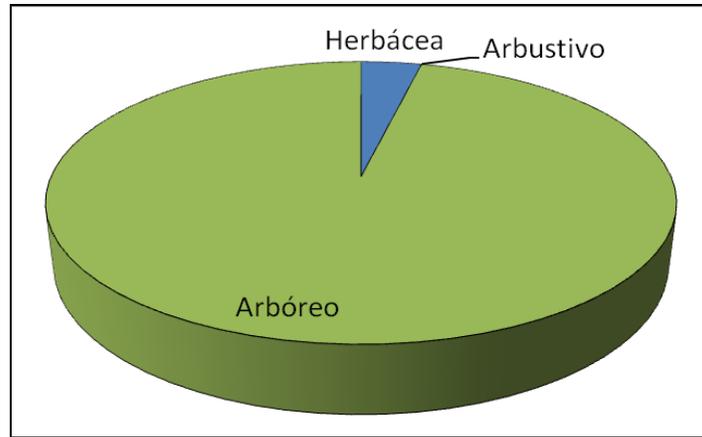


Gráfico 11: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en la playa San Diego, Departamento de La Libertad, 2008.

### Playa El Amatal

El área total fue 143,526 mt<sup>2</sup>; 14,426.86 mt<sup>2</sup> de infraestructura y 23,955.82 mt<sup>2</sup> de vegetación.

Las calificaciones dadas a cada uno de los componentes se muestran en los cuadros 10 y 11.

Cuadro 10: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en playa El Amatal, Departamento de La Libertad 2008.

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>TIPO</b>					
Viviendas	21	6.5	8.17	9.18	7.84
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)	7	7.5	1.60	9.84	8.67
Hoteles y restaurantes	4	3	0.27	9.97	6.48
Embarcaderos, muelles o malecones.	0	10	0	10	10
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
Desechos sólidos	Moderada	7	8	9.20	8.1
Aguas grises	Nula	10	0	10	10
Aguas negras	Nula	10	0	10	10
Luminica	Moderada	5	5	9.5	7.25
Otros	Nula	10	0	10	10
<b>Nota Promedio Final</b>					8.71

Cuadro 11: Evaluación de Calidad de los componentes naturales en playa El Amatal, Departamento de La Libertad, 2008.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACIÓN	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	2.73	0.27	1.7	0.17	0.22
Arbustivo	0	0	0	0	0
Arbóreo	13.7	1.37	55	5.5	3.43
<b>Nota Promedio Final</b>					1.22

Las viviendas en esta playa tuvieron mayor cobertura con un área media de 558.64 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=223.33$ ); y ausencia de embarcaderos (gráfico 12).

En el gráfico 13 se observan los diferentes tipos de infraestructuras, encontrándose 21 viviendas, 7 recreativas, 4 hoteles y ningún embarcadero.

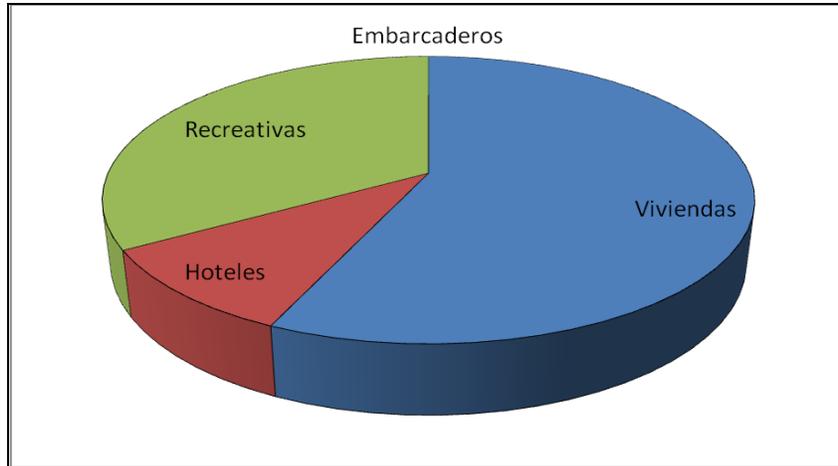


Gráfico 12: Medias de áreas de infraestructura en playa El Amatal, Departamento de La Libertad, 2008.

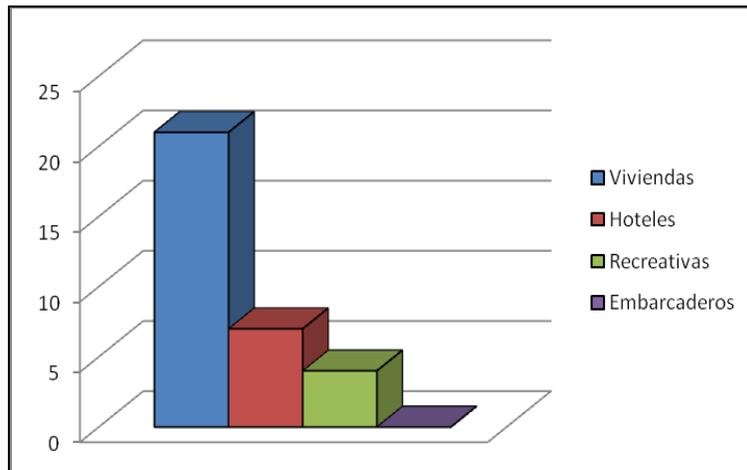


Gráfico 13: Frecuencia de apareamiento de infraestructura en playa El Amatal, Departamento de La Libertad, 2008.

Tratándose de la contaminación, los desechos sólidos ocuparon un 8% de toda la playa, la lumínica con 5%; aguas grises, aguas negras y “otros” no se encontraron (gráfico 14).

El gráfico 15 muestra los componentes naturales, el estrato arbóreo tuvo mayor cobertura.

La silueta proyectada por los arbóreos fue de un 55% y las herbáceas con 1.7% mostrada en el gráfico 16.

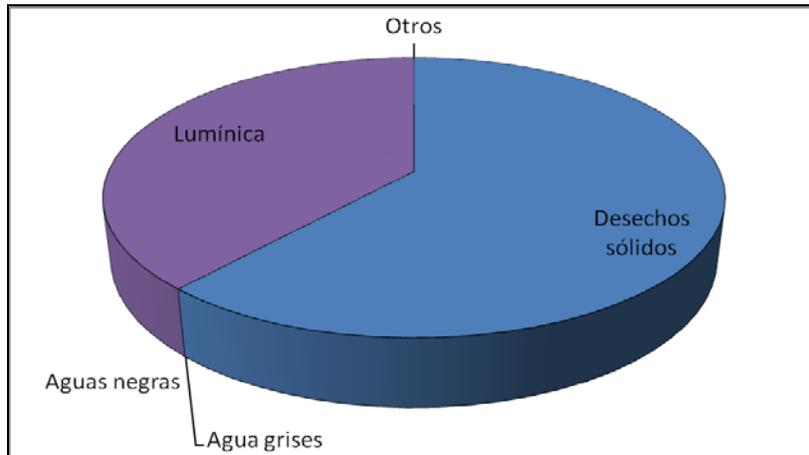


Gráfico 14: Porcentaje de los diferentes tipos de contaminantes en playa El Amatal, ubicada en el Departamento de La Libertad, 2008.

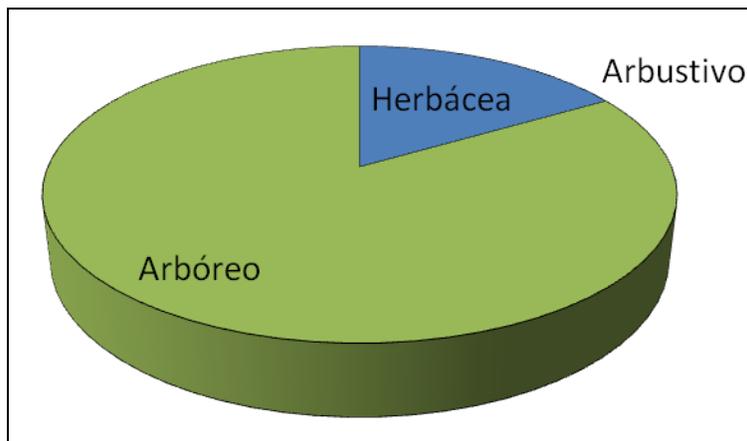


Gráfico 15: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en playa El Amatal, Departamento de La Libertad, 2008.

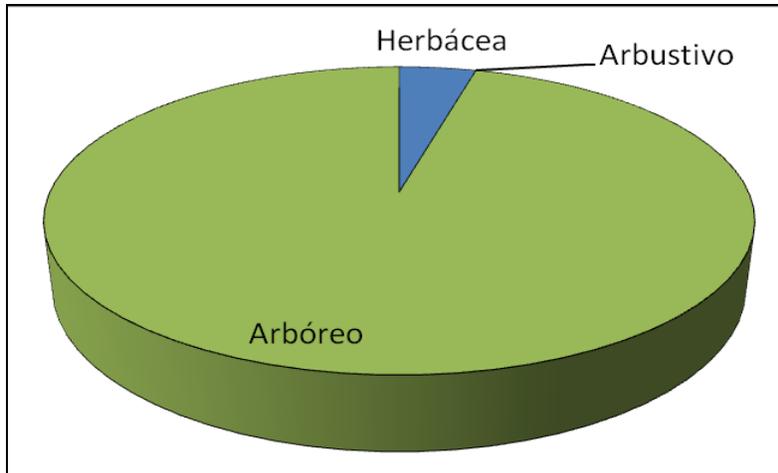


Gráfico 16: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en playa El Amatal, Departamento de La Libertad, 2008.

## Playa Toluca

El espacio de trabajo fue de 104,687 mt<sup>2</sup>, con un porcentaje de infraestructura de 0.7% y con 44.5% de cobertura vegetal.

Tal como se muestra en el cuadro 12, la presencia de desechos sólidos, aguas grises y aguas negras fue nula, y con relación a la contaminación lumínica y “otros”, fue moderado.

Las calificaciones otorgadas a los diferentes componentes naturales se observan en el cuadro 13.

Cuadro 12: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en la playa Toluca, Departamento de La Libertad 2008.

<b>COMPONENTES ARTIFICIALES</b>					
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Ubicación respecto a la zona intermareal</b>	<b>Calificación</b>	<b>% cobertura en el tramo</b>	<b>Calificación</b>	<b>Nota promedio</b>
<b>TIPO</b>					
<b>Viviendas</b>	3	7.5	0.5	9.95	8.72
<b>Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)</b>	2	8	0.14	9.98	8.99
<b>Hoteles y restaurantes</b>	0	10	0	10	10
<b>Embarcaderos, muelles o malecones.</b>	0	10	0	10	10
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
<b>Desechos sólidos</b>	Nulo	9	8	9.2	9.1
<b>Aguas grises</b>	Nulo	10	0	10	10
<b>Aguas negras</b>	Nulo	10	0	10	10
<b>Lumínica</b>	Moderada	7.5	3.5	9.65	8.57
<b>Otros</b>	Moderado	6	1.5	9.85	7.92
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>9.36</b>

Cuadro 13: Evaluación de Calidad de los componentes naturales en la playa Toluca, Departamento de La Libertad, 2008.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACIÓN	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	1.33	0.13	2	0.2	0.16
Arbustivo	0	0	0	0	0
Arbóreo	28.77	2.87	49	4.9	3.88
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>1.35</b>

En los gráficos 17 y 18 se puede observar que las viviendas y recreativas fueron las únicas infraestructura localizadas en la zona.

Los contaminantes que más predominaron en el sector, fueron los desechos sólidos con 8% y lumínica con 3.5% (gráfico 19).

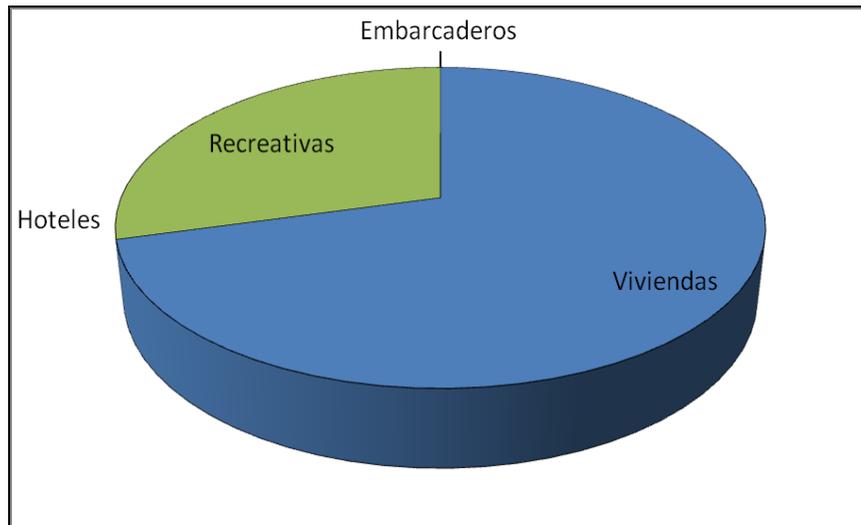


Gráfico 17: Medias de áreas de infraestructura en playa Toluca, Departamento de La Libertad, 2008.

