UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

Programa interpretativo del ecosistema marino de la Isla Quiribrí (Uvita), Limón

Proyecto de Graduación para optar por la Licenciatura en Interpretación Ambiental

Natalia Barrantes Rojas

Julio 2010

Programa interpretativo del ecosistema marino de la Isla Quiribrí (Uvita), Limón

Tribunal examinador

Dra. Virginia Solís Alvarado
Decana de la Facultad de Ciencias
Presidenta del Tribunal Examinador

Dra. Helena Molina Ureña
Directora del Proyecto de Graduación

M. Sc. Marisol Mayorga Castro
Integrante del Comité Asesor

M. Sc. Ana Fonseca Escalante
Integrante del Comité Asesor

Dr. Jorge Cortés Núñez
Miembro del Tribunal Examinador

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

© 2010
Natalia Barrantes Rojas
Todos los Derechos Reservados

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de muchas personas con sus múltiples aportes de apoyo, tiempo, conocimientos, amor, esperanza, motivación y recursos.

Agradezco primero a Dios por enrumbarme en este camino tan emocionante y no dejarme caer nunca.

A mi familia por su invaluable apoyo, sin ellos este trabajo no hubiera sido posible. A mi hija, Shanti, todo mi esfuerzo es para que puedas disfrutas y conocer la naturaleza que yo he aprendido a amar. A mi compañero Mau, por toda su paciencia y dedicación para ayudarme con el proyecto. A mis padres por su infinita fe y colaboración, a Luis Diego por sus comentarios y puntos de vista de un niño. A Lorena, por ayudarme a encontrar tiempo para trabajar.

A mis profesores por su constante dedicación, por todas sus horas de trabajo altruista: Helena Molina, Marisol Mayorga y Ana Fonseca. Así como todos los que me inspiraron y compartieron su conocimiento durante mi formación. En especial a John Kohl.

A mis colegas Eva Salas por su invaluable aporte en las giras, y a Raquel Romero por sus conocimientos de SIG.

A las personas de Limón por creer en mi proyecto: Minor, Randal, María Isabel Araya y don Juan.

Al CIMAR por el préstamo de los tanques de buceo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL v
ÍNDICE DE FIGURAS viii
ÍNDICE DE CUADROS ix
RESUMEN x
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 1
1.1 Justificación del tema 1
1.1.1 Descripción del sitio 1
1.1.3 Administración actual 2
1.1.4 Estado de manejo de la Isla Quiribrí 3
1.1.5 Proyectos u objetivos municipales para el sitio 4
1.2 Planteamiento del problema 4
1.2.1 Objetivos 5
1.3 Alcances 6
1.3.1 Contribución de este estudio 6
1.3.2 Proyecciones 6
1.3.4 Delimitaciones 7
1.4 Antecedentes 7
1.4.1 Estado de conservación de la Isla Quiribrí y sus recursos 7
1.4.2 Estudios previos de la zona 11
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 13
2.1 Interpretación ambiental 13
2.2 Turismo en Costa Rica 14
2.3 Arrecifes coralinos 14
2.4 Arrecife de la Isla Quiribrí 14
2.5 Planeamiento de uso público 15
2.5.1 Límites de Cambio Aceptable 15

2.5.2 Espectro de Oportunidades Recreativas 16
2.5.3 Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos 17
2.5.4 Zonificación por condición 18
2.5.5 Indicadores de salud del arrecife 19
CAPÍTULO III METODOLOGÍA 21
3.1 Sitio de estudio 21
3.2 Clasificación de la investigación 21
3.3 Instrumentos utilizados 22
3.4 Fuentes de información 23
3.5 Metodología según cada objetivo 25
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 40
4.1 Objetivo 1. Definir indicadores de salud del arrecife, que sirvan como base de comparación de Límites de Cambio Aceptable (LAC) para futuros monitoreos y ayude a la toma de decisiones en su manejo. 40
4.2 Objetivo 2. Definir los parámetros de cambio adaptados para el arrecife de la Isla y las técnicas de mitigación con base en la Teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC). 53
4.2.1 Detección de las preocupaciones y las amenazas del área de estudio 53
4.2.2 Definición y descripción las clases de oportunidades recreativas 54
4.2.3 Inventario de los recursos existentes y las condiciones sociales 60
4.2.4 Selección de los indicadores de los recursos y las condiciones sociales y especificación de estándares para cada uno. 60
4.3 Objetivo 3. Crear un mapa de hábitat marino de la Isla por medio de Sistemas de Información Geográfica. 66
4.3.1 Clasificación de hábitat 66
4.4 Objetivo 4. Proponer una zonificación por condición basada en las oportunidades recreativas, el potencial interpretativo y el estado de salud del ecosistema 69
4.4.1 Evaluación del potencial interpretativo 69
4.4.2 Análisis de la zonificación 71
4.5 Objetivo 5. Proponer una planificación interpretativa del arrecife, que permita al público aprender sobre su fragilidad, el impacto de sus actividades y cómo mitigarlas. 75
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76
GLOSARIO 81
BIBLIOGRAFÍA 85
ANEXOS 90

Anexo 1. Esquema de la ubicación del emisario submarino. Tomado de Carvajal (2004). 90

Anexo 2. Encuesta a visitantes de la Isla Uvita..... 91

Anexo 3. Inventario del Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (WROS) aplicado a la Isla Quiribrí. 92

Anexo 4. Plan interpretativo de la Isla Quiribrí. 96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la Isla Quiribrí. Elaborado por Natalia Barrantes, 2010. 2
Figura 2. Infraestructura de la Isla Quiribrí. Fuente: Digitalización de imagen Hymap y puntos tomados con GPS durante el proyecto. 3
Figura 3. Modelo conceptual de las amenazas sobre la Isla Quiribrí. 11
Figura 4. Pasos para definir los parámetros de cambio según Stankey *et al.* (1991). 29
Figura 5. Distribución de la Isla en zonas para aplicar el inventario del Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (WROS). 31
Figura 6. Diagrama de flujo para el procesamiento de la imagen Hymap. Basado en la metodología de Fonseca *et al.* (2010). 35
Figura 7. Distribución del ambiente marino de la Isla en tres sectores para analizar el potencial interpretativo. Fuente: Digitalización de imagen Hymap y puntos tomados con GPS durante el proyecto. 37
Figura 8. Distribución y frecuencia de los principales grupos de peces de la Isla Uvita, a partir de las observaciones realizadas en octubre de 2009. 52
Figura 9. Distribución y frecuencia de los grupos tróficos de las especies calves de peces de la Isla Uvita, a partir de las observaciones realizadas en octubre de 2009. 52
Figura 10. Mapa de hábitats marinos de la Isla Quiribrí utilizando imagen Hymap del 2005. 67
Figura 11. Mapa de atractivos turísticos. Producto de los datos tomados durante los buceos de manta. Elaborado por Natalia Barrantes, 2010. 68
Figura 12. Mapa de la zonificación por condición actual. 72
Figura 13. Mapa de la zonificación por condición ideal. 72
Figura 14. Mapa de ubicación, zonificación y descripción de las oportunidades recreativas. 73
Figura 15. Ubicación de los sitios fijos de anclaje propuestos. 75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Instrumentos utilizados para medir las diferentes variables de la investigación..... 24
Cuadro 2. Actividades realizadas durante las giras de campo a la Isla Quiribrí..... 25
Cuadro 3. Metodología para la toma de datos de los indicadores de salud del arrecife. Una descripción de los indicadores puede encontrarse en el Glosario. 26
Cuadro 4. Matriz utilizada para evaluar el potencial interpretativo del arrecife. Adaptada del Manual de Interpretación Ambiental del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM 2005). 38
Cuadro 5. Datos base para los indicadores de salud del arrecife. 42
Cuadro 6. Estadísticas para las especies de coral encontradas durante la aplicación de la metodología de AGRRA. 43
Cuadro 7. Lista de especies de peces reportadas para la Isla Quiribrí en los años 1998, 2006 y 2008-2009 (durante este proyecto). 44
Cuadro 8. Perfil de los visitantes (n=63) de la Isla Quiribrí, según la encuesta aplicada entre el 16 y 18 de mayo del 2009. 55
Cuadro 9. Resultado del inventario de las oportunidades recreativas actuales de cada sector de la Isla Uvita. 58
Cuadro 10. Inventario de los recursos presentes en la Isla..... 60
Cuadro 11. Resumen de los Límites de Cambio Aceptables (LAC) para el ecosistema marino de la Isla. 64
Cuadro 12. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 1. 69
Cuadro 13. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 2. 70
Cuadro 14. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 3. 70
Cuadro 15. Actividades sugeridas para cada sector..... 74
Cuadro 16. Coordenadas de los sitios de anclaje propuestos en grados decimales..... 75

RESUMEN

Este proyecto de graduación propone la planificación interpretativa del arrecife coralino de la Isla Quiribrí (Isla Uvita), Limón, Costa Rica, Monumento Nacional desde 1985. El sitio de 11,07 hectáreas se ubica a 1,4 km al este de Puerto Limón, coordenadas 10º 50´ N y 83º 05´O. El objetivo de este trabajo es proponer un plan de interpretación ambiental marino de la Isla Quiribrí, que permita a los diferentes usuarios conocer la fragilidad del arrecife y el impacto de sus actividades cotidianas sobre éste. Para lograrlo se utilizaron teorías, metodologías, manuales y herramientas transdisciplinarias, e.g., los indicadores de salud del Sistema del Arrecife Mesoamericano (SAM), la metodología de monitoreo del arrecife del Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA), la teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC por sus siglas en inglés), la zonificación por condición del manual de manejo de uso público del Centro de Patrimonio Mundial (UNESCO) y los Sistemas de Información Geográficos (SIG). Los resultados indicaron que el lugar es visitado por especies amenazadas como las tortugas verde (*Chelonia mydas*) y carey (*Eretmochelys imbricata*), y es sitio de anidación del ave acuática *Sula leucogaster*. En la parte sur de la Isla se encuentra un arrecife coralino caracterizado por su diversidad de sustratos, que incluye camas de esponjas, colonias coralinas de *Diploria* spp. y *Siderastea siderea* de más de 2 m de diámetro y las colonias de *Acropora palmata* de mayor tamaño en el Caribe sur de Costa Rica, además de cavernas submarinas a 10 m de profundidad y donde habitan al menos 96 especies de peces arrecifales. Los arrecifes muestran altos niveles de salud (e.g., diversidad de coral H´ 1,61, proporción de coral:algas 3:1, cobertura de coral vivo 12,9%±8,4 significativamente parecido al 16,89%±9,46 de Cahuita en el 2004). Este estudio integra fundamentos de ciencias básicas con ciencias sociales, aplicables al manejo y la conservación de los recursos naturales marinos y a los usuarios, además de ser pionero en el país en utilizar Límites de Cambio Aceptable en hábitats marinos. Los productos incluyen una línea de base sobre 15 indicadores de salud del arrecife bajo cinco categorías en dos ejes: (1) Estructura del arrecife (biodiversidad y estructura de la comunidad), y (2) Función del arrecife (condición coralina, herbivoría y reclutamiento), mapas de hábitats del arrecife, una propuesta de zonificación por condición para el manejo adecuado de visitantes, una lista de seis parámetros de cambio aceptable y sus correspondientes acciones de mitigación y manejo, y una propuesta de plan interpretativo del ecosistema marino. Esta práctica dirigida viene a llenar el vacío con respecto a la interpretación ambiental de arrecifes coralinos, tanto en la Isla como en el país, y está dirigida hacia los administradores del área como apoyo para toma de decisiones, y para sentar las bases de futuros proyectos de zonificación y monitoreo.

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación del tema

Este proyecto de graduación propone la planificación interpretativa del arrecife coralino de la Isla Quiribrí (Isla Uvita), Limón, Costa Rica. La decisión de realizarlo surge con la voluntad de aportar al rescate y manejo del ecosistema marino de la Isla debido a su importancia biológica, y que está siendo amenazado bajo diversas situaciones, que ponen en peligro su sobrevivencia. Además se sugieren recomendaciones para ayudar a resolver las necesidades de manejo que plantearon la Municipalidad de Limón y la declaratoria de Monumento Nacional en 1985, las cuales proponen que la Isla se convierta en un espacio para la recreación, educación, disfrute e investigación científica, preservando su flora, fauna y valor histórico.