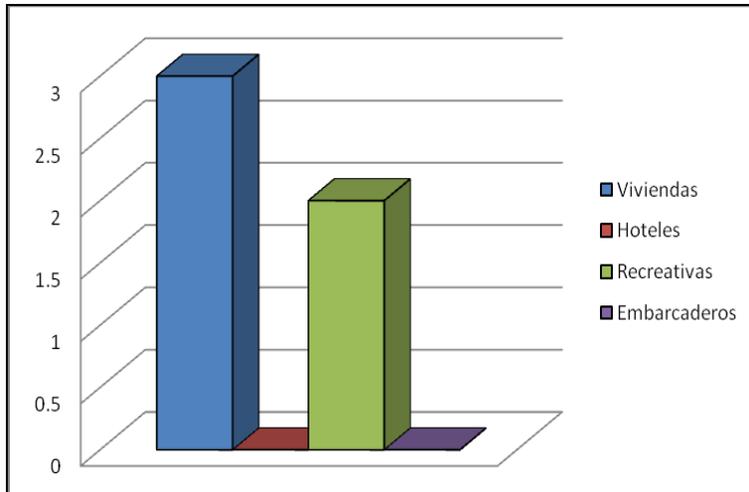


Gráfico 18: Frecuencia de apareamiento de infraestructura en la playa Toluca, Departamento de La Libertad, 2008.

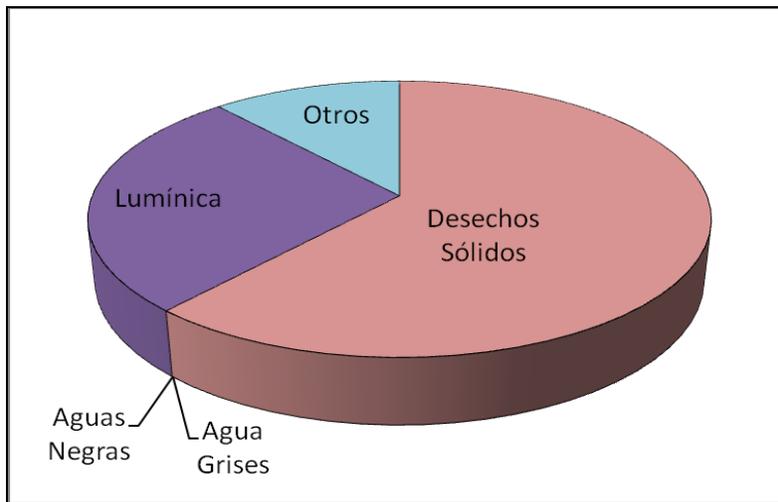


Gráfico 19: Porcentaje de los diferentes tipos de contaminantes en la playa Toluca, ubicada en el Departamento de La Libertad, 2008.

Respecto a los componentes naturales, se puede observar en el gráfico 20, que el estrato arbóreo fue el que más prevaleció, por lo cual la silueta proyectada de éste, fue mayor (gráfico 21).

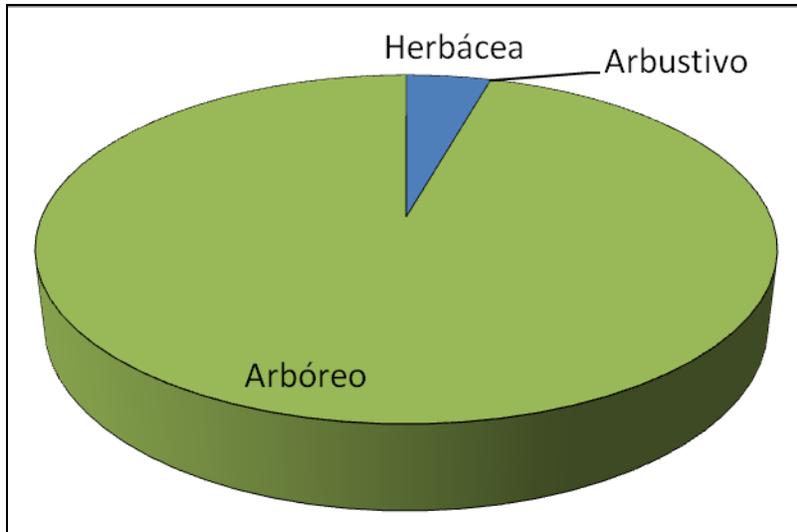


Gráfico 20: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en la playa Toluca, Departamento de La Libertad, 2008.

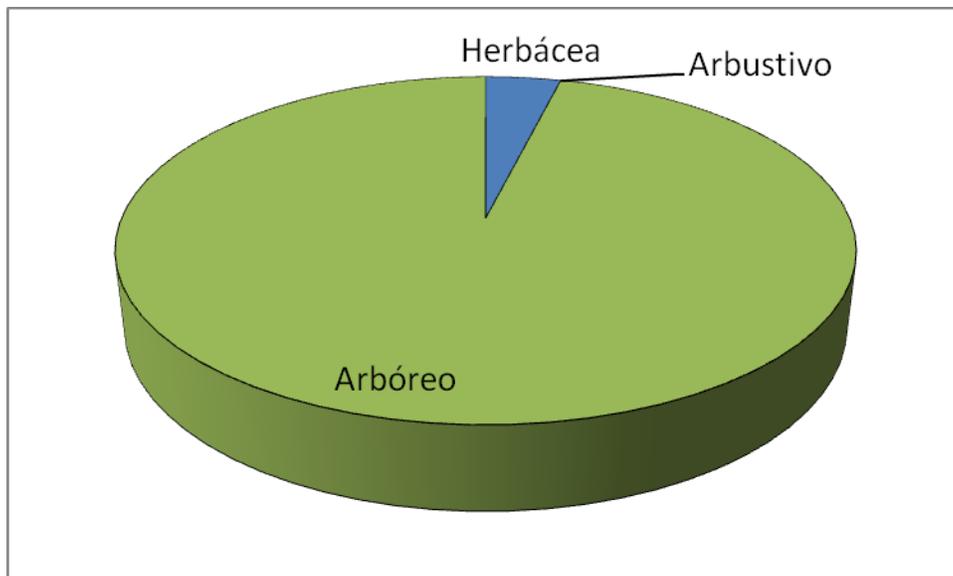


Gráfico 21: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en la playa Toluca, Departamento de La Libertad, 2008.

### Playa Ceiba Doblada

Con 2,396,505.97m<sup>2</sup> de área total de trabajo; 7.09 % de cobertura de vegetación y 0% de infraestructura.

Las calificaciones de los componentes naturales y artificiales, se observan en los cuadros 14 y 15, donde los desechos sólidos fueron los únicos que se encontraron en esta playa.

Cuadro 14: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en la playa Ceiba Doblada, Departamento de Usulután, 2008.

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>TIPO</b>					
Viviendas	0	10	0	10	10
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)	0	10	0	10	10
Hoteles y restaurantes	0	10	0	10	10
Embarcaderos, muelles o malecones.	0	10	0	10	10
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>TIPO</b>					
Desechos sólidos	Moderado	4	6.3	9.37	6.68
Aguas grises	Nulo	10	0	10	10
Aguas negras	Nulo	10	0	10	10
Lumínica	Nulo	10	0	10	10
Otros	Nulo	10	0	10	10
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>9.63</b>

Cuadro 15: Evaluación de Calidad de los componentes naturales en la playa Ceiba Doblada, Departamento de Usulután, 2008.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACIÓN	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	1.37	0.14	2	0.2	0.17
Arbustivo	3.55	0.36	35	3.5	3.53
Arbóreo	2.17	0.22	25	2.5	1.36
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>1.68</b>

El gráfico 22, muestra el porcentaje de cobertura de los diferentes tipos de vegetación, donde las herbáceas con 1.37% fue la de menor presencia, obteniéndose 2% de silueta proyectada mostrada en el Gráfico 23.

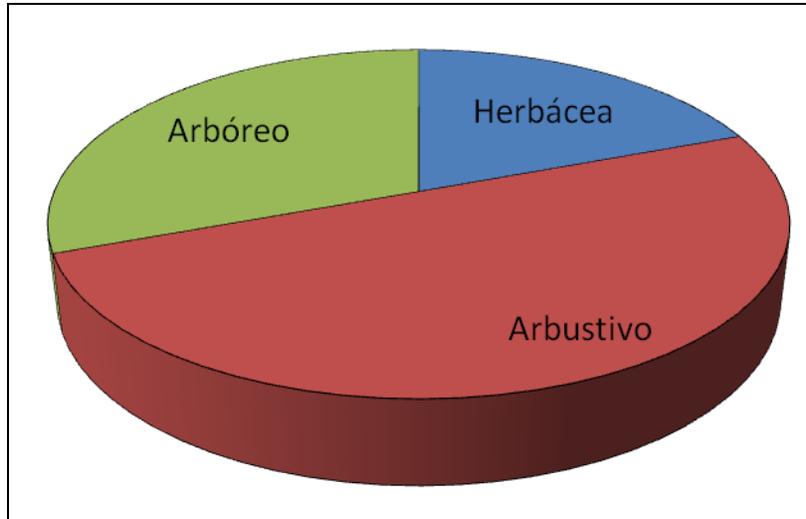


Gráfico 22: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en la playa Ceiba Doblada, Departamento de Usulután, 2008.

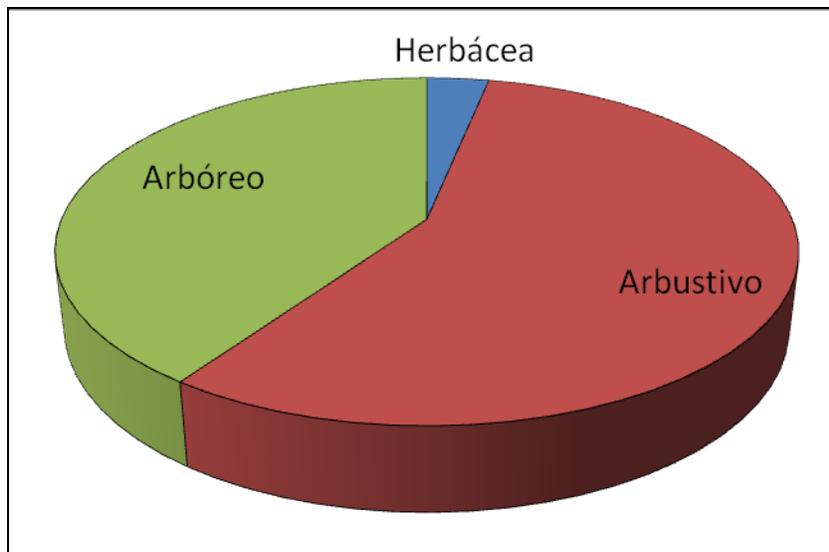


Gráfico 23: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en la playa Ceiba Doblada, Departamento de Usulután, 2008.

### Playa Isla San Sebastián

Se recorrió una extensión de 854,344.57m<sup>2</sup>, encontrándose 1,143.02 m<sup>2</sup> de infraestructura y 81,852.26 m<sup>2</sup> de vegetación.

En el cuadro 16, se puede observar las diferentes calificaciones otorgadas a cada uno de los criterios, según las alternativas usadas para asignar una nota de los componentes artificiales; el cuadro 17, muestra las calificaciones de los componentes naturales para dicha playa.

Cuadro 16: Evaluación de Calidad de los componentes artificiales en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.

COMPONENTES ARTIFICIALES					
INFRAESTRUCTURA	Ubicación respecto a la zona intermareal	Calificación	% cobertura en el tramo	Calificación	Nota promedio
<b>TIPO</b>					
Viviendas	4	9.6	0.07	9.993	9.79
Recreativa (turicentros, ranchos, etc.)	2	9.8	0.02	9.998	9.89
Hoteles y restaurantes	5	9.5	0.05	9.995	9.74
Embarcaderos, muelles o malecones.	17	8.30	0.01	9.999	9.14
<b>CONTAMINACIÓN</b>					
<b>Tipo</b>					
Desechos sólidos	Abundante	2	7.2	9.28	5.64
Aguas grises	Moderado	5	3.7	9.63	7.31
Aguas negras	Nula	9	1.8	9.82	9.41
Lumínica	Nula	8	4	9.6	8.8
Otros	Nulo	7	2	9.8	8.4
<b>Nota Promedio Final</b>					<b>8.68</b>

Cuadro 17: Evaluación de Calidad de los componentes naturales en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.

COMPONENTES NATURALES					
VEGETACION	% cobertura en el tramo	Calificación	% de silueta proyectada	Calificación	Nota promedio
<b>Tipo</b>					
Herbácea	4.79	0.48	35	3.5	1.99
Arbustivo	3.2	0.32	20	2.0	1.16
Arbóreo	1.6	0.16	2	0.2	0.18
<b>Nota Final Promedio</b>					<b>1.11</b>

El gráfico 24 representa las diferentes medias de infraestructuras, donde las viviendas abarcaron 150.32 mts<sup>2</sup> ( $\sigma=36.3$ ) y 7.93 mts<sup>2</sup> de embarcaderos ( $\sigma=0.82$ ).

Los embarcaderos en esta zona fueron los más abundantes con 17 (gráfico 25).

Con respecto a los contaminantes, en el gráfico 26, se puede ver el porcentaje de cobertura en la zona, los desechos sólidos con 7.2% fueron los más abundantes; en segundo lugar, se encontró la luz artificial con 4% y con poca presencia de aguas negras (1.8%).