1.1.1 Descripción del sitio

La Isla Quiribrí, conocida como Isla Uvita, se sitúa en las coordenadas 9º59´30”N y 83º00´41”O, a 1,4 km. en dirección este de Puerto Limón (Figura 1). Con un área total de 11,07 hectáreas, su mayor elevación es de 18 m.s.n.m y su suelo está conformado por calizas arrecifales y arcillas debido a que es un arrecife fósil (Loría-Díaz 2004). El arrecife coralino bordea toda la isla, pero su cobertura es muy poca en el lado noroeste debido al fuerte oleaje. Su arrecife está caracterizado por una diversidad de sustratos. En la parte este se encuentra una extensa plataforma carbonatada con micro atolones y dos crestas de 5 m de largo construidas por gusanos vermétidos, algo nunca antes visto en Costa Rica (Cortés & Jiménez 2003). Además cuenta con cavernas submarinas a 10 m de profundidad (Gamboa 1998.). Dentro de su comunidad béntica destacan las extensas camas de esponjas, las colonias de *Diploria* spp, *Siderastrea siderea* y de *Acropora palmata* de gran tamaño (obs.per.), las cuales forman parte de las 18 especies de corales escleractinos reportados para el sitio (Cortés & Guzmán 1985)

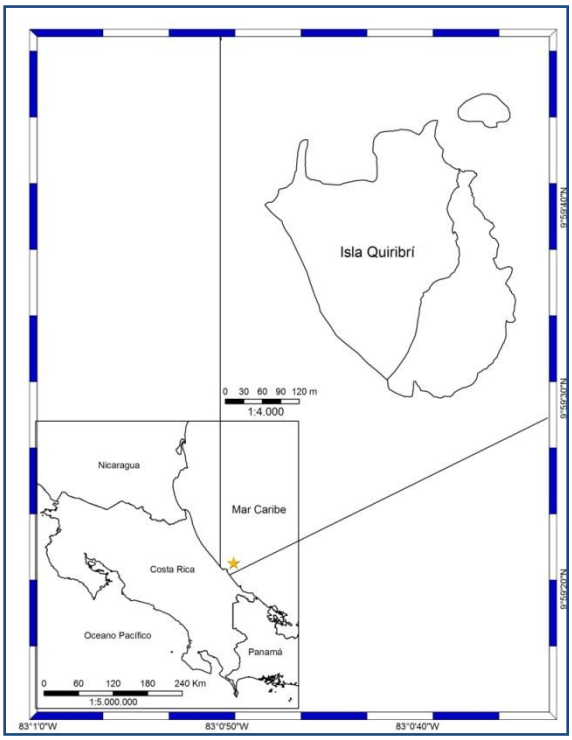


Figura 1. Mapa de ubicación de la Isla Quiribrí. Elaborado por Natalia Barrantes, 2010.

La Isla se encuentra amparada por la Ley Marítimo Terrestre no. 6043, donde se estipula que la zona marítima terrestre es patrimonio nacional, pertenece al estado y es inalienable e imprescriptible. Por lo tanto, es competencia de la Municipalidad tomar decisiones en cuanto al desarrollo, el uso y el aprovechamiento de dicha zona. Además, se establece que la municipalidad deberá atender directamente el cuido y conservación de dicho sitio, incluyendo sus recursos naturales (Roca *et al.* 2006). Este sitio fue declarado Monumento Nacional el 26 de septiembre de 1985 mediante el decreto ejecutivo No. 16542-c, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 183 con el fin de preservar su flora, fauna y valor histórico, así como promover actividades educativas, recreativas y científicas.

1.1.3 Administración actual

Desde 1964, existía un convenio entre la Municipalidad de Limón y la Junta Administrativa y Portuaria para el Desarrollo de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), para el uso de la Isla Quiribrí bajo la responsabilidad de JAPDEVA. Este acuerdo se debió a que la Municipalidad carecía en ese entonces de recursos para el mantenimiento y desarrollo de la Isla. En el 2008 el convenio caducó, y a partir de ese momento la Municipalidad de Limón retomó la administración de la Isla.

1.1.4 Estado de manejo de la Isla Quiribrí

En términos de infraestructura, la Isla cuenta con una casa para el guarda, un salón de visitantes, área para acampar, un faro, un muelle sin terminar, varios miradores y dos senderos terrestres: uno perimetral de 675 m de largo y otro de 216 m que la atraviesa por la zona central hasta llegar al faro (Roca *et al.* 2006), (Figura 2). En cuanto al personal que labora en la Isla, actualmente sólo hay un guarda, quien vive en el sitio y se encarga de las tareas de limpieza, seguridad y atención a visitantes.

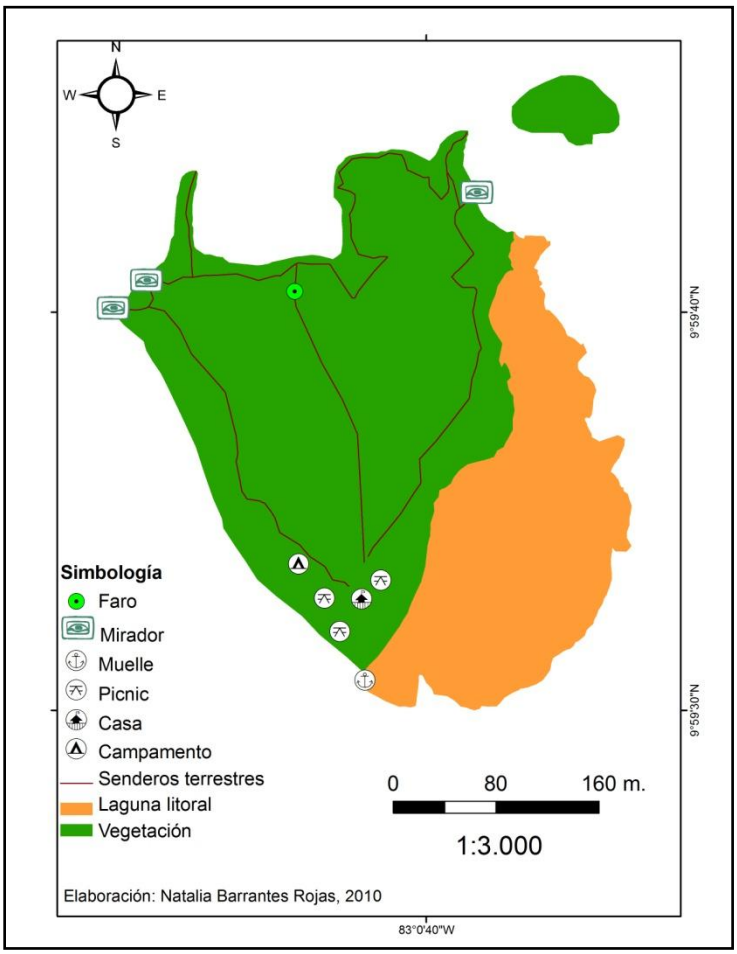


Figura 2. Infraestructura de la Isla Quiribrí. Fuente: Digitalización de imagen Hymap y puntos tomados con GPS durante el proyecto.

En cuanto a documentación, existen diversos intentos realizados para colaborar con el manejo de la Isla. Barquero (1999) diseñó un plan de manejo, el cual se enfoca básicamente a la parte terrestre. Así mismo, Pérez (2003) propuso la interpretación de un sendero autoguiado que no se concretó. Loría-Díaz (2004) propuso un ordenamiento biofísico para

la capacidad de carga y zonificación del sitio y Pereira (2006) propuso un plan de manejo de los recursos costeros que tampoco se llevó a cabo. También existen dos estudios de impacto ambiental previos a la creación del emisario submarino (Gamboa 1998, Brenes 1999), una evaluación ecológica rápida (Sierra y Chacón 2003) y un estudio de capacidad de carga turística para la zona terrestre de la Isla (Roca *et al.* 2006).

Sin embargo, ninguno de estos planes se ha implementado, la mayoría de ellos son específicamente terrestres y la propuesta de Pereira (2006) indica que son necesarios el monitoreo y la zonificación, pero no profundiza en cómo se llevará a cabo.

1.1.5 Proyectos u objetivos municipales para el sitio

Actualmente, la Municipalidad de Limón está impulsando el Proyecto de Desarrollo Integral de Limón Ciudad Puerto, en el que participan diversas instituciones como el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), el Ministerio de Salud, Acueductos y Alcantarillados y el Banco Mundial. Este es un proyecto muy amplio que abarca la remodelación de ciertos sitios dentro del casco histórico de la Ciudad de Limón, como lo son la antigua estación de trenes; la reparación de calles de ciertos lugares; el mejoramiento del alcantarillado público, el tratamiento de aguas negras; y la inversión en la Isla Quiribrí. En una consultoría realizada por Roca *et al.* (2006), se propone la implementación en la Isla de un proyecto integral que rescate los valores ecológicos, históricos, culturales, educativos y científicos del sitio. La Municipalidad de Limón tiene interés en desarrollar un proyecto ecoturístico en la isla, que cause el menor impacto posible a los recursos naturales, pero que sirva como un destino atractivo para los visitantes (Comisión de Turismo, com. per.).

1.2 Planteamiento del problema

Con base en las necesidades y deficiencias planteadas, con respecto al adecuado manejo de los recursos de la Isla Quiribrí, así como las proyecciones de uso público propuestas por los administradores del sitio, surgen las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es el estado de salud en el que se encuentra el arrecife de la Isla actualmente?
2. ¿Cuáles parámetros deberían considerarse para minimizar el impacto de los visitantes sobre los recursos de la Isla?

3. ¿Son los Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos una herramienta útil para el diseño de espacios de uso público?

4. ¿Cuáles herramientas podrían utilizarse para regular actividades e informar y prevenir impactos futuros de los usuarios sobre el arrecife?

5. ¿Cómo puede la interpretación ambiental ayudar a resolver las necesidades municipales de uso turístico y conservación de recursos y a su vez utilizar los recursos de la Isla para transmitir un mensaje de conservación?

Para resolver estos planteamientos, se proponen los objetivos del presente proyecto de graduación:

1.2.1 Objetivos

General

Proponer un plan de interpretación ambiental marino de la Isla Quiribrí, que permita a los diferentes usuarios conocer la fragilidad del arrecife, y controlar el impacto de sus actividades cotidianas sobre éste.

Específicos

1. Definir algunos indicadores de salud del arrecife, que sirvan como base de comparación de Límites de Cambio Aceptable (LAC, por sus siglas en inglés) para futuros monitoreos y que ayuden a la toma de decisiones en su manejo.
2. Definir los parámetros de cambio adaptados para el arrecife de la Isla Quiribrí y las técnicas de mitigación con base en la Teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC).
3. Crear un mapa de hábitats marinos de la Isla Quiribrí por medio de Sistemas de Información Geográfica.
4. Proponer una zonificación por condición, basada en las oportunidades recreativas, el potencial interpretativo y el estado de salud del ecosistema
5. Proponer una planificación interpretativa del arrecife, que permita al público aprender sobre su fragilidad, el impacto de sus actividades y cómo mitigarlas.

1.3 Alcances

1.3.1 Contribución de este estudio

Esta práctica dirigida viene a llenar el vacío con respecto a la interpretación y manejo de uso público relacionado con arrecifes coralinos, tanto en la Isla Quiribrí como en el país. Adicionalmente, se prevé que la ejecución de la propuesta incrementará la visitación de la Isla y generará fuentes de empleo para las personas locales, entre ellos los guías de la comunidad.