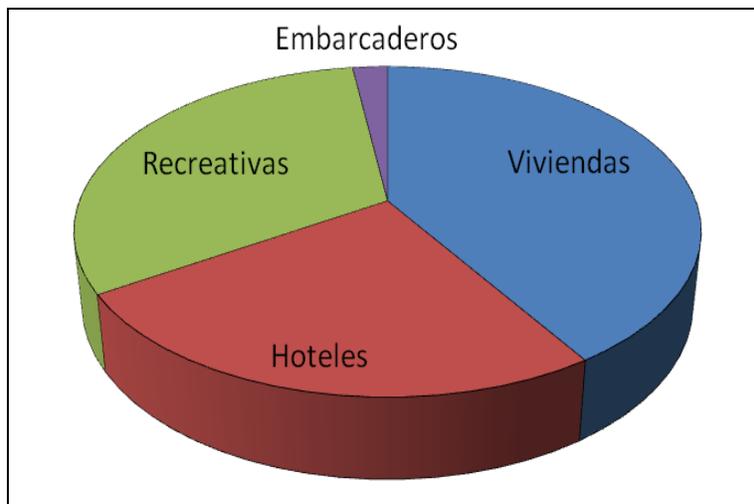


Gráfico 24: Medias de áreas de infraestructura en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.

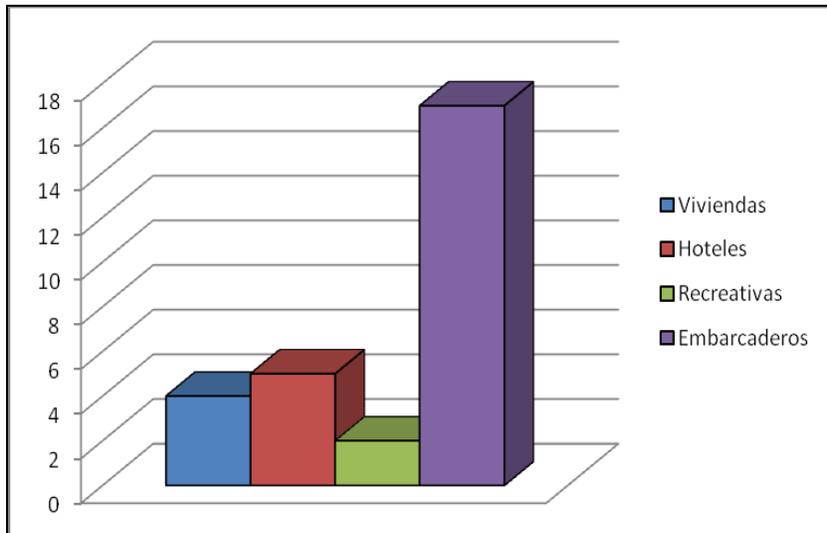


Gráfico 25: Frecuencia de apareamiento de infraestructura en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.



Gráfico 26: Porcentaje de los diferentes tipos de contaminantes en la playa Isla San Sebastián, ubicada en el Departamento de Usulután, 2008.

El gráfico 27 muestra los componentes naturales, donde las herbáceas tuvieron la mayor cobertura y el arbóreo el de menor.

El porcentaje de silueta proyectada presente en el gráfico 28, indica que las herbáceas obtuvieron 35%, arbustivo 20% y el arbóreo un 2%.

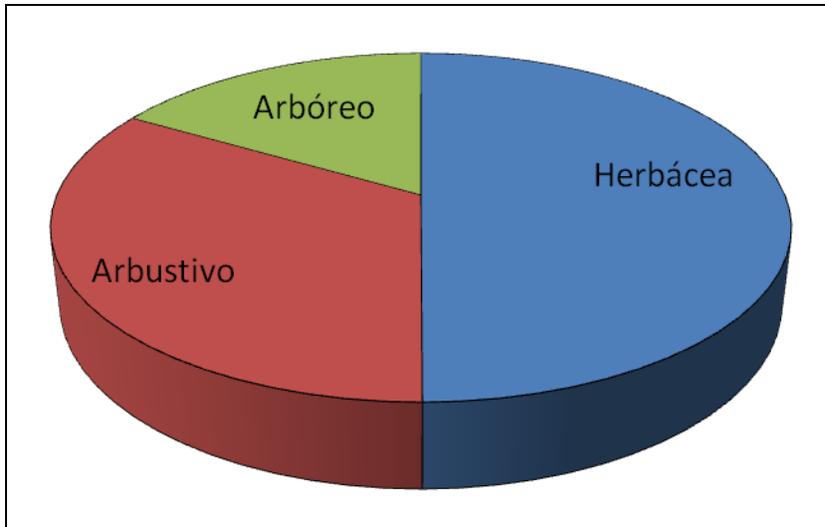


Gráfico 27: Porcentaje de cobertura de los componentes naturales observados en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.

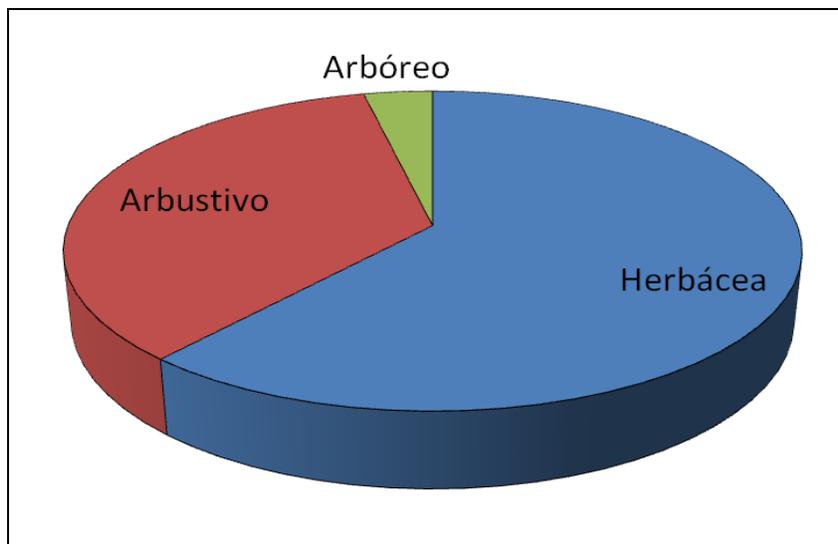


Gráfico 28: Porcentaje de silueta proyectada de los componentes naturales observados en la playa Isla San Sebastián, Departamento de Usulután, 2008.

En los siguientes gráficos se muestra cada uno de los componentes (naturales y artificiales), comparándose entre sí en las diferentes playas.

El gráfico 29, indica las medias de todas las viviendas; notándose que la playa El Amatal posee más área; mientras que en Ceiba Doblada no se encontró ninguna vivienda.

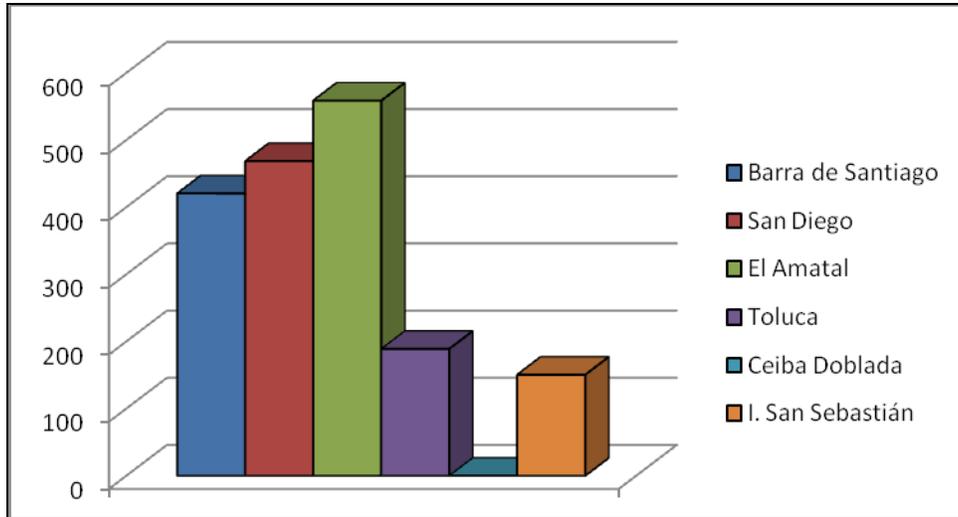


Gráfico 29: Medias de todas las viviendas de las seis playas, 2008.

Con respecto a las infraestructuras recreativas (gráfico 30), Barra de Santiago es la playa más afectada, en comparación a las demás playas.

Con relación a los hoteles en las playas (gráfico 31), se pudo ver que la más perturbada fue San Diego; y al contrario, Toluca y Ceiba Doblada no se encontraron.

Barra de Santiago, San Diego e Isla San Sebastián fueron las únicas playas donde se encontraron embarcaderos, siendo Barra de Santiago la más afectada (gráfico 32).

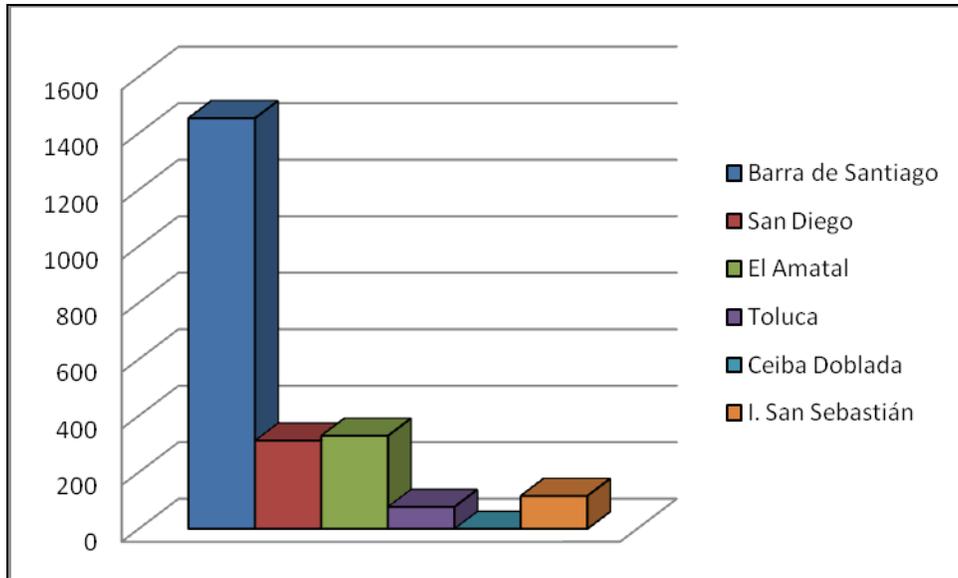


Gráfico 30: Medias de todas las recreativas (turicentros, ranchos) de las seis playas en estudio, 2008.

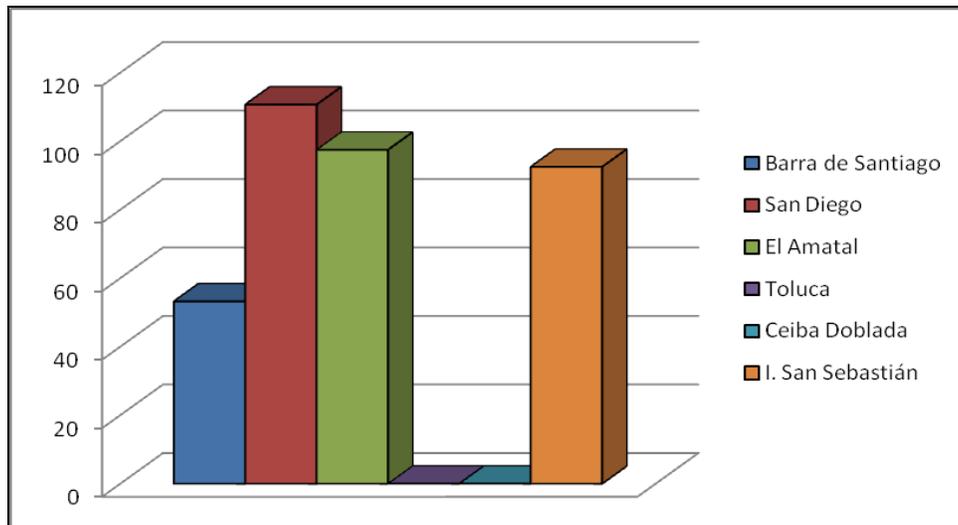


Gráfico 31: Medias de todas los hoteles y restaurantes de las seis playas en estudio, 2008.

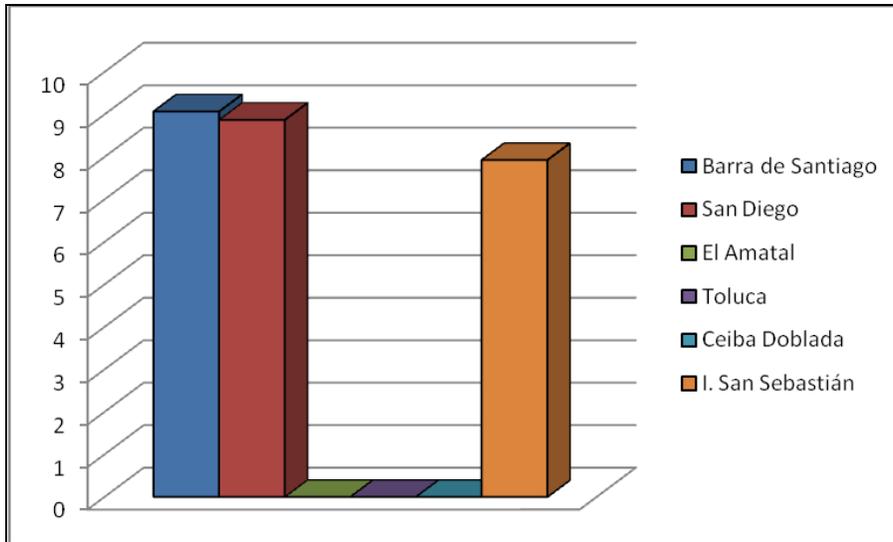


Gráfico 32: Medias de todos los embarcaderos, muelles o malecones de las seis playas en estudio, 2008.

Otro componente en estudio es la contaminación de los desechos sólidos, la playa más perturbada fue Barra de Santiago (gráfico 33).

La Playa más afectada por la presencia de aguas grises fue Isla San Sebastián (gráfico 34), mientras que en menor proporción fue Barra de Santiago.

El gráfico 35, muestra la contaminación de aguas negras, siendo Isla San Sebastián la única que la presentó.

La contaminación por luz artificial (gráfico 36), muestran a Barra de Santiago y San Diego como las más afectadas; Toluca la menor.

La contaminación por “otros”, Barra de Santiago fue la más afectada, seguida por San Diego; mientras que El Amatal y Ceiba Doblada fue nulo (gráfico 37).

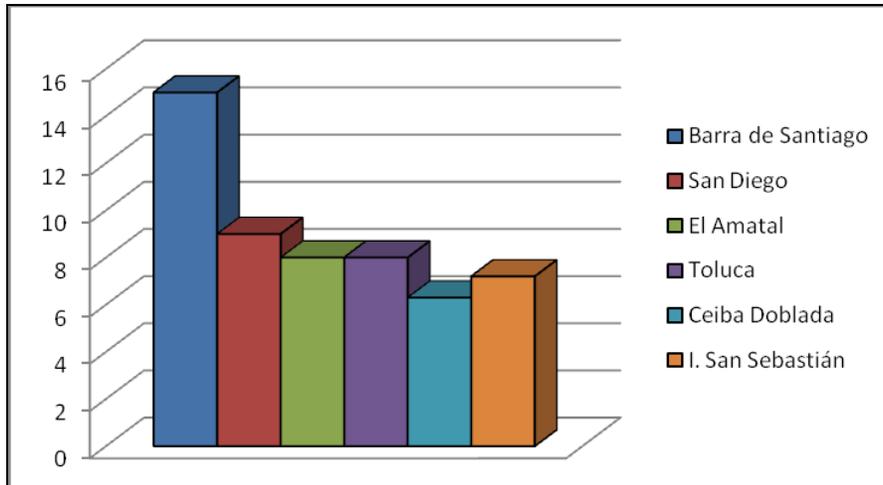


Gráfico 33: Porcentaje de desechos sólidos de las seis playas en estudio, 2008.

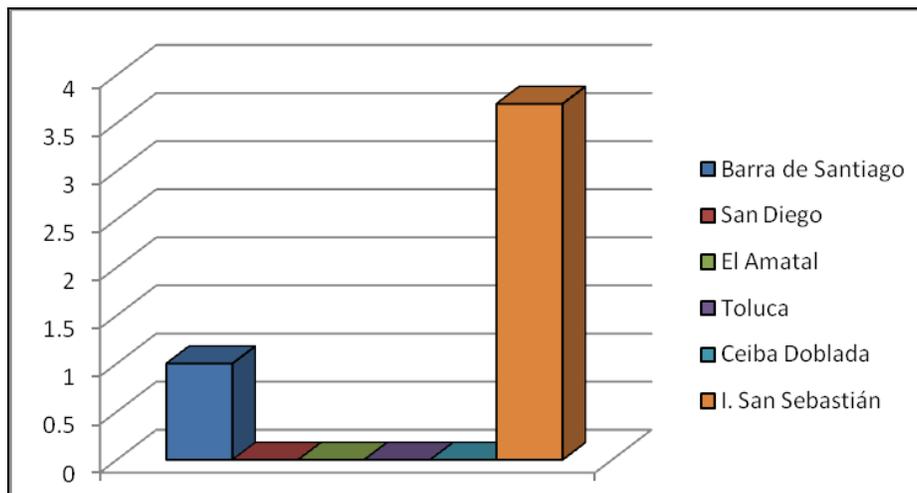


Gráfico 34: Porcentaje de aguas grises en las seis playas de estudio, 2008.

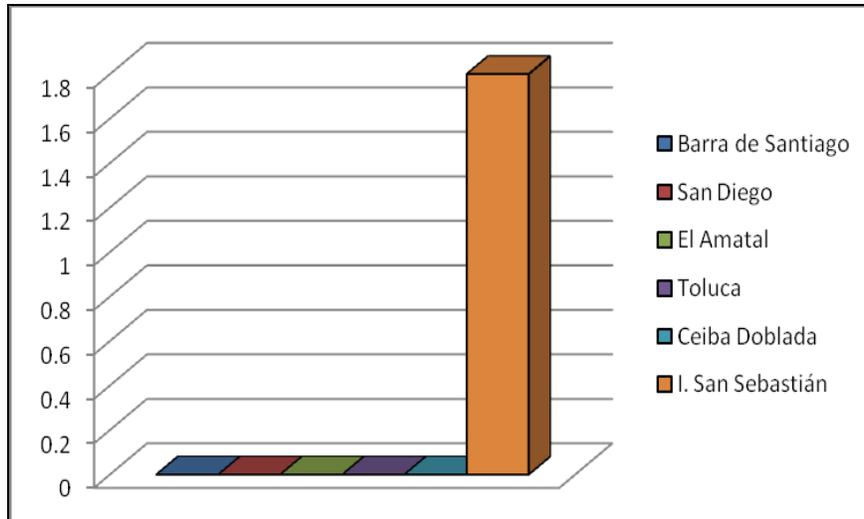


Gráfico 35: Porcentaje de aguas negras de las seis playas en estudio, 2008.

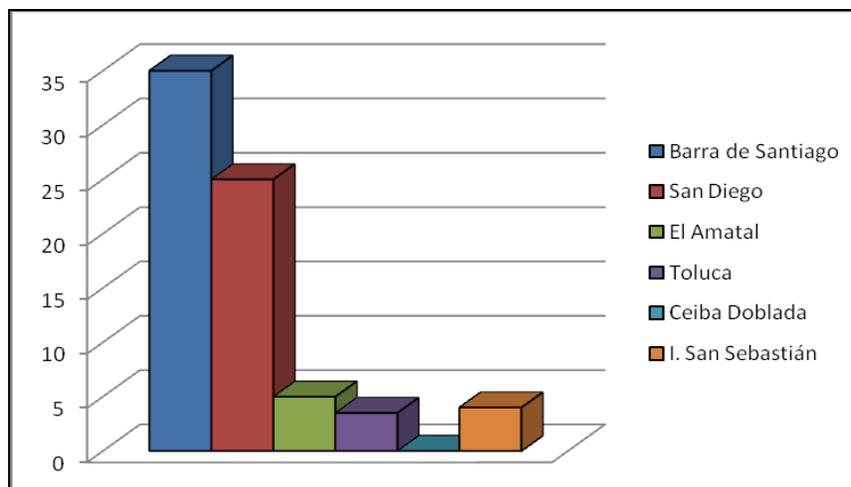


Gráfico 36: Porcentaje de iluminación artificial de las seis playas en estudio, 2008.

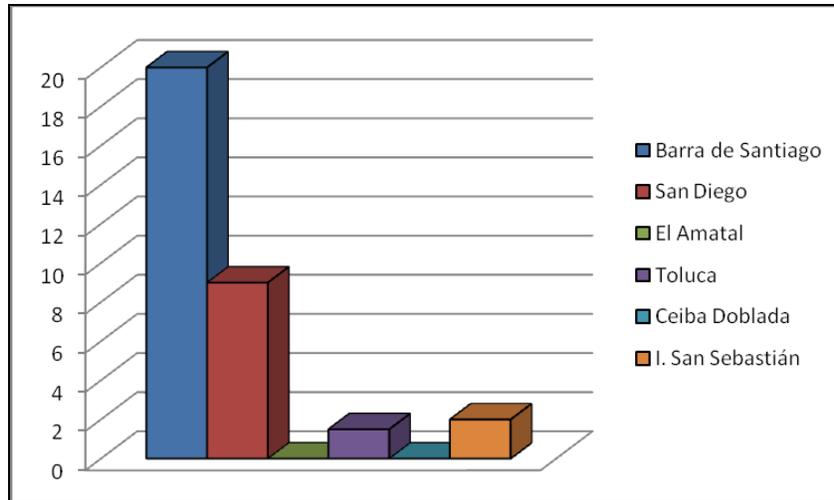


Gráfico 37: Porcentaje de "otros" en las seis playas, 2008.

Con respecto a las herbáceas (gráfico 38), Isla San Sebastián, fue la de mayor cobertura en el tramo; la de menor fue Toluca.

En el caso del estrato arbustivo, Isla San Sebastián es la playa con mayor cobertura, siguiéndole Ceiba Doblada; en Barra de Santiago, San Diego, El Amatal y Toluca no se encontraron (gráfico 39).

La playa con mayor cobertura arbórea fue Toluca, la de menor porcentaje fue Barra de Santiago; que se muestra en el gráfico 40.

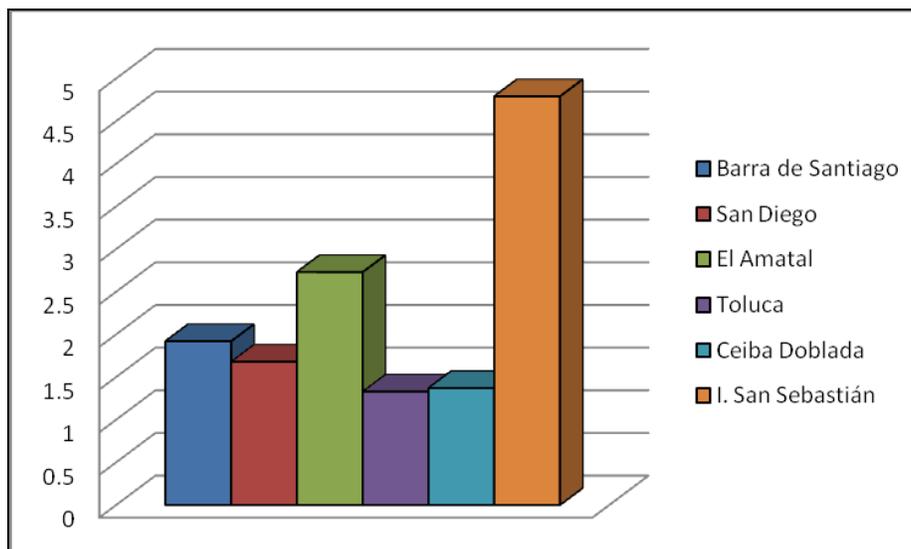


Gráfico 38: Porcentaje de cobertura de herbáceas de las seis playas en estudio, 2008.

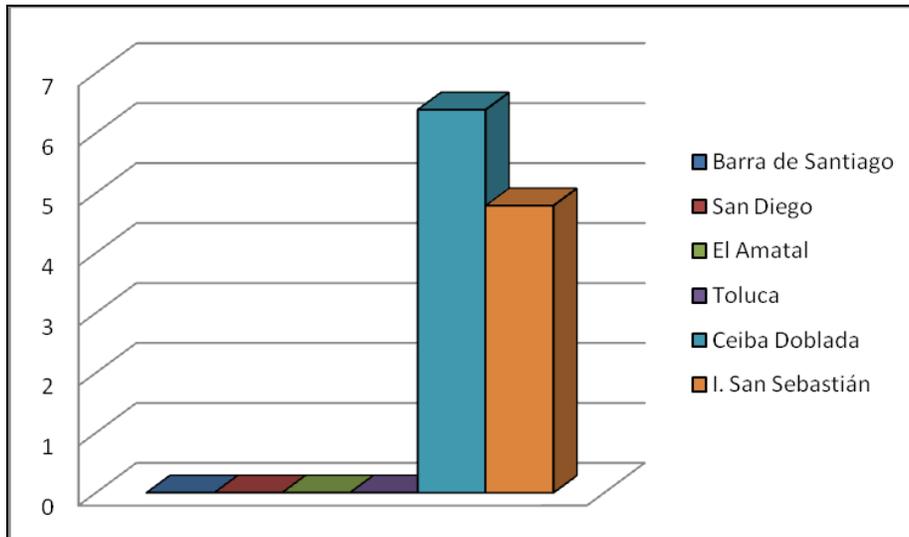


Gráfico 39: Porcentaje de cobertura arbustiva de las seis playas en estudio, 2008.

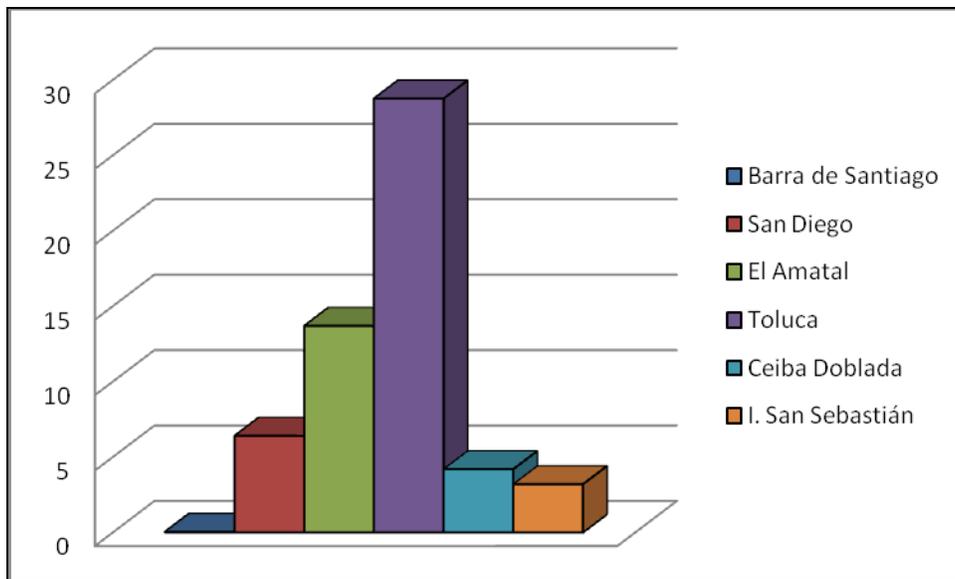


Gráfico 40: Porcentaje de cobertura arbórea de las seis playas en estudio, 2008.