Además, se generó un mapa de hábitats del arrecife y zonificación del área para el manejo adecuado de visitantes, de gran utilidad para los administradores de la isla, para futuros proyectos de zonificación y monitoreo. Este proyecto es pionero en el país en utilizar Límites de Cambio Aceptable en zonas marinas, generando información valiosa que posteriormente se podría utilizar en otras áreas protegidas. Además implementa el uso de indicadores de salud para los arrecifes (propuestos por protocolos de evaluación de arrecifes como AGRRA y SAM), en el manejo de uso público y la toma de decisiones. Por esta razón, el proyecto de graduación y el plan interpretativo servirán como estudio de caso para los cursos de esta licenciatura y como ejemplo para futuros proyectos de graduación.

El diseño de este proyecto combina fundamentos de ciencias básicas con ciencias sociales para lograr un objetivo integrado, aplicable al manejo y la conservación de los recursos naturales y a los usuarios. Al agregarle una aplicación social a la biología, el producto tiene un valor agregado mayor del que tendría si fuera solamente un estudio biológico.

Las capas de datos creadas durante este proyecto: distribución de especies y organismos, cobertura del coral, el mapa de hábitats y el mapa de la Isla, serán entregadas al departamento del SIGMar del Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR) de la Universidad de Costa Rica, para contribuir a la expansión de su base de datos y para su utilización en futuros proyectos.

1.3.2 Proyecciones

La meta principal de este proyecto es proteger el ecosistema marino de la Isla Quiribrí, al mismo tiempo que se genera un espacio atractivo para los turistas, que promueva la visitación a la Isla. Como valor adicional a su visita, los turistas podrán aprender sobre los impactos de su vida diaria en ecosistemas como los arrecifes coralinos. Además se busca

concienciar a la población limonense sobre temas importantes para la comunidad, tales, como el manejo de residuos y las amenazas a los recursos naturales, que son la fuente de empleo para muchos de ellos.

Con el monitoreo del arrecife, se pretende adaptar los indicadores propuestos para el Arrecife Mesoamericano al Caribe costarricense, lo cual servirá como base para futuros estudios y planes de manejo en la región.

Además se pretende aconsejar a las entidades encargadas de la Isla sobre el manejo óptimo de los visitantes, con el fin de preservar los recursos y minimizar el impacto que el turismo genere en dicho lugar. Los resultados y recomendaciones que se generen de esta práctica dirigida, irán en beneficio de la Municipalidad de Limón y van a contribuir con el proyecto al desarrollo de la Isla.

1.3.4 Delimitaciones

Para desarrollar esta práctica dirigida se dispuso de tres semestres, una vez aprobado el anteproyecto. Además, la tesiaria contó con la ayuda de tres asistentes para el trabajo de campo. Los materiales para el diseño e implementación del proyecto incluyeron: el equipo de buceo, GPS, Imagen Hymap de la zona.

Dentro de las limitaciones encontradas durante el proceso de recolección de datos se hallan la poca colaboración y falta de interés por parte de la Municipalidad de Limón, la falta de un sitio cercano para recargar los tanques de aire de buceo, y problemas de logística con los capitanes de los botes. Los datos de campo no pudieron ser recolectados en su totalidad debido a un conflicto de intereses con diversos usuarios de la Isla que no permitieron que se continuara y completara la recolección de algunos datos del proyecto.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Estado de conservación de la Isla Quiribrí y sus recursos

1.4.1.1 Importancia biológica

Según Gamboa (1998), el arrecife de la Isla presenta “una diversidad poco usual para una zona tan alterada”. Se encuentra una abundancia de especies de peces de importancia comercial como los pargos, roncadores, macarelas y barracudas, y esta zona constituye un área importante para la crianza, protección y dispersión de estas especies. El lugar es

frecuentando por tortugas verdes (*Chelonia mydas*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) (obs. per.), las dos son especies amenazadas y están incluidas dentro del apéndice I de CITES ((Seminoff 2004, Mortimer y Donnelly 2008). Es sitio de anidación del ave acuática *Sula leucogaster* (piqueros). Tanto en el caso del arrecife de la Isla, como en el sistema de arrecifes de Costa Rica y Panamá, se deben tomar acciones para su conservación debido a su aislamiento, sus altos niveles de degradación y su extensión limitada (Salas *et al.* 2010).

1.4.1.2 Amenazas del sitio

Perturbaciones naturales

El terremoto ocurrido en Limón el 22 de abril de 1991, con magnitud de 7,5 en la escala de Richter, causó grandes desastres naturales, entre ellos el levantamiento de la costa Caribe sur. En la región de Limón, donde se ubica la Isla, el levantamiento fue entre 1,5 y 1,9 metros, mientras que en el resto de la costa hasta la frontera con Panamá fue de unos 50 cm. En Moín, Portete, Punta Piuta e Isla Quiribrí grandes extensiones de arrecife, plataformas rocosas y pastos marinos quedaron expuestos al aire y los organismos que habitaban allí murieron rápidamente (Cortés *et al.* 1994).

El cambio climático tiene diferentes consecuencias sobre el arrecife: El aumento en las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO_2), producto de la combustión de combustibles fósiles genera cambios en la química de la superficie del océano (Buddemeier *et al*. 2004) A mayor concentración de CO_2 en la atmósfera, mayor cantidad de CO_2 disuelto en la superficie del océano, lo que aumenta su acidez y disminuye la concentración de carbonato de calcio ($CaCO_3$) disponible para los corales y otros organismos marinos para construir sus esqueletos (Buddemeier *et al*. 2004). Por lo tanto un incremento en las emisiones de CO_2 limitarían la habilidad de los corales de crecer y de recuperarse de otras fuentes de estrés como el blanqueamiento (Buddemeier *et al*. 2004)

Al aumentar la cantidad de gases invernadero se produce el calentamiento global. Se estima que la temperatura de la Tierra ha aumentado entre 0,4 y 0,8° C desde el siglo XIX (Houghton *et al.* 2001), este incremento de la temperatura al igual que el fenómeno del Niño provocan el blanqueamiento de los corales. El cual se produce cuando aumenta la temperatura del agua durante varias semanas o cuando cambia la salinidad durante varios

días, provocando que los corales pierdan las zooxantelas y puede llevar a la muerte si persisten las condiciones ambientales adversas. (Cortés y León 2002). A raíz del calentamiento del agua causado por el fenómeno del Niño, en especial en 1982-83 y 1997-98, se dio un blanqueamiento masivo de los corales y otros organismos arrecifales (Jiménez 2001, Cortés y León 2002). Durante 1983 murieron muchos corales en ambas costas de Costa Rica. Por ejemplo, en la Isla del Caño murió la mitad de las colonias de corales, mientras en el Caribe las temperaturas variaron entre 29 y 23°C y se reportaron grandes mortalidades en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo y en Cahuita. La especie caribeña más afectada fue *Acropora palmata* (Cortés y Jiménez 2003).

La mortalidad masiva es un fenómeno natural que afecta al arrecife. El primer evento reportado para el Caribe fue en 1982, donde todas las poblaciones del abanico *Gorgona flabellum* murieron (Guzmán y Cortés 1984). A partir de 1995, las especies de *G. flavellum* y *G. ventalina* murieron en diferentes lugares alrededor del Caribe, debido al hongo *Aspergillus* sp. (Cortés y Jiménez 2003). En 1983 y en 1992, se reportaron mortalidades masivas del erizo negro *Diadema antillarum*. Las poblaciones se redujeron de 4 a 33 ind m^{-2} a 1 ind $100m^{-2}$, producto de la dispersión de un patógeno en las aguas (Cortés y Jiménez 2003), en el 2004 se mostraron signos de recuperación aumentando las poblaciones entre 3-7 ind $10m^{-2}$ (Alvarado *et al.* 2004).

Perturbaciones antropogénicas

La Isla Quiribrí tiene una categoría de manejo de Monumento Nacional, y sus ecosistemas marinos no se encuentran protegidos más allá de lo que estipula la Ley Marítimo Terrestre No. 6043. Al estar ubicada tan cerca de la costa y del Puerto y muelle de Limón, hace que sea susceptible a muchas presiones como lo son la contaminación por hidrocarburos (existe una refinadora de petróleo en Limón y el tránsito de embarcaciones con petróleo es muy frecuente). Acuña-González *et al.* (2004) concluyeron que la concentración total de hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en el agua (HPDD) en Moín durante el 2000 fue de 0.22 μg/L, más alta que en el estero de Puntarenas, la Bahía de Golfito y Bahía Culebra. Según los autores, la desembocadura del Río Moín es el lugar donde convergen dos fuentes principales de contaminación por hidrocarburos del Caribe costarricense: la refinadora de petróleo y el muelle.

Otra amenaza para el sitio es la sedimentación que traen los ríos principalmente Cieneguita. De acuerdo con Cortés y León (2002) este fenómeno es uno de los más dañinos para el arrecife. Los sedimentos se originan en las montañas tierra adentro, debido a la deforestación, las prácticas agrícolas inapropiadas y las construcciones en las zonas costeras.

Debido al sistema de corrientes marinas y la cercanía con la costa, el ecosistema marino de la Isla está influenciado por el manejo de los residuos sólidos y líquidos de la ciudad de Limón, en especial por las aguas negras del emisario submarino, el cual entró en vigencia en el 2006 y se encuentra ubicado entre la Isla y la costa, a menos de 1 km del arrecife de la Isla. El esquema de su ubicación se encuentra en el Anexo 1. Según el estudio de impacto realizado por Gamboa (1998), el emisario está localizado del lado de la Isla donde se encuentran los arrecifes más saludables, y las aguas negras podrían causar que los corales sean desplazados por competencia por algas, lo cual cambiaría completamente el ecosistema.

El fácil acceso a la Isla la convierte en un destino turístico potencial para realizar actividades como la natación, el buceo y las caminatas por los senderos. Actualmente la taza de visitación es moderada (367 visitantes al mes) y la mayoría de los visitantes (99,7%) son nacionales (tomado de la bitácora de visitantes de la Isla Quiribrí). Sin embargo, su desarrollo debe realizarse con mucha cautela, para evitar que el turismo sin control dañe los recursos naturales de la Isla.

Un resumen de todas las amenazas antropogénicas expuestas anteriormente se encuentran en el modelo conceptual de la Figura 3.

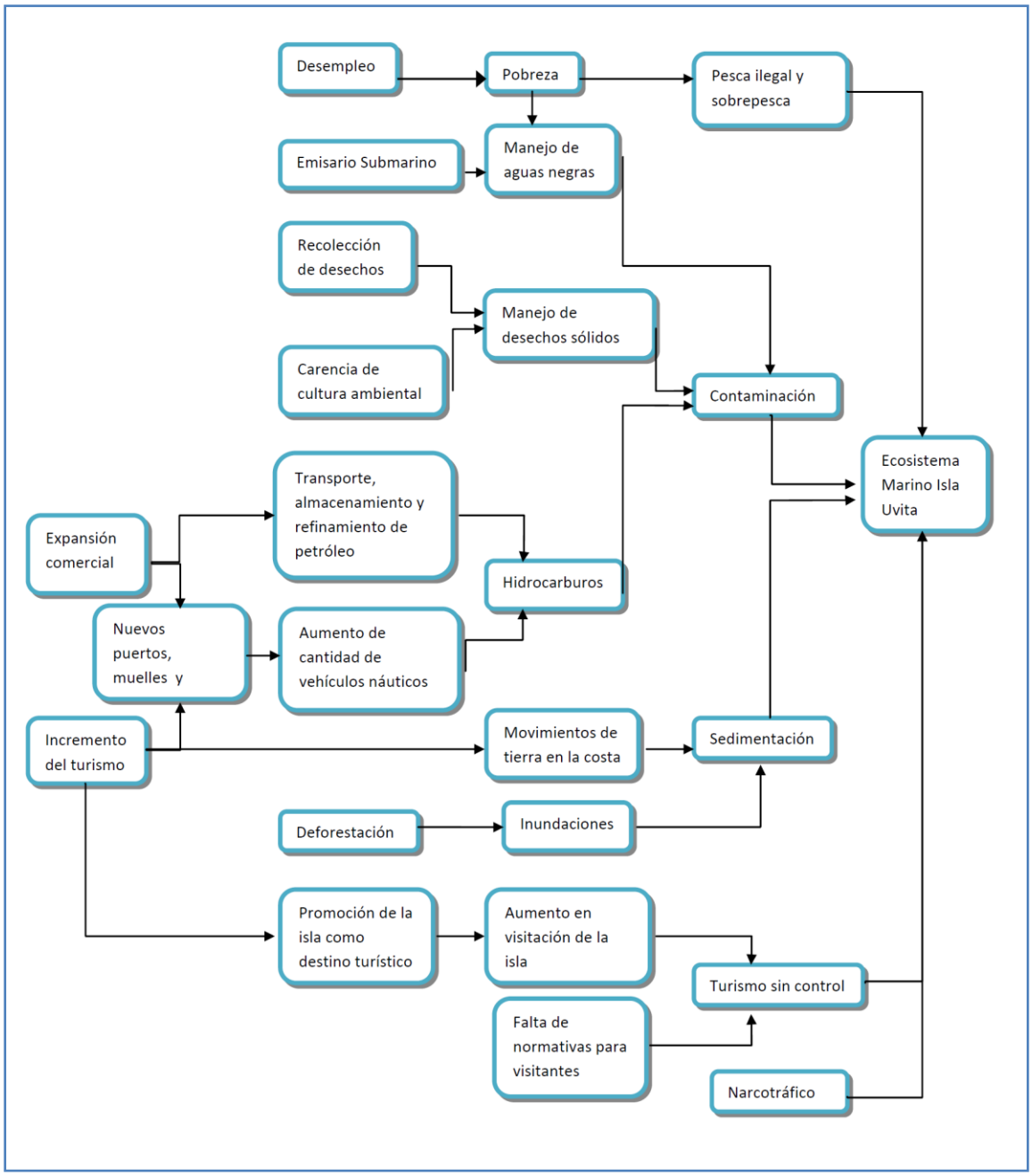


Figura 3. Modelo conceptual de las amenazas sobre la Isla Quiribrí.