El gráfico 41, muestra todas las áreas de la infraestructura y la vegetación de cada playa, Ceiba Doblada tenía más vegetación; seguida de Isla San Sebastián; las que menos vegetación poseían fueron El Amatal y San Diego; respecto a la infraestructura, Barra de Santiago fue la más afectada y la que menos construcciones tuvo fue Toluca; no presentándose en Ceiba Doblada.

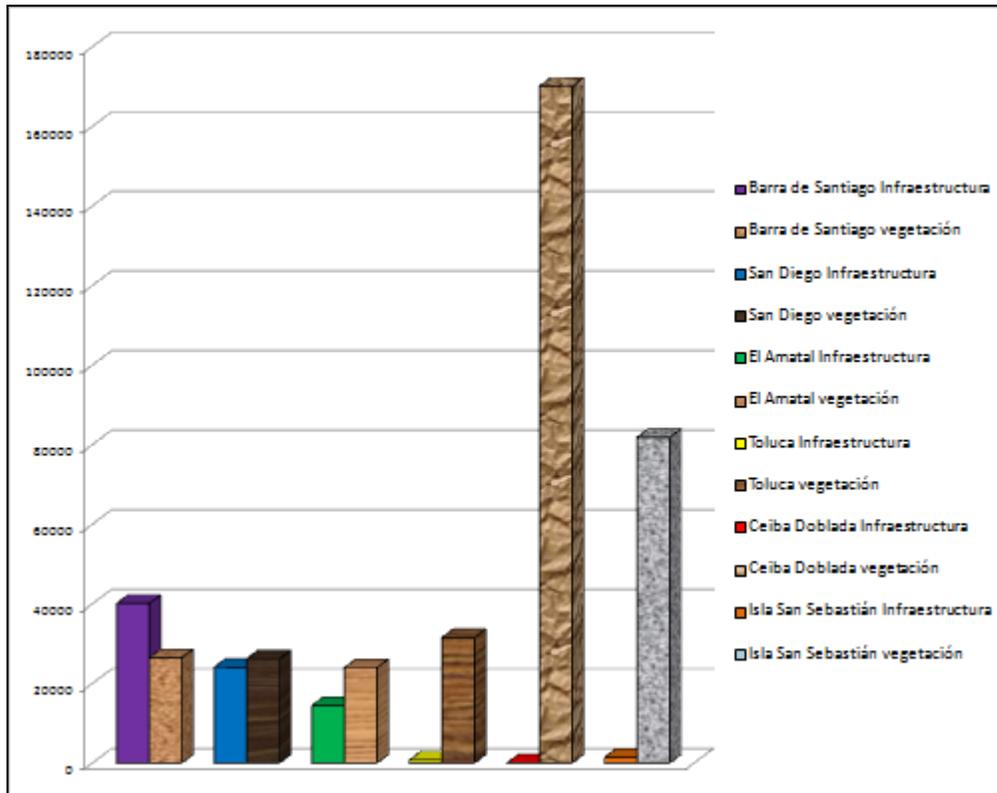


Gráfico 41: Áreas totales de infraestructura y vegetación en las seis playas de estudio, 2008.

Los granos de arenas extraídos de las seis playas, fueron ubicados de acuerdo a la clasificación de Wentworth *et al.* (1922), encontrándose que en las áreas donde más anidaciones se reportaron en las playas San Diego, El Amatal y Ceiba Doblada los granos son más gruesos, mientras que en Barra de Santiago y El Amatal donde son menos vistas, los granos fueron más finos (cuadro 18).

En el cuadro 19, se presentan las diferentes inclinaciones de las seis playas, donde se observa que la mayoría está clasificada en Moderada.

Cuadro 18: Clasificación del tamaño de los granos de arena en las seis playas de estudio (2008).

Playa	Arena muy fina (0.062 mm. a 0.125 mm.)	Arena fina (0.125 mm. a 0.25 mm.)	Arena media (0,25 mm. a 0.5 mm.)	Arena gruesa (0.5 mm. a 1 mm.)	Arena muy gruesa (1 mm. a 2 mm.)
Barra de Santiago	(-) 0.06	(+) 0.2			
San Diego		(-) 0.16	(+) 0.25		
El Amatal	(-) 0.11		(+) 0.27		
Toluca		(-) 0.13 (+) 0.22			
Ceiba Doblada		(-) 0.18	(+) 0.29		
Isla San Sebastián		(+) 0.24 (-) 0.17			

Cuadro 19: Resultados de inclinación de las seis playas.

INCLINACIÓN	Inclinada (más de 15 grados)	Moderada (entre 15 y 5 grados)	Plana (menos de 5 grados)
Playa Barra de Santiago			2.87
Playa San Diego		8.80	
Playa El Amatal		6.89	
Playa Toluca		7.23	
Playa Ceiba Doblada		5.63	
Playa Isla San Sebastián		11.52	

En la figura 5, se puede observar las notas finales de los diferentes tipos de componentes en cada playa, donde fueron analizados en el software NIAIDE.

Los resultados de las notas finales se pueden ver en la figura 6, donde se presentó una lista de las mejores y peores playas según NIAIDE; éste mostró a Ceiba Doblada como la mejor playa y a Barra de Santiago como la peor.

En el cuadro 20, se muestran las notas finales de cada componente por playa y a la vez su nota final, que se ubicaron en la tabla de categorías (cuadro 21); para así conocer su evaluación final y en el cuadro 22, se puede ver la comparación de las seis playas según los cálculos manuales y de NIAIDE.

En el cuadro 23, se exponen los valores esperados y observados de los componentes en las seis playas de estudio, para obtener el resultado final de Chi cuadrado  $X^2$  (Fernández *et al.*, 2004).

Criteria \ Alternatives	BSantiago	SDiego	EAmatal	Toluca	CeibaD	ISebastian
viviendas	7.45	6.71	7.84	8.72	10	9.79
recreativas	6.4	8.99	8.67	8.99	10	9.89
hoteles	8	7.92	6.48	10	10	9.74
embarcaderos	8.5	9.49	10	10	10	9.14
desechos solidos	2.75	7.05	8.1	9.1	6.68	5.64
aguas grises	9.45	10	10	10	10	7.31
aguas negras	10	10	10	10	10	9.41
luminica	6.75	6.25	7.25	8.57	10	8.8
otros	5.5	7.3	10	7.92	10	8.4
herbaceas	0.12	0.21	0.22	0.16	0.17	1.99
arbustos	0	0	0	0	3.53	1.16
árboles	0.28	3.57	3.43	3.88	1.36	0.18

Figura 5: Notas finales de cada componente introducidos al software NADIE.

	$\Phi+$	$\Phi-$	Alternatives
Viviendas	0.22	0.09	A BSantiago
Recreativas	0.20	0.10	B SDiego
Hoteles	0.17	0.14	C EAmatal
Embarcaderos	0.16	0.14	D Toluca
Desechos Solidos	0.13	0.16	E CeibaD
Aguas Grises	0.11	0.39	F ISebastian

Figura 6: Resultados del análisis multicriterios, según las notas totales de las seis playas de anidación de los diferentes componentes.

Cuadro 20: Notas finales de cada playa, 2008, calculadas manualmente.

NOTA	Barra de Santiago	San Diego	El Amatal	Toluca	Ceiba Doblada	Isla San Sebastian
Artificiales	6.58	7.73	8.71	9.36	9.63	8.68
Naturales	0.14	1.26	1.22	1.35	1.68	1.11
Nota final	3.36	4.49	4.97	5.35	5.65	4.89

Cuadro 21: Categorización de las seis playas en estudio, 2008, establecidas manualmente.

Categorías (notas)	Barra de Santiago	San Diego	El Amatal	Toluca	Ceiba Doblada	Isla San Sebastian
Excelente (7-10)						
Bueno (5-7)				5.35	5.65	
Moderado (3-5)	3.36	4.49	4.97			4.89
Malo (0-3)						

Cuadro 22: Comparación de las posición jerárquica de la playa, según cálculo manual y NAIADE.

Playa	Manual	NAIADE
Barra de Santiago	6	5
San Diego	5	6
El Amatal	3	4
Toluca	2	2
Ceiba Doblada	1	1
Isla San Sebastián	4	3

### Prueba de Hipótesis

Cuadro 23: Valores observados y esperados de los componentes artificiales y naturales de las seis playas de anidación en estudio.

Observados (Esperados)	Barra de Santiago	San Diego	El Amatal	Toluca	Ceiba Doblada	Isla San Sebastian
Artificiales	6.58 (5.93)	7.73 (7.93)	8.71 (8.66)	9.36 (9.44)	9.63 (9.98)	8.68 (8.64)
Naturales	0.14 (0.79)	1.26 (1.06)	1.22 (1.17)	1.35 (1.26)	1.68 (1.33)	1.11 (1.15)

Y el resultado de la Prueba fue:  $X^2 = 12.81$ ; grado de libertad (g.l.) = 5; grado de significancia ( $\alpha$ ) = 0.05

## DISCUSIÓN

En las seis playas de estudio, se tiene conocimiento de arribadas de tortugas marinas, según Dueñas (com. pers.), siendo cuatro especies las que visitan estas áreas: “prieta” (*Chelonia mydas agassizii*), “carey” (*Eretmochelys imbricata*), “Baule” (*Dermochelys coreacea*) y “golfina” (*Lepidochelys olivácea*), esta última con mayor número de arribadas reportadas, siendo desde Junio a Noviembre los meses que se ven con más frecuencia anidar.

En relación a la influencia de los componentes artificiales, sobre la calidad de las playas de anidación de tortugas marinas, se encontró que la playa más afectada por las viviendas es El Amatal, ya que se ha convertido en una zona residencial, coincidiendo con lo expresado por Arauz (2000), quien considera que Playa El Amatal y San Diego; son de edificaciones de verano pertenecientes a familias más solventes económicamente, concordando con nuestros resultados, que también ubican a las playas San Diego y Barra de Santiago como perturbadas por estas infraestructuras.

Asimismo, Boulon *et al.* (1993), Chacón *et al.* (2001), CIT (2004), Aranda (2006) y C.C.C. (2008), mencionan que las casas construidas cerca del borde del agua; crean muchos impedimentos potenciales a las tortugas que anidan.

Además, Barra de Santiago también es afectada por las construcciones recreativas, debido a que es una playa utilizada para la época de vacaciones, según lo expresado por los tortugeros, esto conlleva a que los lugareños dueños de los ranchos y turicentros construyan delante de la vegetación, en área que la tortuga marina utiliza para su desove, Eckert *et al.* (1998) y CIT (2006), dicen que la amenaza para las tortugas marinas, es el aumento en el uso recreacional y comercial de la zona de anidación.

Referente a los hoteles y restaurantes, San Diego posee la mayor cantidad debido a: es una zona turística, para las personas que pasan fines de semana o cualquier temporada larga de vacación, al igual que en El Amatal e Isla San Sebastián, dando lugar a la construcción de estas infraestructuras en zonas no apropiadas. Estas estructuras, impiden que las tortugas marinas puedan completar su ciclo de vida, además, es una amenaza directa para las tortugas marinas, porque reducen el tamaño del hábitat apropiado para la anidación y desplazan a las tortugas hacia sitios menos adecuados, para ese propósito como lo expresan Fitz (2004) y C.C.C. (2008).

Las playas con más embarcaderos fueron Barra de Santiago, ya que ésta es utilizada como atracadero de lanchas por los pescadores de la zona (Duarte, com. pers.; Soriano, com. pers.; Cornejo, com. pers.; Orellana, com. pers.; Girón, com. pers.), al igual que San Diego (Ventura, com. pers.; Sosa, com. pers.; Cabrera, com. pers.; Paz, com. pers.). En cambio en Isla San Sebastián, éstos le sirven para transportar de un lugar a otro a visitantes, volviéndose una fuente de ingreso para los lugareños (Ruiz, com. pers.; Chavarria, com. pers.; Batres, com. pers.), pero ellos los dejan por las noches en la playa, formando un obstáculo a la tortuga marina para lograr desovar.

En el caso de Ceiba Doblada, se encontró con un resultado contrario a lo observado en las demás playas, debido a que no es una zona muy conocida por la población, al respecto el 68% de los tortugeros encuestados, señalaron que, por la falta de turistas y su difícil acceso terrestre es poco atractiva, por lo que el 80% de los tortugeros explicaron que, los pobladores no se han aprovechado de la zona y se ha dejado libre de infraestructura.

Debido al aumento de la población en zonas cercanas a la costa, la contaminación en las playas está aumentando, principalmente por los desechos sólidos; así en Barra de Santiago, se encontró la mayor cantidad de desperdicios; por tener muchos sitios de recreación cerca de la línea pleamar, pudiéndole afectar a la tortuga marina en su paso a la zona de anidación, como lo afirma Chacón *et al.* (2004), que por las corrientes de aire, estos desechos pueden llegar hasta el mar, las tortugas marinas lo pueden confundir con alimentos o pueden quedar atrapadas y morir en el fondo del mar.