1.4.2 Estudios previos de la zona

Cortés y Jiménez (2003) resumieron los estudios realizados en el Caribe costarricense: El primer artículo publicado para la costa Caribe lo escribió Dawson en 1962, sobre las algas, y el número de publicaciones incrementó hasta tener para el 2003, cincuenta y cuatro artículos sobre diversos temas del Caribe sur. La mayoría de los estudios realizados en la

zona se enfocan al Parque Nacional Cahuita, con descripciones del arrecife provistas por Wellington (1974) y Risk *et al.* (1980); o el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo, descrito por Cortés (1992). Veinticuatro de estas publicaciones se han concentrado en listas de especies, reportando para la zona del Caribe sur 270 especies de algas; 38 especies de esponjas; 3 especies de hidrocorales; 26 especies de octocorales, 41 especies de corales escleractineos; 18 especies de otros cnidarios; más de 400 especies de moluscos; 11 especies de briozoarios; 7 especies de isópodos; 5 especies de estomatópodos, 16 taxas de zooplancton y 30 especies de decápodos.

Veinte de estas publicaciones evalúan las amenazas del arrecife, dentro de estos se han escrito cinco sobre sedimentación y cinco artículos sobre mortalidad. Acerca de la contaminación, se han publicado dos artículos sobre contaminación fecal en las aguas costeras, uno en contaminación por petróleo y dos sobre metales pesados. Además se han realizado varias tesis acerca de la costa caribeña, los temas incluyen: variación estacional en la composición química de cinco especies de algas, impacto de sedimentos en los corales y la degradación del arrecife, micro crustáceos bentónicos, productividad primaria de fitoplancton, abundancia y distribución de zooplancton, diversidad de esponjas en la Isla Quiribrí y Cahuita, contaminación con metales traza en pepinos de mar, metales traza en la columna de agua, y factibilidad de desarrollo turístico en el Atlántico.

A pesar de todo este esfuerzo de investigación en el Caribe costarricense, son pocos los estudios que se han realizado directamente en la Isla Quiribrí. Como se mencionó anteriormente, se propuso la interpretación ambiental de un sendero autoguiado (Pérez 2003), el ordenamiento biofísico para la capacidad de carga y zonificación del sitio (Loría-Díaz 2004), y el manejo de los recursos marinos (Pereira 2006). También dos estudios de impacto ambiental previos a la creación del emisario submarino (Gamboa 1998, Brenes 1999), una evaluación ecológica rápida (Sierra y Chacón 2003) y un estudio de capacidad de carga turística para la zona terrestre de la Isla (Roca *et al.* 2006). Además recientemente se publicó un documento sobre la estrategia de manejo de los recursos marinos y costeros (Pereira y Sierra 2009). Ninguna de estas investigaciones se ha enfocado en acciones concretas para la interpretación ambiental o planeamiento de uso público de los arrecifes o de áreas marino-costeras.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Interpretación ambiental

Esta disciplina tiene varias definiciones, dada la amplia gama de significados para diferentes individuos en función de su educación, formación o experiencia personal como intérprete. En 1973 Don Aldridge, conocido como el padre de la interpretación, la definió de la siguiente manera:

> "…es el arte de explicar el lugar del hombre en su medio, con el fin de incrementar la conciencia del visitante acerca de la importancia de esa interacción, y despertar en él un deseo de contribuir a la conservación del ambiente."

La interpretación ha sido llamada desde actividad educativa, hasta el arte de enamorar, arte que combina muchas artes, cuya misión es estimular, provocar, despertar curiosidad y revelar lo que en apariencia es insignificante. Por lo tanto no es estática, no es cuadrada ni rígida; es maleable, cambiante y adaptable a diferentes audiencias, ambientes, necesidades y mensajes. Jon Kohl en World Heritage Center (2007) comenta lo siguiente:

> "…usa un conjunto de técnicas de comunicación para traducir (es decir, interpretar) el conocimiento técnico a términos e ideas que puedan comprender fácil y voluntariamente los que no son científicos. Se basa, en cierta medida, en el conocimiento de psicología educativa y su meta es transmitir mensajes e información a un público no cautivo."

Esta "actividad-arte" tiene múltiples beneficios, tanto para los sitios que la implementan, como para los visitantes y la naturaleza. Al interpretar un sitio, se pretende influir en el comportamiento de los visitantes y movilizarlos a acciones que beneficien al sitio, dentro de estas acciones se encuentran las prácticas de conservación y las donaciones para conservación o fines ambientales, lo que a su vez ayuda a la naturaleza. Además se ha demostrado que por medio de la interpretación los visitantes captan mejor los mensajes y recuerdan más sus experiencias (Ham 1992). Ya que la calidad de la experiencia es clave

para la satisfacción del visitante, y que la satisfacción es clave para que los visitantes aporten mayores recursos para la conservación, el sitio debe planificar que esas experiencias sean positivas y memorables.

2.2 Turismo en Costa Rica

En Costa Rica, el turismo se ha convertido en los últimos años en una de las principales fuentes de divisas. Durante el 2008 ingresaron al país 2.089.174 personas en condición de turistas, los que generaron ingresos que significaron el 7,2% del PIB y el 22,7% de las exportaciones totales del país (Estado de la Nación 2009). El turismo en dicho año generó más divisas ($2144,2 millones) que el café ($305,0 millones) y el banano ($689,2 millones) (Estado de la Nación 2009).

Según los datos de visitación de la Isla Quiribrí, solo 10 de los 2935 visitantes que llegaron a ella entre el 14 de febrero y el 30 de setiembre del 2008 eran extranjeros. Esto indica que el recurso es altamente utilizado por nacionales, en especial limonenses, evidenciando la necesidad de programas como el planteado en esta práctica, ya que contempla como parte de su público meta a los visitantes nacionales.

2.3 Arrecifes coralinos

Uno de los potenciales atractivos turísticos de la Isla Quiribrí es su arrecife coralino de tipo costero o bordeante, en el cual la cresta arrecifal está unida a la costa o muy cerca de ella (Cortés y León 2002). Este arrecife es parte de una gran sección que abarca todo el Caribe sur del país y se caracteriza por promontorios rocosos formados por arrecifes fósiles, alternando con playas arenosas. La distribución de los arrecifes en el Caribe de Costa Rica se puede dividir en tres: 1) arrecifes de franja y parche entre Moín y Limón, (donde se ubica Isla Quiribrí) 2) franjas, parches y bancos carbonatados en el Parque Nacional Cahuita (es el mejor desarrollado del Caribe costarricense), y 3) franjas, parches, y bancos carbonatados entre Puerto Viejo y Punta Mona (Cortés y León 2002).

2.4 Arrecife de la Isla Quiribrí

La batimetría de la costa Caribe muestra una inclinación más o menos constante con un pequeño promontorio en la parte central de Limón y la Isla, seguido por un canal. A partir de allí, el relieve vuelve a elevarse en correspondencia al promontorio de la Isla (Brenes 1999), la cual tiene profundidades máximas de 18 m. Según los criterios dados por Birot,

citado por Loría-Díaz (2004), la Isla es de tipo continental, ya que existe un nexo entre ella y la placa continental y su arrecife es de tipo costero (Cortés y León 2002).

2.5 Planeamiento de uso público

El Planeamiento de Uso Público (PUP), es un concepto un poco más amplio que el de turismo, pero mucho más pequeño que el del manejo general de un sitio. Un programa de uso público consiste en la totalidad de productos, programas, instalaciones y servicios para visitantes que son educativos, interpretativos, recreativos e investigativos, diseñados para los visitantes que participan en actividades y que no extraen recursos naturales o culturales del sitio (World Heritage Center 2007), y busca proteger la biodiversidad de un sitio por medio de actividades de manejo.

Para lograr una planificación exitosa de un sitio es necesario valerse de varias herramientas como lo son Límites de Cambio Aceptable (LAC), el espectro de oportunidades recreativas, y en este caso técnicas de monitoreo del arrecife basándose en indicadores de salud como los propuestos para el arrecife del Sistema Arrecifal Mesoamericano (McField y Kramer 2007). Además los Sistemas de Información Geográfica así como las imágenes de alta resolución y los Sensores Remotos facilitan el análisis de la información,

2.5.1 Límites de Cambio Aceptable

De forma amplia y generalizada, se ha utilizado el concepto de capacidad de carga de un sitio como una fórmula para determinar y regular el número de visitantes que pueden ingresar a un sitio. Este sistema, sin embargo, fue desarrollado con base en el comportamiento de diferentes especies de animales, pero al aplicarlo a las personas no hace diferencia en el impacto que produce cada visitante, el cual puede ser muy grande o casi nulo. Además se enfoca en un número de personas y no en la calidad de los recursos (World Heritage Center 2007).

El concepto de LAC por otro lado, es un sistema desarrollado por el Servicio Forestal de los Estados Unidos que gira alrededor de un recurso o experiencia, y determina la máxima cantidad de alteración o cambio que se está dispuesto a tolerar para dicho recurso y genera tácticas de mitigación en caso que las condiciones excedan esos límites (Kohl 2002). Este sistema se basa en el cambio de las condiciones del recurso, independientemente de la cantidad de visitantes. Se ha utilizado en ríos que se conservan en su estado natural y

constituyen paisajes importantes, en lugares históricos y en áreas de desarrollo turísticos, entre otros (SAM 2005).

El proceso consta de nueve etapas:

1. Detectar las preocupaciones y las amenazas del área de estudio.
2. Definir y describir los tipos de oportunidades (a partir del espectro de oportunidades recreativas que se describe a continuación).
3. Seleccionar los indicadores de las condiciones de los recursos y factores sociales.
4. Inventariar las condiciones existentes de los recursos y factores sociales.
5. Especificar normas en cuanto a los indicadores ambientales y condiciones sociales para cada tipo de oportunidad.
6. Detectar alternativas en cuanto a la asignación de distintos tipos de oportunidad.
7. Detectar actividades de manejo para cada alternativa.
8. Evaluar y seleccionar las alternativas preferidas.
9. Poner en práctica las medidas seleccionadas y supervisar las condiciones resultantes.

El producto final es un plan estratégico y táctico para el área protegida, basado en límites definidos de cambio aceptable para cada tipo de oportunidad, con indicadores de cambio que puedan servir para supervisar las condiciones ecológicas y sociales (SAM 2005).