Otras de las playas más afectadas por la contaminación sólida fueron: San Diego, El Amatal y Toluca, por ser áreas de muchas residencias, los dueños de estas propiedades, dejan la basura en cualquier área de playa y contaminan la zona; causándoles impedimento a la tortuga marina.

En el caso de Ceiba Doblada, donde sus pobladores habitan lejos de la playa, se creería que está libre de residuos, sin embargo, en nuestros resultados se observó un 6.3% de desechos sólidos, sobre lo cual Chacón (2004), dice que esta amenaza puede provenir del espacio adyacente de las playas, por las comunidades que se encuentran alrededor de éstas, un ejemplo es el caso de la madera y los desechos, que son transportados por los ríos hacia la corriente marina, para luego, con la marea y las olas, terminar depositados en la playa; esto provoca una pérdida del hábitat de anidación afectándole a la tortuga, como lo explica Briseño (1996) y Witherington (2000).

Por carecer de recursos económicos, muchos pobladores buscan el área costera para residir, lamentablemente estas construcciones, no poseen sistemas adecuados de drenaje, y toda el agua que ellos desechan va directamente a la playa. Las playas en estudio, más afectadas por esta situación fueron: Isla San Sebastián con 5.5% de cobertura de aguas negras y grises, Barra de Santiago con 1% de éstas (obs. pers.), en la Isla se cree que existe mayor contaminación de desechos líquidos, por la falta de tuberías, favoreciendo así la contaminación del área. En Barra de Santiago, por ser una playa que posee muchos comedores a lo largo de la zona, no se han preocupado por regular los vertidos líquidos que son arrojados al mar, contaminando así la zona que ocupa la tortuga marina, provocándole intoxicación que podría llevarle a la muerte, asimismo, sus huevos podrían contaminarse.

Chacón *et al.* (2001), también mencionan que en la mayoría de países centroamericanos, se utilizan las letrinas o tanque séptico para: la recolección de aguas cloacales domiciliarias en las zonas costeras, este fue el caso de Isla San Sebastián, donde las aguas grises y negras; terminan siendo desechadas al mar contaminando la playa, esto contribuye a la destrucción de la vegetación nativa, incrementando la erosión y creando una película en la superficie de la arena, disminuyendo la salud del ambiente y probablemente de los huevos de las tortugas marinas dejados en los nidos, al contrario, de San Diego, El Amatal y Toluca, por ser zonas pertenecientes a familias acomodadas económicamente (Arauz, 2000), construyen sus edificaciones con sistemas de drenajes adecuados, por lo cual este tipo de contaminación no se presenta.

Las tortugas marinas buscan un lugar silencioso y oscuro donde anidar (Dueñas, com. pers.), pero hoy en día deben competir con los turistas, los negocios y los residentes de la costa, para usar las playas arenosas; tal cual se observó en cinco playas de nuestro estudio, exceptuando Ceiba Doblada y un área de la Isla San Sebastián. La iluminación proveniente de esas actividades, interfiere con la habilidad de las tortugas para elegir un lugar donde anidar. Si una tortuga no logra anidar después de varios intentos fallidos, elegirá un lugar menos apropiado o depositará sus huevos en el océano. En ambos casos, las probabilidades de supervivencia de las crías son ínfimas (C.C.C., 2008).

Esto no coincide, con lo explicado por los tortugeros de las diferentes playas en estudio, donde mencionaron; que han visto anidar a las tortugas debajo de los postes de luz, debajo de mesas en los ranchos y a la par de las sillas que están en las playas.

Márquez (1996); Witherington *et al.* (1996); Fitz (2004) y Francia (2005), explican que la iluminación artificial en la playa, es responsable de una menor llegada de hembras a anidar, coincidiendo con nuestros resultados, los cuales ubican a la playa Barra de Santiago como la más afectada por este tipo de contaminante, debido al aumento de construcciones como restaurantes y comedores; los cuales funcionan por la noche.

En San Diego, son las residencias de veraneo, las que generan este tipo de contaminación; por dejar sus luces encendidas por la noche (obs. pers.).

También Witherington *et al.* (1996), expresan que no existe ninguna medida simple de intensidad de luz, que revele si una fuente lumínica será un problema. Por lo tanto, El Amatal, Isla San Sebastián y Toluca, aunque poseen menos iluminación artificial; siempre afectará a las tortugas marinas. Ceiba Doblada, por no presentar ningún tipo de construcción en la playa; está totalmente libre de contaminación lumínica.

En Barra de Santiago, debido a la cantidad de pobladores cercanos a la playa, los animales domésticos y de granja tales como: perros, gatos, cerdos, gallinas y vacas, son perturbadores para las tortugas a la hora de salir a desovar, como explican CIT (2004), CIT (2006); IFAW (s.f.) y Llorente (2009).

Además Mortimer (2000), Chacón (2004) y C.C.C. (2008), coinciden que esta amenaza se manifiesta cuando en las comunidades costeras, la falta de atención a los animales domésticos, provoca que estos busquen alimento por su cuenta, asumiendo conductas silvestres y depredando tanto nidos como tortugas. En este estudio, fue confirmado por pobladores, quienes han observado a perros domésticos ahuyentándolas y destruyendo nidos.

Márquez (1996) y Eckert (1998), refuerzan lo anterior, afirmando que, la locomoción de las tortugas fuera del agua es muy lenta, lo cual hace más factible que sean atacadas por animales carnívoros.

En relación a la vegetación según Azanza (2003), la mayoría de las tortugas marinas anidan fundamentalmente en esta área, en este estudio, la playa con mayor totalidad de vegetación de los tres tipos fue Ceiba Doblada con 286,092.8 mts<sup>2</sup>, ya que es una zona, donde no existe presencia humana y no ha sido alterada. La vegetación ayuda a que las anidaciones realizadas en esta franja, tengan un riesgo mínimo de ser afectadas. Isla San Sebastián, es otra de las playas con mayor cobertura de vegetación (81,852.26 mts<sup>2</sup>), ya que la población sólo se ubica en ciertos sectores de la Isla, dejando muchas áreas naturales libres de perturbación (obs. pers.).

A pesar, de que existe poca cobertura vegetal en las otras playas en estudio, éstas siguen siendo sitios preferidos de anidación para las tortugas marinas, según los tortugeros. Para CIT (2006) e IFAW (s.f.), consideran que la eliminación de la vegetación natural de las dunas, provoca una gran erosión o desgaste del suelo, y afecta las condiciones ambientales de las tortugas marinas. Boulon (1993), coincide explicando que la vegetación herbácea predominante en una playa, evita que los vientos puedan remover la arena. Las playas que se encontraron con mayor cantidad de este tipo fueron: Isla San Sebastián con 4.79% de cobertura en el tramo de herbáceas y El Amatal con 2.73% de cobertura, por lo cual podría ser ésta la razón de que aún lleguen tortugas marinas a desovar.

La vegetación nativa juega un papel importante, en estabilizar la playa y crear el microclima apropiado para las anidaciones (Eckert, 1998), en algunos casos como la playa San Diego, los propietarios siembran fuera de sus viviendas, frente a la costa, generalmente son especies exóticas, desplazando a la vegetación nativa, provocando erosión, mortandad en nidos por las raíces, disminuyendo área disponible, sombra y cambios de temperatura en la arena, que potencialmente alteran el sexo de los neonatos; naciendo más machos y reduciendo la cantidad de hembras para perpetuar la especie, (Dueñas, 2004).

Respecto al tamaño de grano de arena, Márquez (1996), señala que el tamaño de grano es importante en la selección del sitio de anidación, y que de alguna manera las hembras perciben el lugar apropiado para construir el nido, guiándose por la consistencia de la arena. Maharaj *et al.* (2002); Ceballos (2004) y Prezas (2006), explican que el tamaño del grano de arena, es muy importante para los huevos a la hora de la incubación, ya que entre más grueso sea el grano, más aire circulará sobre la cáscara de huevo y así el neonato no se morirá de asfixia. Esto concuerda con lo encontrado en Barra de Santiago, Toluca e Isla San Sebastián, donde el tamaño se distribuye de manera homogénea, teniendo un promedio de 0.22 mm., está clasificada como arena fina, en San Diego, El Amatal y Ceiba Doblada, con un promedio de 0.27 mm. de tamaño, es clasificada como arena medio y esto además coincide con lo comentado por los tortugeros, donde nos mencionaron que éstas son las zonas en las que tienen el mayor número de anidaciones.

En cuanto a las calificaciones de las seis playas, según los resultados obtenidos con NAIADE, se observó que la mejor playa es Ceiba Doblada (0.22); coincidiendo con los resultados dados por los Instrumentos de Evaluación, que ubica a ésta en la categoría de Buena, por tener 5.65 de nota, debido probablemente a la poca influencia antropogénica en la zona, ya que según Chacón *et al.* (2001), los hábitat de anidación de las tortugas son críticos en la reproducción y sobrevivencia de estas especies, por lo tanto entre más libre esté la playa de perturbación, mejor será para la tortuga.

Otra de las mejores playas; según NAIADE es Toluca (0.20), al igual que en los Instrumentos de Evaluación, con una nota de 5.35, a pesar de ser una playa con residencias de veraneo; conserva una buena cantidad de vegetación con 16.7% respecto al tamaño de la playa, y las casas no se encuentran delante de ésta, por lo que no perturban el paso de las tortugas marinas.

Respecto a la playa menos apropiada para la anidación de las tortugas marinas, NAIADE nos muestra que es Barra de Santiago con 0.39 y en el Instrumento de Evaluación, están El Amatal con 4.97, Isla San Sebastián 4.89, San Diego con 4.49 y Barra de Santiago con 3.36, las cuales se categorizaron en Moderada y esta última obtuvo la menor nota, ya que se encontró una cantidad muy alta de perturbación de componentes artificiales (infraestructura y contaminación), y muy poca cobertura vegetal, sin embargo, un 69.33% de los tortugeros encuestados en las seis playas en estudio, dicen que se han llevado a cabo muchos proyectos, entre ellos están los viveros que ayudan a proteger los huevos de tortugas, para conservar la especie.

Para esta investigación la hipótesis nula es rechazada; ya que las playas no poseen características semejantes, por lo tanto, se aceptó la hipótesis alternativa como probablemente cierta, la cual menciona que las características no son semejantes entre sí (Cruz, 2005).

Las playas en estudio, muestran diferencias entre sí, debido posiblemente a la actividad antropogénica, ya que cada playa es usada para diferentes actividades; Barra de Santiago es utilizada por construcciones recreativas, que en la noche al encender las luces desorienta a la tortuga a la hora de anidar; San Diego posee viviendas y comedores; El Amatal y Toluca construyen casas residenciales; Ceiba Doblada aún no es muy conocida por la población y no posee ninguna infraestructura cerca de la playa; Isla San Sebastián no es usada por completo, esta isla posee zonas donde aún no hay construcciones y deja el paso libre para las anidaciones de las tortugas marinas, además de las zonas que no se ubican al frente del mar. Ello provoca alteraciones tanto por el aumento de residuos sólidos y líquidos y a su vez afecta a la estructura natural de la playa.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los métodos de evaluación aplicados, Ceiba Doblada, es la playa que cumple con las mejores condiciones para la anidación de las tortugas marinas, ya que obtuvo las mejores calificaciones para los componentes artificiales y naturales, dando como nota final 5.65, que la ubicó en la categoría “Bueno”. Pero son pocos los avistamientos reportados presentes en esta zona.

Barra de Santiago, es la playa menos adecuada para la anidación, por poseer el resultado más bajo en los dos componentes en estudio, obteniendo 3.36 de nota final que la ubica en la categoría “Moderado”. Los avistamientos reportados para esta playa están disminuyendo con el tiempo.

La playa más afectada por la presencia de infraestructura, en las áreas de anidación y desechos sólidos, es Barra de Santiago.

La playa con mayor presencia de aguas grises y negras es Isla San Sebastián.

Playa San Diego, presenta la mayor amenaza para la anidación de tortugas marinas, por la iluminación artificial.

La inclinación, es un factor que influye a la hora de la anidación, ya que entre más plana sea la playa, menos esfuerzos hará la tortuga. La playa Barra de Santiago con un ángulo de  $2.87^\circ$ , está clasificada en plana y la hace más atractiva para el desove, mientras que Isla San Sebastián posee la mayor inclinación con  $11.52^\circ$ , ubicada en inclinación moderada.

La playa con mayor vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, fue Ceiba Doblada y la de menor fue El Amatal.

Aún cuando no es muy significativa la diferencia, en la distribución del tamaño de grano en las playas de estudio, las tortugas prefieren anidar en las zonas donde se encontró el grano de arena más grueso.

La calidad de los componentes naturales y artificiales, en las playas de anidación evaluadas, no es el único factor determinante para que las tortugas marinas desoven, ya que aún se reportan anidaciones, pero es necesario tomar medidas que regulen el uso que el hombre está dando a las playas, por ser áreas determinantes para su reproducción.

## **RECOMENDACIONES**

Controlar la iluminación artificial, de las construcciones que estén cerca de la playa, tomar medidas de control de desechos sólidos y desechos de aguas grises y negras.

Vigilar el uso de las playas, respecto a la localización y características de edificaciones realizadas en la orilla, y tener en cuenta que no se establezcan en las zonas de anidación.

Establecer áreas protegidas y otras medidas para regular su uso, incluidas las vedas, adecuación de las artes de pesca y restricciones al tránsito de embarcaciones.

Que las entidades correspondientes a la conservación de las playas, colaboren a que los lugareños tomen conciencia de la importancia de estas áreas, principalmente para las tortugas marinas.

Evaluar la eficacia de las medidas de conservación, establecer prioridades y diseñar nuevas acciones, que contribuyan a la anidación de las tortugas marinas en El Salvador.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, R. s.f., Estadística II probabilidad e inferencia, San Salvador, El Salvador, C.A. 154pp.
- Arauz, R. 2000. Diagnostico de la Situación Actual de las Tortugas Marinas en El Salvador. Comité Nacional para la Conservación de la Tortuga Marina en El Salvador. 50pp.
- Arauz, R. 2000. Estrategia Nacional de Conservación y Manejo de Tortugas Marinas en El Salvador. Comité Nacional para la Conservación de la Tortuga Marina en El Salvador. 26pp.
- Aranda O. 2006, Tortugas marinas vs Desarrollo urbano en la Guía de Ecología. 22pp.
- Azanza, J. R.; M. E. Ibarra, G. Espinosa, R., Díaz, G. González-Sansón, 2003. Conducta De Anidación De La Tortuga Verde (*Chelonia Mydas*) En Las Playas Antonio Y Caleta De Los Piojos De La Península De Guanahacabibes, Pinar Del Río, Cuba. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba. 11pp
- Boulon, R. H. Jr., K. Eckert, J. Richardson, C. Rogers, Z.M. Hillis, J. Collazo and A. Meylan, 1993. RECOVERY PLAN FOR HAWKSBILL TURTLES *Eretmochelys imbricata* IN THE U.S. CARIBBEAN, ATLANTIC, AND GULF OF MEXICO, The Leatherback and Hawksbill Turtle Recovery Team, Southeast Region U.S. Fish and Wildlife Service and National Marine Fisheries Service, 58 pp.
- Briseño, R. D. 1996. Las Tortugas Marinas y sus Playas de Anidación. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Estación Mazatlán, 88 pp.
- Brower, J. E., J. H. Zar, C. N. Jon Encle, 1997. Field and Laboratory Methods for General Ecology, tercera edición, 229pp.

- C.C.C. (Caribbean Conservation Corporation), 2008, Desarrollo urbano costero. 45pp.
- Ceballos, F. C. 2004. Distribución de playas de anidación y áreas de alimentación de tortugas marinas y sus amenazas en el caribe colombiano, Bol. Invest. Mar. Cost. 33 79-99 ISSN 0122-9761 Santa Marta, Colombia. 22pp.
- Chacón, D., N. Valerin & M.V. Cajiao, 2001. Manual para Mejores Prácticas de Conservación de Tortugas Marina en Centroamérica. II Edición, National Fish & Wildlife Foundation e International Fund for Animal Welfare. 139pp.
- Chacón, D. 2003, Anidación de la tortuga Baula (*Dermochelys coriacea*) en playa negra, Puerto Viejo, Caribe Sur, Costa Rica. 130pp.
- Chacón, D. 2004. *La tortuga carey del Caribe – Introducción a su biología y estado de conservación*. WWF -Programa Regional para América Latina y el Caribe, San José, Costa Rica.
- Chaves, A. & Toit, L. 2002. Costa Rica national strategy to reduce coastal light pollution. Population surveys and analysis of threats. PROCEEDINGS OF THE TWENTY-SECOND ANNUAL SYMPOSIUM ON SEA TURTLE BIOLOGY AND CONSERVATION. NOAA. 309pp.
- CIT Secretaría, 2004. Una Introducción a las Especies de Tortugas Marinas del Mundo. Octubre 2004, San José, Costa Rica. 6pp.
- CIT Secretaría, 2006. Amenazas a las Tortugas Marinas y Posibles Soluciones. Febrero 2006, San José, Costa Rica. 11pp.
- Cruz R., A. P. 2005. Pruebas de Hipótesis para una muestra, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Maestría en Ingeniería de Sistemas. Lima – Perú. 11pp.

- Diez, C.E. & J. A. Ottenwalder 2000. Estudios de Hábitat. Evaluación de Poblaciones y de Hábitat. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Impreso por Consolidated Graphic Communication, Blanchard, Pennsylvania USA. 265pp.
- Dueñas, C. C. 2008. Manual para la incubación artificial de huevos de tortugas marinas. Dirección General de Patrimonio Natural Gerencia de Recursos Biológicos. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 17pp.
- Eckert, S. A., J. Alvarado, G. Balazs, R. Byles, P. Craig, P. Dutton, K. Eckert, J. Engbring, J. Maragos, R. Pitman, S. Pultz, and J. I. Richardson, 1998. Recovery Plan for U.S. Pacific Populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). The Pacific Sea Turtle Recovery Team, National Marine Fisheries Service and Pacific Region U.S. Fish and Wildlife Service, 61 pp.
- Eckert, K.L. 2000. Diseño de un Programa de Conservación. Generalidades. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Impreso por Consolidated Graphic Communication, Blanchard, Pennsylvania USA. 265pp.
- Edwards, A.C. 1997. La Granulometría y su Uso en Estudios Geoquímicas y Ambientales. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM. Ciudad Universitaria Circuito Exterior. México D.F., México. 243pp.
- Federici, L. 2006, Navegantes de los mares: las tortugas marinas. 55pp.
- Fernández, S. P., S. Pértega, 2004. Asociación de variables cualitativas: test de Chi-cuadrado. 8pp.
- FIAES, Fondo Iniciativa para las América El Salvador s.f., Levantamiento y Mapeo de Índices de Sensibilidad Ambiental de la Línea Costero-marina entre las desembocaduras de los ríos Paz y Lempa de el Salvador Volumen 1 y volumen 2. 15pp.

- Figueroa G., M. 1987. Rangos de Temperatura que Afectan el Desarrollo Embriológico de la Tortuga Golfina, *Lepidochelys olivacea*. 116 pp.
- FONAES, 2002. Fondo Ambiental de El Salvador. Impacto Ambiental. Edición No 3, 26 pp.
- Francia, G., 2005. Proyecto Conservación de Tortugas Baulas del Pacífico. Boletín No. 1 El Noti Baula de Junquillal. 6pp.
- Guagni dei M., M. A. y J. C. A. Thomé, 2000. Reducción de las Amenazas a las Tortugas. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. 12pp.
- Gysel, L., L. J. Lyon, 1987. Manual de Técnicas de Gestión de Vida Silvestre, Capítulo 19: Análisis y Evaluación del Hábitat. 100pp.
- Herranz, C. 2002. El Impacto Ambiental de la Iluminación Nocturna Artificial. 43pp.
- IFAW (International fund for Animal Welfare), HUMANE SOCIETY INTERNATIONAL, s. f. Tortugas marinas: Una lucha por la supervivencia. 14pp.
- Javaloy, A. 2007. Tortuga boba (*Caretta caretta*), Recuperada junto a los muelles del club. 76pp.
- Laporta, M; Philip, M.; Lezama, C.; Bauzá, A.; Aisenberg, A.; Pastorino, M. y Fallabrino, A., 2006. Conservación y manejo de tortugas marinas en la zona costera uruguaya. Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. 19pp.
- López, M., A. Estrades, M. Caraccio, V. Calvo, M. Hernández y V. Quirici, 2006. Biología, ecología y etología de las tortugas marinas en la zona costera uruguaya. Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. 19pp.

- Llorente, A. M. 2009. Conservación de anidación de tortugas marinas en el Atlántico: evaluación de factores que influyen sobre el éxito reproductor y recomendaciones para la gestión de poblaciones amenazadas. Fundación BBVA. 100pp.
- Maharaj, A. M. y Li. M. Ehrhart, 2002. Nesting physiology and hatching success of leatherbacks at two nesting beaches in Trinidad. Department of Biology, University of Central Florida, Orlando, Florida, USA. 150pp.
- Márquez, R., 1996. Las Tortugas Marinas y Nuestro Tiempo. Fondo de Cultura Económica, Carretera Picacho- Ajusco 227; 14200 México, D.F. 51pp.
- Moreno, G., M. Duarte, 2006. ECONOMÍA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM, Subdirección de Estudios Ambientales. 171pp.
- Mortimer, J. A., 2000. Reducción de las Amenazas a los Huevos y a las Crías: Los Viveros. Department of Zoology, University of Florida, Gainesville, Florida. 12pp.
- Munda, G. 2006. Social multicriteria evaluation for sustainable economy. Universidad Autónoma de Barcelona, España. 207pp.
- Parkinson, R. W., R. Brantly, 2000. Taller sobre Monitorización Física: Resultados y Resumen 37pp.
- Platónov, A. 2002. Aplicación de imágenes de satélite SAR en los estudios de contaminación marina y de dinámica de las Aguas en el mediterráneo noroccidental, Universidad Politécnica de Cataluña Departament d' Enginyeria Hidráulica, Marítima y Ambiental Programa de Ciencias del Mar (UPC/UB/CSIC) 138 pp.

- Prezas, B., C.A. Pereira, S. P. Fragoso, P.R. Herrera, 2006. Analisis de la relación entre el tamaño del grano de arena y selección del sitio de anidación de las tortugas marinas caguama (*Caretta caretta*) y blanca (*Chelonia mydas*). Universidad de Quintana Roo. 2pp.
- Richardson, J.I. 2000. Prioridades para los Estudios sobre la Biología de la Reproducción y de la Anidación. Generalidades. Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Impreso por Consolidated Graphic Communication, Blanchard, Pennsylvania USA. 265pp.
- Vernet P.P., A.A. Ortiz, s.f., Evaluacion Preliminar de las Poblaciones de Tortugas Marinas Presentes en el Archipiélago Los Testigos. PROVITA Y Grupo de Trabajo en Tortugas Marinas de Nueva Esparta (GTTM-NE). 89pp.
- Vidal, G. 2004. Aplicación de criterios ambientales al equipamiento del hospital de santa Caterina: análisis multicriterial. XXII Seminario de Ingeniería Hospitalaria, Congreso Nacional. AEIH. 5pp.
- Wagner, L. S. 2004. La toma de decisiones en sistemas complejos y contextos de incertidumbre. Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales 2(2): 8pp.
- Witherington Blair E. 2000, Reducción de las amenazas al hábitat de anidación. Reducción de Amenazas. Técnicas de investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. UICN/CSE grupo especialista en tortugas marinas publicación No4. 265pp.

## CITAS INTERNET

David P. Stern. 2004. La tangente. (En línea). Consultado el 15 de Marzo del 07, disponible en: [www.phy6.org/stargaze/Sstern.htm](http://www.phy6.org/stargaze/Sstern.htm)

Ecotours de México, 2008. Información bibliográfica de tortugas marinas (En Línea), MX. Consultado 05 mayo 2009. Disponible en: [http://www.ecotoursvallarta.com/espanol/bio\\_tortugas.php](http://www.ecotoursvallarta.com/espanol/bio_tortugas.php)

Fitz, G. T., 2004. Tortugas y turistas en la playa. (En línea) consultado: 09 abril 2009 Disponible en: <http://www.cec.org/trio/stories/index.cfm?varlan=espanol&ed=14&ID=160>

Fundación Keto © 2006 - 2008 AMENAZAS

Greenpeace México, (s. a. p.) Tortugas (En línea), Mx. consultado: 18 febrero 09, disponible en: <http://www.greenpeace.org/mexico/campaigns/oceanos/tortugas-marinas>

Instituto Argentino de Buceo. 2001. Secretos del Mar. El Sexo de las Tortugas Marinas (En línea). consultado 21 octubre 07, disponible en: <http://www.barrameda.com.ar/secretos/tortuma2.htm>

Jesús Tomás. 2000. Tortugas Marinas Generalidades (En línea). Consultado el 05 de mayo 07, Disponible en: <http://www.cetaceos.com/tortugas-intro.htm>

Marcano, J. s.f. Las Tortugas Marinas. Amenaza a las tortugas marinas (en línea). RD. Consultado el 20 feb. 2009. Disponible en: <http://www.jmarcano.com/biodiverso/endanger/tortuga/amenaza.html>

STRI. Oficina de Educación, (s. f.) Programa de educación Ambiental Marino del STRI ¡Salvemos a la Tortuga Carey! (En línea), PAN. Consultado el 20 feb. 2009. Disponible en [http://striweb.si.edu/PDFs/culebra\\_education\\_esp/salvemos\\_a\\_la\\_tortuga.pdf](http://striweb.si.edu/PDFs/culebra_education_esp/salvemos_a_la_tortuga.pdf).

## COMUNICACIÓN PERSONAL

M. Sc.: Oscar Wilfredo Paz Quevedo, 2006. Especialista en vida Silvestre y Gestión Ambiental.

Celina Dueñas, 2006. Técnica y encargada del área de reptiles del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tortugeros encuestados de la playa Barra de Santiago

José Israel Girón Marroquín; Humberto Arévalo; Samuel González Mejía; José Dolores López; Mario Rodríguez; Cleto Guerra Lara; José Antonio Silva; Santiago Hernández; María Carmen Núñez Rivera; Eufemio Avilés Pineda; Miguel Angel Villalobos García; Victor Manuel Olla; Roberto Soriano; Julio Cesar Olla Avilés; Pablo Antonio Lara; Juan Pérez Castillo; Ruth Griselda Durán; Heriberto Najera; Luis Jhovany Jolgar; José David Menjívar Torres; Abel Soriano; Rolando Antonio Rauda Ruíz; Mateo Cornejo; Lorenzo Ismael Orellana Pacheco; Erasmo de Jesús Duarte Dueñas.