2.5.2 Espectro de Oportunidades Recreativas

Actualmente se reconoce que el manejo de la recreación acuática no es simplemente construir una rampa para botes, un muelle, un parqueo y servicios. Más bien, este proceso involucra un verdadero conocimiento de los recursos acuáticos y su capacidad, los visitantes actuales y futuros, el tipo de experiencia vivida, el planeamiento y manejo de los recursos, la evaluación económica y no económica, la capacidad del sitio de acoger a los visitantes, y otras dimensiones más (Haas *et al.* 2004).

El Espectro de Oportunidades Recreativas (ROS, por sus siglas en inglés), delimita los territorios en 6 tipos (urbano, sub-urbano, rural desarrollado, rural natural, semi-primitivo y primitivo) clasificados según sus características físicas, sociales y de manejo. Basado en

esto se fijan parámetros y directrices para manejar las oportunidades de esparcimiento. Al final la meta es proveer a los encargados de manejo, de una base para tomar mejores decisiones en cuanto al manejo de un sitio, tomando en cuenta la experiencia que se le ofrece al visitante. Existe una variación para los ambientes acuáticos, el Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (WROS, por sus siglas en inglés). Está dirigido a los recursos acuáticos como los reservorios, ríos, lagos, bahías, estuarios, humedales, zonas costeras y áreas marinas protegidas. Haas *et al.* (2004) lo describen de la siguiente manera:

> "Los encargados de manejo proveen oportunidades a los visitantes de participar en un tipo de actividad recreativa, en un escenario específico, el cual está definido por sus atributos físicos, sociales y de manejo, para vivir un tipo de experiencia en particular y sus beneficios subsecuentes"

2.5.3 Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta gráfica de gran utilidad que integra equipo, programas y datos geográficamente referenciados, con el fin de visualizar, entender, cuestionar e interpretar datos. Sus resultados pueden revelar patrones, tendencias y relaciones en forma de mapas, diagramas, reportes y cuadros (ESRI 2009).

La percepción remota es una técnica relativamente barata para obtener información de áreas grandes donde el muestreo de campo sería muy costoso. Esta consiste en obtener información acerca de un objeto, área, o fenómeno por medio del análisis de datos adquiridos por un dispositivo que no está en contacto con el objeto, área o fenómeno investigado (Lillesand y Kiefer 1994), como las imágenes satelitales.

El objeto puede ser identificado y categorizado por clase/tipo, y distribución espacial por medio de la medición de la radiación de diferentes longitudes de onda reflejadas o emitidas por su superficie (Purkis 2004).

Según Purkis (2004) "…los seis instrumentos más comunes para el estudio de los arrecifes son Landsat TM, ETM +, SPOT, ASTER, IKONOS y QuickBird. La imaginería satelital es una herramienta no invasiva muy poderosa, capaz de proveer una visión sinóptica de los hábitats someros con una gran discriminación espacial." Dicha técnica se ha utilizado para el mapeo de ecosistemas marinos en islas, en Costa Rica, con muy buenos resultados,

Fonseca *et al.* (2010) realizaron un mapa de la Isla del Caño utilizando las imágenes Quickbird y Hymap, y no encontraron diferencias significativas en la clasificación de hábitats entre estas dos imágenes. Actualmente existen varias ventajas para la utilización de imágenes Hymap en el país, ya que en el 2003 y en el 2005 se escaneó todo el territorio nacional y se pueden acceder a un costo menor que las Quickbird. Según Fonseca *et al.* (2010), "la alta resolución espectral de las imágenes Hymap compensa en cierta medida la falta de resolución espacial".

Ejemplos de su aplicación en ecosistemas marinos incluyen analizar el color del mar para conocer sitios de afloramiento de fitoplancton, calcular la productividad primaria, también se puede conocer la ubicación de arrecifes coralinos y con sensores de alta resolución se puede diferenciar entre especies de algas con diferentes pigmentos.

2.5.4 Zonificación por condición

En el sistema nacional de áreas protegidas de Costa Rica se ha utilizado hasta principios del 2000 un tipo de zonificación por uso, el cual caracteriza y regula los usos de los diferentes sectores del área protegida (AP), pero no se enfoca en el estado del recurso de cada zona. Al estar enfocada en los usos y no en los recursos, este tipo de zonificación tiende a restringir el uso en ciertas zonas y a prohibir la superposición de algunas actividades (por ejemplo actividades de investigación con ciertas actividades eco-turísticas), que pueden coexistir sin provocar daños a los recursos. En general tiende a separar usos y no a integrarlos.

La zonificación por condición por su parte, viene a cambiar la forma de manejar un área protegida, ordenando los objetivos de conservación y las aspiraciones de cómo queremos que sea la condición del recurso en los diferentes sectores del área protegida, regulando las actividades humanas, no por zonas, sino caracterizando el tipo de intervención que podrían realizar al ecosistema. Sierra y Arguedas (2007) explican que su propósito es organizar territorialmente los objetivos de conservación por medio de monitoreo y capacidades técnicas a la hora de tomar decisiones. Al final la denominación de cada zona se hace basada en los umbrales máximos de intervención humanos, ya que estos son los que determinarán en buena medida la condición final que tendrá el ecosistema

Para que la zonificación por condición sea exitosa, debe considerar todas las actividades que se llevan a cabo en un sitio, no solamente las de visitantes y usuarios comerciales. Hay que incluir la conservación, usos de visitantes, usos comerciales (como la pesca, en este caso) y otras funciones del manejo. Además hay que realizar dos tipos de zonificación: la que describe las condiciones actuales y otra que describa las condiciones deseadas en el futuro. Citando a World Heritage Center (2007) "sin una visión de cómo el sitio deberá verse en cinco años, no tiene lugar un plan de uso público".

Algunos aspectos que se pueden controlar mediante las zonas incluyen:

- Cualidades de un atractivo, como el estado de la conservación.
- Cualidades de los servicios tal como la infraestructura.
- La interpretación.
- Naturaleza de la actividad, como componente de una oportunidad recreativa.
- Cantidad de personas con quien viaja el visitante.
- Nivel y tipo de desarrollo.

2.5.5 Indicadores de salud del arrecife

Para realizar una zonificación acertada de un ecosistema marino, en este caso el arrecife, es necesario hacer un monitoreo constante de dichos hábitats. Por esta razón, se usan indicadores basados en el manual de McField y Kramer (2007), donde se establecen indicadores que funcionan como signos para evaluar la condición y las tendencias en la salud del ecosistema, así como el grado de efectividad de su manejo. Estos indicadores son útiles, ya que estandarizan la metodología de recolección de datos de manera que se puedan comparar los datos de diferentes arrecifes dentro de la misma región, además de presentar puntos de referencia y signos de alarma.

Estas son algunas de las funciones de los indicadores:

- Describen los cambios sufridos en la integridad del arrecife o la disponibilidad de servicios de los ecosistemas.
- Diferencian, en lo posible, los cambios naturales de los cambios ocasionados por el ser humano.
- Funcionan como señales de alerta temprana y como herramientas de diagnóstico.

- Ayudan a los administradores o gestores de recursos a evaluar la efectividad de las medidas de manejo tomadas.
- Contribuyen a desarrollar y establecer prioridades para el debido control e investigación.
- Contribuyen a concienciar al público e involucrar a las comunidades en la toma de decisiones.

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1 Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Isla Quiribrí, (Fig. 1), conocida como Isla Uvita, entre marzo del 2008 y octubre del 2009. En la introducción se describió el sitio en detalle.

3.2 Clasificación de la investigación

Los parámetros para definir el tipo de investigación se tomaron de Barrantes-Echavarría (2007). De acuerdo con dicho sistema de clasificación, esta investigación es de enfoque cuantitativo, ya que tiene una concepción global positivista, hipotética-deductiva, objetiva, particularista y orientada a los resultados. Se va a desarrollar en la tarea de verificar y comprobar metodologías por medio de una muestra representativa.

En este caso, el investigador es un elemento externo al objeto que se investiga, y se utilizarán técnicas estadísticas en el análisis de datos y generalizar resultados (Barrantes-Echavarría 2007).

A continuación se presenta la clasificación según Barrantes-Echavarría (2007) con base en las siguientes características: adicionales:

- Finalidad: es una investigación aplicada ya que su finalidad es la solución de problemas prácticos para transformar las condiciones de un hecho que nos preocupa. El propósito fundamental no es aportar al conocimiento teórico.
- Alcance temporal: es un estudio transversal ya que estudia aspectos de los sujetos de desarrollo en un momento dado.
- Profundidad u objetivo: es descriptiva porque se van a describir fenómenos utilizando la observación, estudios correlacionales y de desarrollo, especificando propiedades importantes de dichos fenómenos. Mide las variables que tienen que ver con el problema integrando dichas mediciones pero su objetivo final no es indicar cómo se relacionan estas.

- Carácter de la medida: es cuantitativa, pues se fundamenta en aspectos observables y susceptibles de cuantificar, como vulnerabilidad del arrecife y parámetros de cambio para la teoría de límites aceptables.
- Marco en que tiene lugar el estudio: es de campo, ya que se realiza en condiciones naturales, sin un riguroso control como en el laboratorio, y permitiendo generalizar los resultados a situaciones afines.
- Concepción del fenómeno: es ideográfica, porque va a enfatizar lo particular e individual, se va a basar en la singularidad de los fenómenos y su objetivo no va a ser llegar a leyes generales ni ampliar el conocimiento teórico.
- Dimensión temporal: es descriptiva dado que estudia los fenómenos tal y como aparecen en el momento de realizar la investigación, además parte de sus objetivos es describir los fenómenos.
- Orientación que asume: está orientada a la explicación, pues busca dar respuestas a problemas concretos para la toma de decisiones, ya sea para cambiar o mejorar la práctica.

3.3 Instrumentos utilizados

A continuación se presenta una descripción general de los diferentes instrumentos utilizados en la investigación (*sensu* Barrantes-Echavarría 2007). El Cuadro 1 resume las variables que midió cada instrumento.

Observaciones naturales: el observador es un espectador de **Error! Reference source not found.**una situación y no interviene en los acontecimientos observados. Dentro de estas observaciones se encuentran las metodologías para monitoreo del arrecife descritas más adelante.

Cuestionarios: definido como un instrumento que consta de una serie de preguntas escritas para ser resuelto sin intervención del investigador, su fin es obtener respuestas que suministren los datos necesarios para cumplir con los objetivos de la investigación.

Entrevistas en profundidad: entendidas como reiterados encuentros cara a cara entre entrevistador y entrevistados, dirigidos hacia la comprensión de las perspectivas que tienen los informantes respecto de sus vidas, experiencias o situaciones. Se trata de una

conversación entre iguales, más que un intercambio formal de preguntas y respuestas (Taylor y Bogdan, citado por Barrantes-Echavarría 2007).

Entrevistas informales: se trata de conversaciones carentes de estructura, donde predomina la informalidad; su fin es medir una opinión o punto de vista de diferentes personas sobre un aspecto específico.

Rúbricas: consisten en cuadros donde cada criterio recibe una puntuación, para compararlo numéricamente que de otra manera sería subjetivo. Por ejemplo el potencial interpretativo o el espectro de oportunidades recreativas.

3.4 Fuentes de información

- Revisión bibliográfica exhaustiva de las bases de datos de la Universidad de Costa Rica; la Universidad Nacional; el Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de Costa Rica (CIMAR); informes de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA); informes del Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA); bibliotecas personales de la M.Sc. Ana Fonseca, Ph.D. Helena Molina, M.Sc. Marisol Mayorga, Ph.D. Jorge Cortés, y M.Sc. Omar Lizano; documentos aportados por la Municipalidad de Limón; documentos en formato electrónico y páginas de internet de diferentes instituciones.
- Material digital: Imágenes satelitales de Costa Rica de la misión Carta 2005, curvas batimétricas de los alrededores de la Isla.
- Conversaciones con las siguientes personas y representantes de instituciones: Comisión de turismo de la Municipalidad de Limón, M.Sc. Lissa Freckleton (Vice Alcaldesa de la Municipalidad de Limón), La persona a cargo del cuido y mantenimiento de la Isla, el presidente de la cooperativa de pescadores de Limón, capitanes que transportan los visitantes a la Isla y M.Sc. Julio Brenes (coordinador de la carrera de Turismo Ecológico, de la sede en Limón de la Universidad de Costa Rica).
- Giras de campo para la toma de datos. Se realizaron 4 giras en las siguientes fechas: 5-7 de octubre del 2008, 18-20 de octubre del 2008, 16-18 de mayo del 2009 y 16-21 de octubre del 2009. En el
- Cuadro 2 se encuentra el detalle de las actividades realizadas en cada gira.

Cuadro 1. Instrumentos utilizados para medir las diferentes variables de la investigación.

Variables / Instru-mentos	Observaciones naturales	Cuestionarios	Entrevistas en profundidad	Entrevistas informales	Rúbricas
Definición de indicadores de salud del arrecife y ubicación del mismo.	Buceo de manta. Buceo con tanque aplicando la metodología de AGRRA.		Miembros de la comunidad con conocimiento empírico sobre los recursos.		
Presencia de especies de flora y fauna.	Buceos		Miembros de la comunidad con conocimiento empírico sobre los recursos.	Pescadores de la Isla.	
Usos actuales y potenciales de la Isla.	Visitas a la Isla. Marcaje de puntos de interés con GPS.	Visitantes de la Isla.	Comisión de turismo de la Municipalidad de Limón. Personal encargado del sitio.	Capitanes que transportan turistas a la Isla.	
Definición de potencial interpretativo.		Visitantes de la Isla.	Capitanes y personal encargado de la Isla.		Matriz de evaluación del potencial interpretativo
Definición de oportunidades recreativas.		Visitantes de la Isla.			Inventario WROS.
Inventario de los recursos existentes.	Caminatas por la Isla y buceos.				
Intereses de manejo y de uso de la Isla.			Comisión de turismo de la Municipalidad de Limón.	Capitanes que transportan turistas a la Isla.	

Cuadro 2. Actividades realizadas durante las giras de campo a la Isla Quiribrí.

Fecha	Actividad
5 al 7 de octubre 2008	Validar la efectividad de los indicadores de salud del arrecife escogido.
18 al 20 de octubre 2008	Buceo de manta Tomar puntos con GPS de la infraestructura, los senderos y el perímetro de la Isla.
16 al 18 de mayo 2009	Buceo de manta Inventario de WROS Matriz de Potencial Interpretativo Encuestas a visitantes Entrevistas con los capitanes y la persona a cargo de la Isla.
16 al 21 de octubre 2009	Toma de datos para fijar las bases numéricas de los indicadores de LAC Evaluación rápida del arrecife con los indicadores seleccionados

3.5 Metodología según cada objetivo

3.5.1 Objetivo 1. Definir indicadores de salud del arrecife, que sirvan como base de comparación de Límites de Cambio Aceptable (LAC), para futuros monitoreos y que ayuden a la toma de decisiones en su manejo.

La selección de los indicadores se basó en el manual de McField y Kramer (2007). Se escogieron los que fueran sensibles a las condiciones actuales de la Isla, fáciles de medir, de bajo costo, asociados a las amenazas potenciales sobre ella y cuya metodología pueda ser replicada por el personal a cargo de la Isla. Los siguientes son los que cumplieron con los requisitos: Diversidad de especies de coral, diversidad de especies de peces, cobertura de coral vivo, proporción coral:algas, abundancia de peces, reclutamiento de corales, frecuencias del tamaño de coral, frecuencias del tamaño de peces, mortalidad del coral, enfermedades de los corales (ver Glosario), blanqueamiento de coral (ver Glosario), densidad de coral fracturado, abundancia de peces herbívoros, abundancia de erizos *Diadema antillarum*, índice de macroalgas carnosas. La metodología para cada indicador se encuentra resumida en el Cuadro 3. Las especies claves de peces que se toman en cuenta para calcular la abundancia y que están presentes en la Isla son las siguientes: todas las especies de las familias Chaetodontidae, Haemulidae, Lutjanidae, Pomacanthidae y

Acanthuridae. De la familia Balistidae sólo *Melichthys niger*, de la familia Serranidae sólo *Epinephelus* spp. Además las siguientes especies: *Bodianus rufus, Caranx rubber, Microspathodon chrysurus y Sphyraena barracuda.* La escogencia se fundamenta en la alta sensibilidad de estas especies a los impactos humanos, ya sea por su importancia para pesca, como peces ornamentales, o por su papel dentro del ecosistema (McField y Kramer 2007).

Cuadro 3. Metodología para la toma de datos de los indicadores de salud del arrecife. Una descripción de los indicadores puede encontrarse en el Glosario.

Tipo de indicador	Atributo	Indicador	Metodología
Estructura del ecosistema	Biodiversidad	Diversidad de especies de coral	Metodología de AGRRA (2005). Se usan transectos de 10 m donde se anotan todas las especies de coral que intercepten el transecto. Luego se aplica el índice de Shannon-Wiener.
		Diversidad de especies de peces	Método del buzo errante desarrollado por REEF (2005). Un buzo hace un recorrido durante 30 minutos anotando todas las especies de peces observadas. El análisis estadístico recomendado por ellos.
	Estructura de la comunidad	Cobertura de coral vivo	Metodología de AGRRA (2005). Se nada un transecto en línea de 10 m donde se anotan todos los corales pétreos mayores a 10 cm que intercepten la línea, escribiendo cuantos centímetros de coral están bajo el transecto. La medida se expresa en porcentaje.
		Proporción coral:algas	Se expresa como una proporción de la cobertura de coral vivo vs. cobertura de algas. Se utiliza la metodología de AGRRA (2005), un transecto en línea de 10 m, se anotan cuántos centímetros de la cuerda son interceptados por algas, ya sea crustosas coralinas, calcáreas o carnosas y cuantos por corales.
		Abundancia de peces	Protocolo de AGRRA (2005). Se nadan diez transectos de cinta de 30 m de largo y 2 m de ancho, tomando en cuenta solo las especies claves y anotando su cantidad y talla en rangos definidos. El resultado se presenta como biomasa total (g/100m²) y como abundancia por especie.

Cuadro 3: Continuación.

Tipo de indicador	Atributo	Indicador	Metodología
Función del ecosistema	Condición coralina	Mortalidad del coral	Metodología de AGRRA (2005). Se observan los corales que interceptan el transecto y se anota el porcentaje de muerte vieja y reciente. El blanqueamiento no se debe tomar como muerte reciente debido a que la colonia se puede recuperar. El resultado se expresa en porcentaje.
		Enfermeda-des de los corales	Metodología de AGRRA (2005). Se observan los corales que interceptan el transecto y se anota el porcentaje enfermo y la enfermedad. Se expresa en porcentaje.
		Blanquea-miento de coral	Metodología de AGRRA (2005). Se observan los corales que interceptan el transecto y se anota el porcentaje blanqueado haciendo diferencia entre el grado de blanqueamiento. El resultado se expresa en porcentajes.
		Densidad de de fracturas de coral	Metodología de Rogers *et al.* (1994). Dentro del transecto de 10m descrito anteriormente, anotar cuantas colonias fracturadas se encuentran diferenciando entre fractura reciente o vieja. Los datos se expresan como número de colonias fracturadas por 10 m lineales Seleccionar además dos sitios control con un área conocida donde habiten colonias grandes de *Acropora palmata*, contar el número de ramas frescas quebradas, medir el alto y ancho de cada área fracturada con una regla milimétrica. Calcular el área de fractura: Área de fractura = ancho x alto x 0.8
	Herbivoría	Abundancia de peces herbívoros	Se sigue la misma metodología que para la abundancia de peces descrita anteriormente.
		Abundancia de erizos *Diadema antillarum*	Metodología de AGRRA (2005). Se cuentan todos los que se encuentren en el transecto de 10 m x 1 de ancho diferenciando entre juveniles y adultos. Los datos se presentan como número de erizos por metro cuadrado.
		Índice de macroalgas carnosas	Se utiliza la misma metodología descrita para la proporción coral:algas.

Cuadro 3: Continuación.

Tipo de indicador	Atributo	Indicador	Metodología
Función del ecosistema	Reproducción y reclutamiento	Recluta-miento de corales	Metodología de AGRRA (2005). Se cuenta la cantidad de reclutas de coral pétreo de un tamaño igual o menor de 2cm que se observa dentro de los cuadrantes de 25 cm x25 cm, colocados cada dos metros, a los largo de una línea de transecto de 10 m. El dato se da en cantidad de reclutas por m².
		Frecuencias del tamaño de coral	Metodología de AGRRA (2005). En el transecto de 10 m se anota el alto, ancho y largo de los corales que interceptan la línea. La medida se expresa en diámetro máximo.
		Frecuencias del tamaño de peces	Protocolo de AGRRA (2005). Se nadan diez transectos de cinta de 30 m de largo y 2 m de ancho, tomando en cuenta sólo las especies claves y anotando su cantidad y talla en rangos definidos.

Luego de la escogencia de los indicadores se realizó una gira el 6 de octubre del 2008 para validar su efectividad. Para esto se llevó a cabo un buceo a pulmón en la cual se aplicaron todos los indicadores de función y estructura del ecosistema con 6 réplicas en el lado oeste de la Isla frente a la playa, a una profundidad promedio de 2 m. Los días 17 y 18 de octubre del 2009 se realizó otra gira al campo para recolectar los datos que servirán de línea base para la aplicación futura de los indicadores. La evaluación del arrecife fue realizada por dos personas en dos buceos con tanque el día 17 de octubre, y los censos de peces se realizaron al día siguiente. Los datos fueron tomados en el sector 1 de la Isla.

3.5.2 Objetivo 2. Definir los parámetros de cambio adaptados para el arrecife de la Isla y las técnicas de mitigación con base en la Teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC).

Para efectos de este proyecto, se siguieron solamente los primeros cinco de los nueve pasos descritos por Stankey *et al.* (1991), pues el programa no va a ser implementado como parte de este proyecto, así que los últimos pasos no aplican. Para definirlos, se utilizó la información recopilada de múltiples fuentes: la evaluación rápida del arrecife, las reuniones con la comisión de turismo de la Municipalidad de Limón, las entrevistas (o informes, o reuniones) con estudiantes/profesores de la carrera de Turismo Ecológico de la UCR en Limón, las entrevistas informales con la persona a cargo del cuido de la Isla y los capitanes

que transportan a los visitantes, pescadores y usuarios de la Isla, y las encuestas realizadas a los visitantes (Anexo 2). Los pasos a seguir se observan a continuación (Fig. 4):

.

Figura 4. Pasos para definir los parámetros de cambio según Stankey *et al.* (1991).

3.5.2.1 Paso1: Detectar las preocupaciones y las amenazas del área de estudio

Se logró respondiendo a las siguientes preguntas ¿El área contiene un valor excepcional desde el punto de vista ecológico, científico, recreacional, educacional, histórico o de conservación, que haga que valga la pena la atención? ¿El área proporciona hábitats críticos para especies amenazadas o en peligro? ¿Se han identificado áreas o preocupaciones que ameriten atención especial? ¿Las áreas contiguas tienen algún tipo de uso que requiera de atención especial de manejo? ¿Existen, o potencialmente podrían existir usos en el área con los que no se está conforme y requieran de atención especial? ¿Cuál es la disponibilidad de oportunidades recreativas en la zona donde se encuentra el área a trabajar? ¿Existen

características físico-biológicas en el área que se encuentren en otro lado de la región, o posee características únicas? ¿El tipo de oportunidades recreativas que ofrece el área se encuentra en otro lugar o es este lugar único?

3.5.2.2 Paso 2: Definir y describir las clases de oportunidades

Una clase de oportunidad provee una descripción cualitativa de los tipos de recursos y condiciones sociales aceptables y el tipo de actividad de manejo que se considere apropiada para cada sitio. Toma en cuenta características físicas, sociales y de manejo para delimitar un sitio dentro de las siguientes 6 categorías: zona urbana, suburbana, rural desarrollada, rural natural, semi-primitiva y primitiva, por medio de la aplicación de un inventario Para cada una de estas categorías se diseñan futuras oportunidades recreativas y actividades que vayan de acuerdo con la naturaleza del sitio, con las expectativas de los visitantes y con los objetivos de manejo del sitio (Stankey *et al* 1991).