Tortugeros encuestados de la playa San Diego

José Roberto Alvarado Andrade; Freddy Alvarado Guzmán; Joaquín Escalante Sorto; Jose Antonio Benavides; José Germán Grande Gómez; José Pablo López Jiménez ; Jorge Alberto Sánchez Vásquez; José Camilo Sosa; Juan Vicente Cabrera; José Javier Ventura García; Rafael Antonio Vásquez Mendoza; Manuel Ernesto García Orantes; Jorge Alberto Caballero Saavedra; José Prudencio Alfaro Amaya; Juan Carlos Lemus Castillo; Francisco Alexander Valladares; Daniel Antonio Vásquez Alfaro; Jorge Alberto Orellana ; Juan Miguel Gómez García; José Isabel Flores Orellana; Rolando Antonio Gonzalez Peralta; Manuel de Jesús Alfaro Amaya; José Antonio Méndez Calixto; Oscar Alexander López Pérez; Viviana Paz.

Tortugeros encuestados de la playa El Amatal

Antonio Chavarría Navarro; Armando Gilberto Cordero Godínez; Carlos Alberto Rosales Valle; Carlos Alcides Menjivar; Emigdio Lovato; Gonzalo Flores Sánchez; Israel Polio; Jaime David Escamantes Orantes; Jorge Alberto Contreras Martínez; José Aníbal Rosales del Valle; José Lorenzo López Escobar; José Nelson Hernández Buendía; Manuel Antonio Portillo Grande; Mauro Ángel Álvarez Jiménez; Miguel Ángel Aquino Aquino; Oscar Armando González; Porfirio Godínez; Porfirio Santos Guzmán; Ricardo Hernández Buendía; Santos Julio Alvarado Rivas; Elmer Ulico Sandoval Rivera; Alexander Alfaro Cañas; Juan Antillón Granados; Pedro Aguilar; Santos Nagraños; Juan Inés Guevara Trejo.

Tortugeros encuestados de la playa Toluca

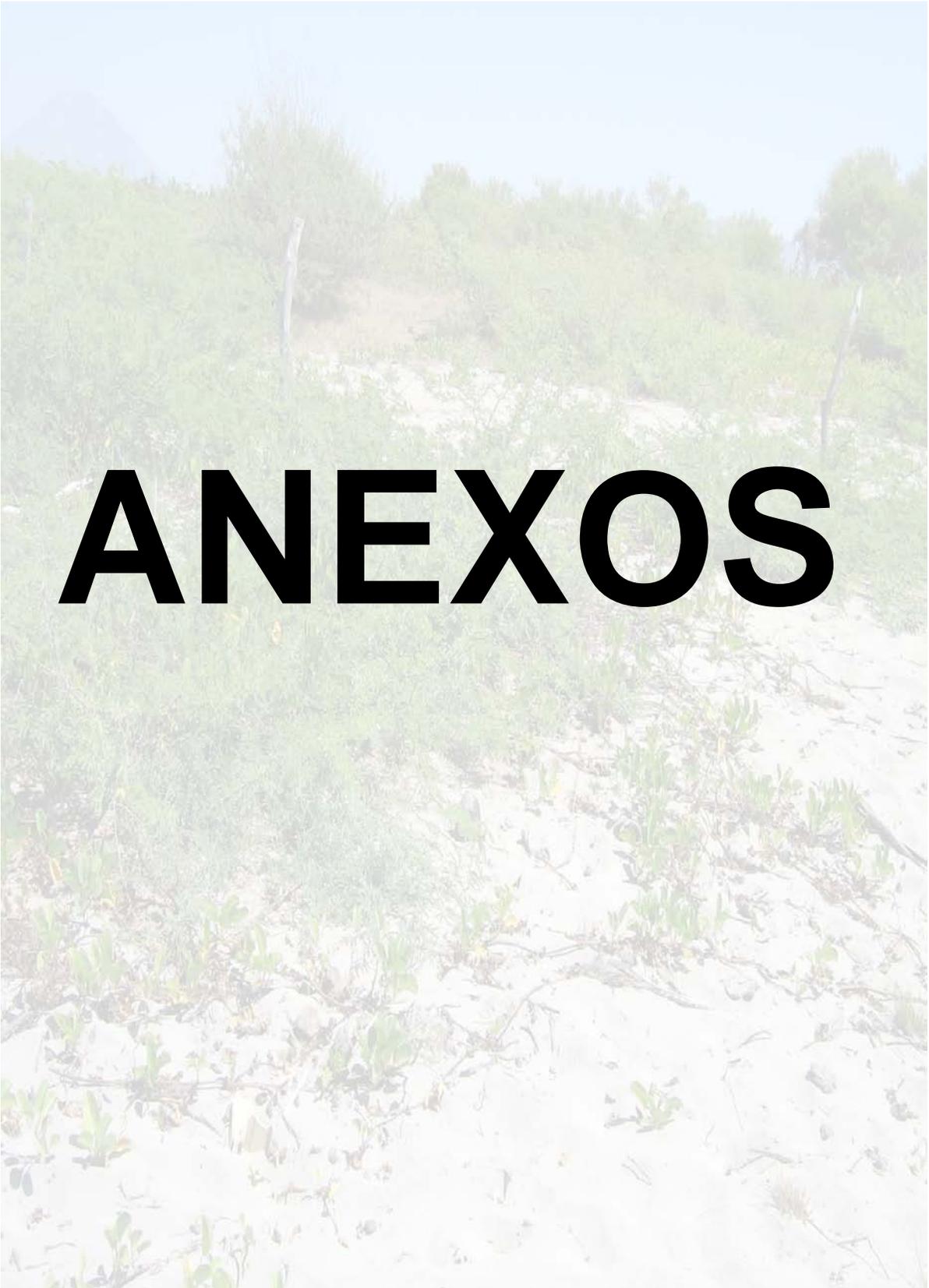
Alfonso Lobos Amaya; Ana del Carmen Chavarría; Ana del Carmen Rivas Galdámez; Andrés Benavides Burgos; Antonio García; Arnoldo Bonilla Cortés; Arturo Armando Aquino González; Aurelio Andrés Morales; Balbino Isau Trejo Guevara; Carlos Antonio Aquino Pérez; Carlos Antonio Rivas Romero; Carlos Enrique Mena Carrillo; Daniel Eliseo Ramírez; David Zelaya Velásquez; Edith Noé Díaz; Edwin Alexander Portillo Mena; Efraín Cruz Díaz; Efraín López; Eliseo Alberto Campos; Elizabeth de Jesús Aguilar Campos; Elmer Alexander Díaz de León; Elmer Ulico Sandoval Rivera; Felipe Santos Gómez Portillo; Jorge Alberto Rodríguez; Miguel Ángel Díaz.

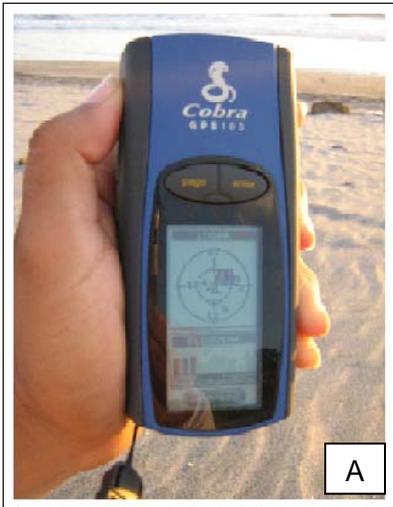
Tortugeros encuestados de la playa Isla San Sebastián

Carlos Mario Venegas; Carlos Mario Mejía Melara; Daniel Antonio Merlo; Edgar Antonio Chavarría; Exón Vladimir Batres; Ismael Alberto Granados Chavarría; Jhonny Antonio Batres Cruz; José Adalberto Perdomo; José Álvaro Perdomo Ruíz; Gustavo Dimas Ruíz; Guadalupe de Jesús Granados; Ana Edilia Granados; José Elías Vanegas Rodríguez; José Medardo Lobos Perdomo; José Ovidio Perdomo Nieto; Manuel Ovidio Chavarría Perdomo; José Ramón Soriano Maravilla; Marcos Abraham Chavarría; Rudi Antonio Ayala; José Guillermo López; José Humberto Avalos; José Ismael Peña Franco; José Ramón Soriano; Juan José Franco; Omar Alexander Batres.

Tortugeros encuestados de la playa Ceiba Doblada

Rafael García Claros; Reyes Manuel Valdés Granados; Adán Bernal Díaz; Julio Antonio Cañas Ruíz; José Félix Ramírez; Víctor Manuel Aguirre; José Isidro Zelaya Ángel; Lucio Ramírez Bonilla; Gregorio Barahona; Félix Antonio Bautista Castillo; Fredis Antonio Campos García; Juan Antonio Rodríguez Orellana; Natividad de Jesús Aguirre Inglés; Juan Pablo Mejía Amaya; Hernán Antonio Hernández Basurto; Pastor Efigenio; Wilfredo Valencia Menjivar; David Ezequiel Cañas Rivera; Juan Pablo Cañas Rivera; Pedro Rivera Ayala; Pablo Ramírez; Adán Nahun Díaz Ramírez; Federico Meléndez; Rene Aparicio Merino; Juan Alvarado.

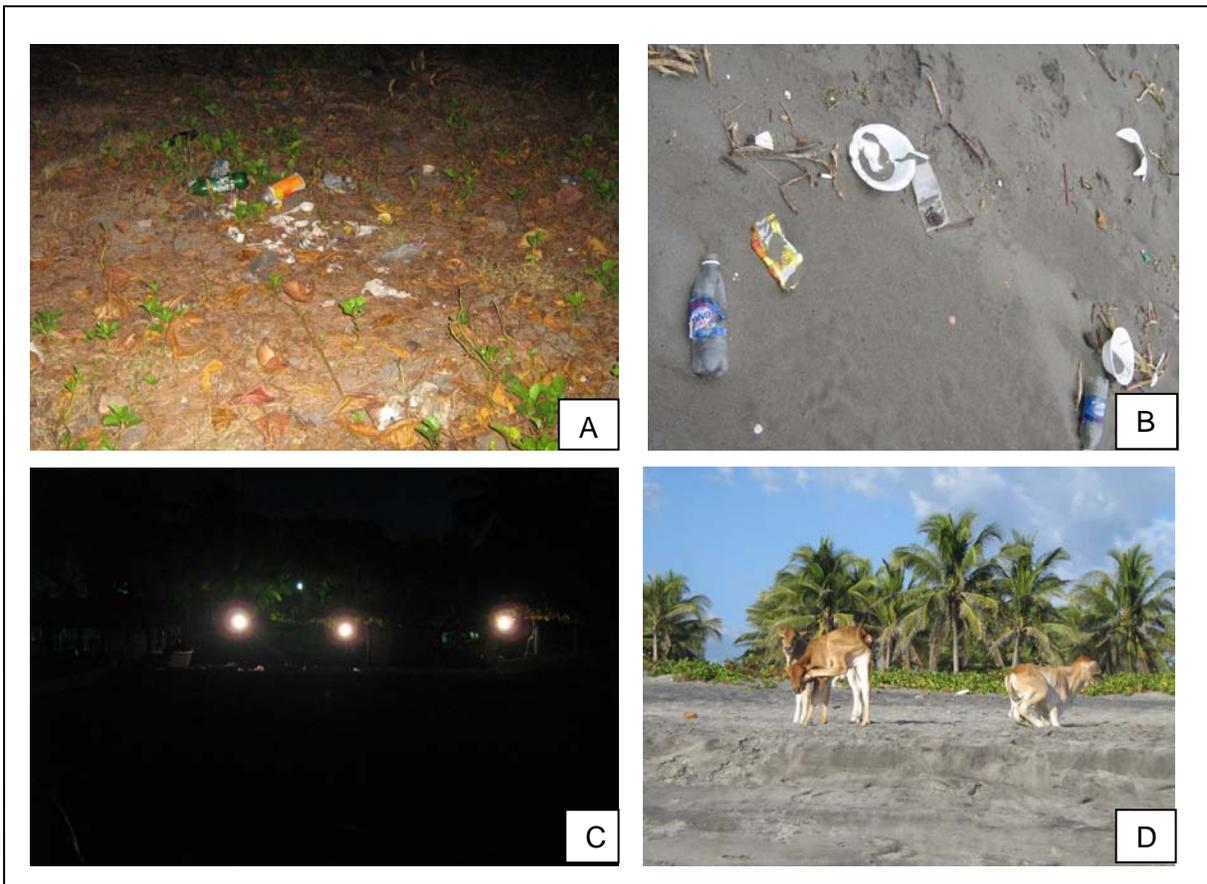




Anexo 1: Instrumentos utilizados para calificar las diferentes playas de anidación: A) GPS; B) Acetato para la silueta proyectada; C) Tabla de 3mts. de altura; D) Puntero láser para la inclinación



Anexo 2: Diferentes infraestructuras presentes en las seis playas en estudio, A) y B) Viviendas; C) Ranchos; D) Embarcaderos.



Anexo 3: Diferentes tipos de contaminantes encontrados en las seis playas en estudio, A) y B) Desechos Sólidos; C) Lumínica; D) Otros.



Anexo 4: Diferentes tipos de componentes naturales presentes en las seis playas de anidación de las tortugas marinas, A) Arbustiva; B) Herbácea; C) y D) Arbórea.