Para definir estos parámetros que describen las clases de oportunidades, se dividió la Isla en dos zonas (Figura 5). Esta división se hizo con base en la concentración de personas en cada sitio en la actualidad, las actividades que realizan, el tipo de experiencia que perciben, los recursos de cada lugar y la cantidad de vehículos náuticos que la transitan. Los polígonos de las zonas A y B se trazaron basándose en la ubicación de la plataforma coralina, según los datos obtenidos en el campo y no por digitalización de la imagen Hymap, debido a que la imagen no permite identificar las áreas de la plataforma con una profundidad mayor a los 15 m. Luego se realizó un inventario (se encuentra traducido al español en el Anexo 3), este proporciona un número (que se traduce en un tipo de oportunidad recreativa) para tres aspectos diferentes: físicos, sociales y de manejo. En caso de que la clasificación asigne diferentes categorías para cada uno de los tres aspectos se toma en cuenta el conocimiento de la zona, el criterio del experto, y los objetivos de manejo para determinar la clasificación.

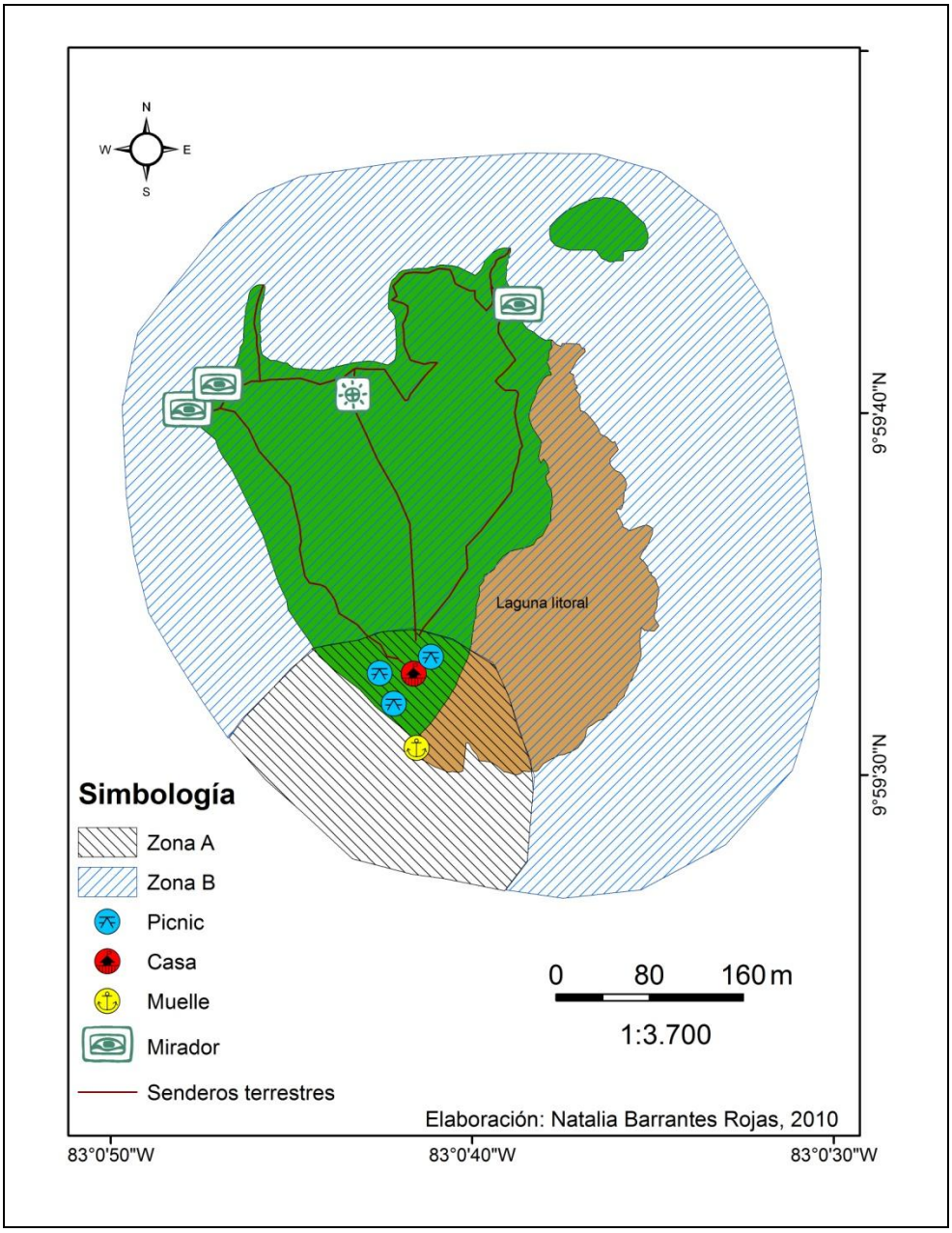


Figura 5. Distribución de la Isla en zonas para aplicar el inventario del Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (WROS). Fuente: Digitalización de imagen Hymap y puntos tomados con GPS durante el proyecto.

3.5.2.3 Paso 3: Seleccionar los indicadores de los recursos y las condiciones sociales

Se identificaron los indicadores (variables específicas) que solos, o combinados son tomados como indicadores de la condición para cada clase de oportunidad. Estas medidas permiten definir las condiciones deseadas y evaluar la efectividad de las prácticas de manejo. Los siguientes fueron los criterios utilizados en la selección de los indicadores:

- El indicador debe ser medible con un nivel aceptado de certeza y con un bajo costo (tomando en cuenta el costo económico y el trabajo de la toma de datos)
- Su metodología debe ser fácil y sin ambigüedad para poder ser replicada por voluntarios.
- Debe ser robusto y con poca variación
- La condición del indicador debe reflejar la relación entre la cantidad y el tipo de uso que está ocurriendo.
- Las condiciones del indicador deben responder a las acciones de manejo.
- La técnica no debe ser destructiva, para no causar más daño del que pudiera existir.

3.5.2.4 Paso 4: Inventariar los recursos existentes y las condiciones sociales

El inventario está guiado por los indicadores seleccionados en el paso 3. Los indicadores especifican las variables a inventariar, además identifican la unidad de análisis. Este es un paso crítico para saber cuándo y cuáles acciones de manejo van a ser necesarias.

Para el inventario se utilizaron variables ambientales, todos los indicadores de salud del arrecife mencionados en el objetivo anterior; la infraestructura existente en la Isla; y variables sociales como la percepción de los visitantes de la Isla, sus preferencias en cuanto a actividades por realizar y lugares para estar, y todos los otros factores detallados en la encuesta a los visitantes del Anexo 2, la cual fue aplicada a 63 visitantes en la isla

3.5.2.5 Paso 5: Especificar estándares para los indicadores ambientales y condiciones sociales para cada tipo de oportunidad

Se asignaron medidas cuantitativas y muy específicas para cada indicador. Esto se obtuvo especificando estándares (los aspectos medibles de los indicadores especificados en el paso 3) adaptados de McField y Kramer (2007). Estos estándares proveen una base sobre la cual una condición en particular es aceptable o no y definen el límite de cambio aceptable.

Utilizando los datos colectados en el paso 4, se especificaron los estándares que describen las condiciones aceptables y apropiadas para cada indicador en cada clase de oportunidad.

3.5.3 Objetivo 3. Crear un mapa de hábitats marinos de la Isla por medio de Sistemas de Información Geográfica.

3.5.3.1 Trabajo de campo

Se realizaron 2 giras una el 19 de octubre del 2008, y otra entre el 16 y 17 de mayo del 2009. En ambas visitas se realizaron buceos de manta (ver Glosario) (para realizar observaciones georeferenciadas del arrecife con un GPS, las cuales fueron anotadas por otra persona en el bote (Rogers *et al.* 1994). El buceo de manta permitió clasificar los tipos de hábitats dentro de las siguientes categorías: agua profunda, arena, coral 100% muerto, algas en coral, densidad de coral baja, densidad de coral media, densidad de coral alta. Se marcaron los puntos con un GPS Garmin Vista Cx con una precisión de 5 m. La visibilidad durante la toma de datos varió entre 8 y 15m.

3.5.3.2 Procesamiento de la imagen

Se cuenta con una imagen Hymap tomada durante la misión CARTA (Costa Rican Airborne Research and Technology Application) el 1 de marzo del 2005 a las 15:03, a una altitud promedio de 7579 m. Cuenta con una resolución mediana-alta de 16 m. La imagen fue suministrada por la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica, la cual a su vez la obtuvo del PRIAS/CENAT (Programa Nacional de Investigaciones Aerotrasnportadas/Centro Nacional de Alta Tecnología)

No fue necesario realizar la corrección atmosférica, ya que las imágenes HYMAP ya tienen una calibración radiométrica hecha con el programa HYCORR. La georeferenciación se realizó utilizando el programa Envi® 4.5 con base en los archivos geométricos brindados en los metadatos de la imagen. Se realizó una clasificación de hábitats marinos siguiendo la metodología descrita por Fonseca *et al.* (2010), la cual se resume en la Figura 6. Se cortó la imagen realizando un submapa el cual toma en cuenta las aguas someras (1km de la línea de la costa). Se utilizaron las primeras 18 bandas que corresponden al espectro visible (0,4589-0,7088). En la máscara se incluyó la zona de Puerto Limón y una parte del mar donde el agua se ve verde producto de la interacción costera y puede afectar la clasificación. La distancia hacia la costa con que se hizo la máscara fue basada en el color

del agua; se trazó la línea de la máscara donde el color se viera más homogéneo. Para evitar la pérdida de datos circundantes a la Isla, fue indispensable incluir una parte de la línea costera.

Se realizó un análisis de componentes principales (PCA, ver Glosario), del cual se seleccionaron las bandas 1, 2 y 3 porque estas representan el 99% de la varianza, y con base en ellas se realizó la clasificación. Debido a que no se detectaron diferencias significativas entre las siete categorías de hábitats tomados durante el trabajo de campo, para la clasificación se agruparon algunas de estas categorías para formar un total de 4: 1) arena; 2) agua profunda; 3) plataforma coralina de baja densidad (esta agrupa coral 100% muerto, algas en coral, densidad baja) y 4) plataforma coralina de alta densidad (agrupa densidad media y densidad alta),

A la imagen producto de la clasificación se le aplicó un filtro permanente de 3x3 con los valores predeterminados del programa para mejorar la visualización del resultado, luego se realizó la matriz de confusión para calcular el porcentaje de precisión y el coeficiente de Kappa (ver Glosario). Como producto final se digitalizó el mapa de hábitats. El procesamiento de la información para obtener los mapas se llevó a cabo con los programas Arcgis® 9.2 y Envi® 4.5, y Excel 2007®.

Aparte del mapa de hábitats producto de la clasificación supervisada, se creó un mapa con la ubicación del arrecife, las cavernas, las especies y grupos taxonómicos de interés para los visitantes, y lugares de avistamiento de especies visitantes como las tortugas. Este instrumento servirá para guiar a los buzos (tanto a pulmón como con tanque), e informar a los turistas sobre los principales atractivos del ecosistema marino. Dicho mapa se creó gracias a las observaciones durante el buceo de manta y los buceos de evaluación del arrecife. El polígono del arrecife fue una fusión entre los datos de la clasificación y los datos de campo.

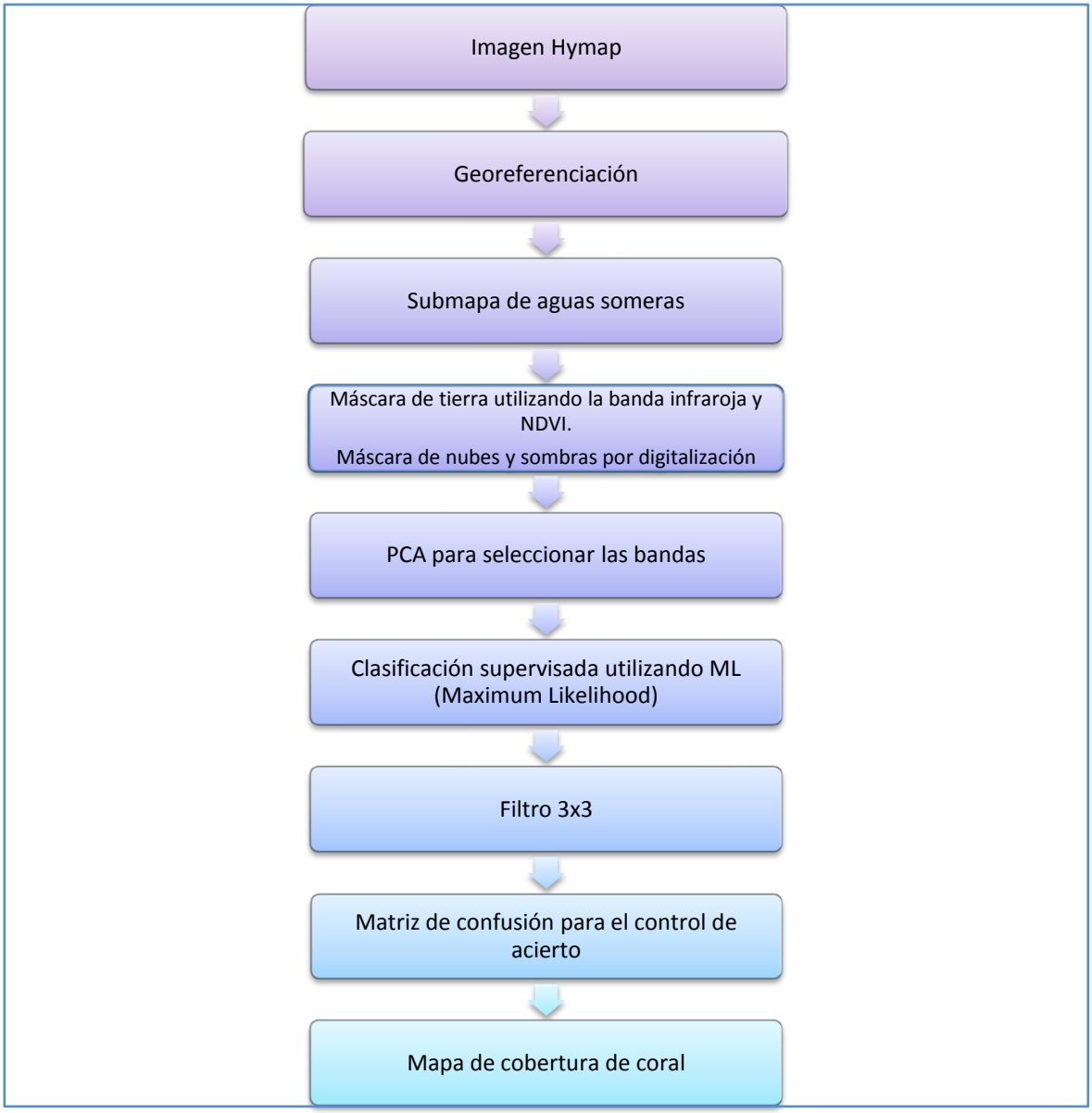


Figura 6. Diagrama de flujo para el procesamiento de la imagen Hymap. Basado en la metodología de Fonseca *et al.* (2010).

3.5.4 Objetivo 4. Proponer una zonificación por condición basada en las oportunidades recreativas, el potencial interpretativo y el estado de salud del ecosistema

Esta zonificación presenta dos pilares base, los cuales son: las condiciones de los recursos (e.g., los indicadores producto del objetivo 2 y el potencial interpretativo del sitio) y la experiencia de los visitantes (según el espectro de oportunidades recreativas producto del análisis del objetivo 2). Además, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

Biológicos

- La ubicación del arrecife en la Isla (por medio de Sistemas de Información Geográfica)
- Las especies dominantes o atractivas en diferentes sitios
- Sitios visitados por especies grandes como tortugas
- Especies vulnerables

Físicos

- Corrientes marinas
- Profundidad del arrecife

Infraestructura

- Ubicación actual de los senderos terrestres para conocer los posibles accesos al arrecife
- Ubicación del muelle, la casa y sitios como el área para comer
- Lugares potenciales de acceso y salida del arrecife
- Lugares potenciales para colocar bollas fijas

Usos

- Zonas actuales de pesca, natación, buceo, surf y tránsito de botes
- Zonas potenciales de pesca, natación y buceo

Manejo

- Objetivos de manejo del sitio
- Actividades permitidas y deseadas en cada sitio
- Espectro de oportunidades recreativas
- Manejo de visitantes por medio de LAC

3.5.4.1 Definición del potencial interpretativo

Se analizó el potencial interpretativo del ecosistema marino dividiendo el hábitat marino en tres sectores según sus características biológicas (presencia, salud y profundidad del arrecife) y físicas (accesibilidad al sitio, presencia de corrientes y olas). El polígono se basó en la ubicación del arrecife producto de los datos tomados del campo. Para escoger el sitio con mayor potencial interpretativo (Figura 7) y se analizaron los tres sitios de la Isla bajo los criterios expuestos en el Cuadro 4.

La matriz utilizada es una adaptación del protocolo de monitoreo del Sistema Arrecifal Mesoamericano SAM (2005). Los parámetros para asignar los valores según cada criterio y la asignación de valores fueron producto de este proyecto de graduación, ya que la metodología carecía de ellos. El sector con mayor puntaje es el que presenta mayor potencial interpretativo.

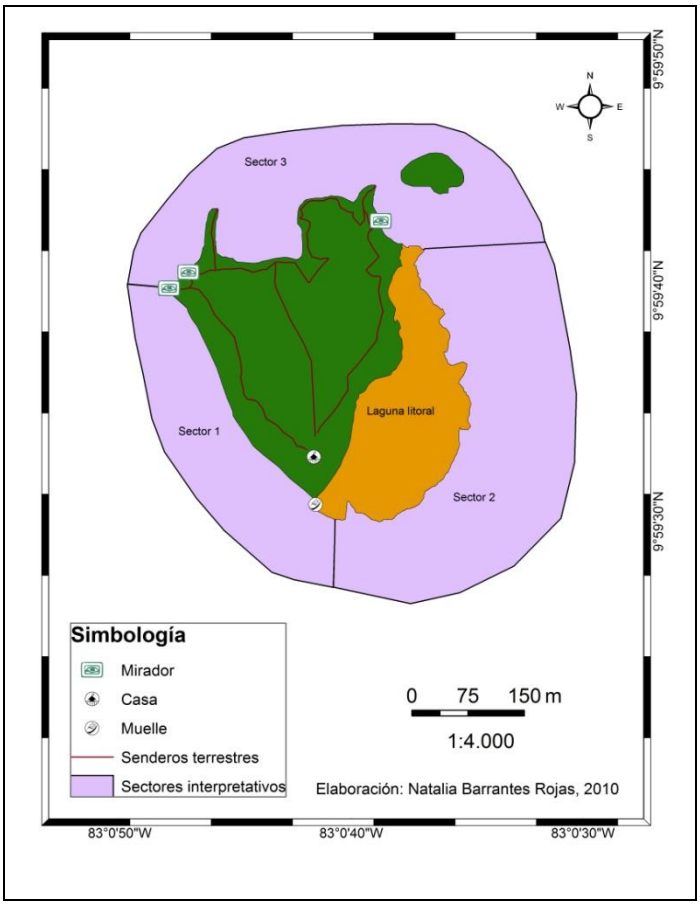


Figura 7. Distribución del ambiente marino de la Isla en tres sectores para analizar el potencial interpretativo. Fuente: Digitalización de imagen Hymap y puntos tomados con GPS durante el proyecto.

Cuadro 4. Matriz utilizada para evaluar el potencial interpretativo del arrecife. Adaptada del Manual de Interpretación Ambiental del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM 2005).

Criterios	**Puntaje**	**3**	**2**	**1**
Singularidad y Atractivo		Tiene una alta diversidad de corales y de peces en comparación con los otros sitios. Se encuentran especies únicas que no se ven en el resto de la Isla. Posee heterogeneidad espacial.	Diversidad de especies de coral y de peces no es tan alta como la categoría anterior. Presencia de especies que se encuentran en otros lugares pero no son muy abundantes. El espacio es poco heterogéneo.	Baja diversidad de especies de coral y de peces. Carece de especies únicas. Todo el espacio es muy similar espacialmente.
Resistencia al impacto		Profundidad mayor a 3 m	Profundidad entre 2 m y 3 m	Profundidad menor a 2 m
Acceso a una diversidad de público		Sí existen condiciones de acceso por medio terrestre y marino. El acceso se encuentra cerca de senderos o zonas de tránsito. La fuerza de la corriente permite la estadía de nadadores experimentados y no tan experimentados	Condiciones de acceso son difíciles (no hay senderos que lleguen a ese sitio, hay que caminar por rocas o parte de la plataforma de arrecife muerto, hay que nadar para llegar al sitio) Las corrientes requieren de experiencia y fuerza nadando	No hay condiciones de acceso, sólo se puede acceder por medio de bote. Las corrientes ponen en riesgo la salud de los usuarios
Afluencia actual del público		Es visitado por el público actualmente	Los visitantes conocen del sitio pero prefieren ir a otro	No es visitado ni conocido actualmente por el público
Estacionalidad		Debido a las condiciones de visibilidad y corrientes se puede acceder todo el año	Debido a las condiciones de visibilidad y corrientes sólo puede ser accedido durante al menos 4 meses del año.	Debido a las condiciones de visibilidad y corrientes puede ser accedido en pocas ocasiones del año (menos de 4 meses).
Facilidad de infraestructura		Existen actualmente sitios para entrar y salir del agua cómodamente sin poner en riesgo a los visitantes	No existen actualmente sitios de entrada y salida del agua para visitantes pero son factibles de construir	No existen actualmente sitios de entrada y salida del agua, pero las condiciones no permiten su construcción. Debido a que ponen en peligro el ecosistema y /o los visitantes

Singularidad: Se refiere a la frecuencia con que aparece ese rasgo o valor en el área. Indica el grado de importancia intrínseca de ese lugar- o rasgo- con respecto a toda el área. Normalmente, cuanto más único o relevante sea el sitio, mayor potencial interpretativo tendrá.

Atractivo: Capacidad del recurso para despertar la curiosidad y el interés en el público.

Resistencia al impacto: Capacidad del recurso o sitio en cuestión para resistir la presión de visitas y el uso. Esta capacidad depende del sustrato (si es coral, esponjas, arena o roca) las características ecológicas del lugar y la fragilidad del recurso en cuestión.

Acceso a una diversidad de público: Se refiere a la posibilidad física que ofrece el lugar para que una amplia variedad de público lo visite, dentro de los factores a evaluar se encuentran cercanía de la costa, presencia de corrientes marinas, profundidad.

Afluencia actual del público: Es la cantidad de público que se estima visita, se concentra o reúne en ese momento en el recurso en cuestión o en sus alrededores inmediatos, sea debido al rasgo interpretativo o por otros motivos.

Estacionalidad: Es el tiempo o período en que el rasgo puede permanecer asequible al visitante a lo largo del año. Esto puede ser debido a factores climáticos, biológicos o de conservación.

Facilidad de infraestructura: Facilidades que ofrece el lugar de ser acondicionado para recibir visitas, considerando su estado actual de acceso, conservación e información.

3.5.5 Objetivo 5. Proponer una planificación interpretativa del arrecife, que permita al público aprender sobre su fragilidad, el impacto de sus actividades y cómo mitigarlas.

Este es un objetivo teórico que incluye un resumen de la información recopilada en los objetivos anteriores y forma parte de la propuesta de manejo de uso público y la transmisión del mensaje a los visitantes. La formulación del programa interpretativo se basó en el Perfil General del Plan Interpretativo (Morrison y Mayorga in prep.) y en Helmich (1997).

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos según cada objetivo.

4.1 Objetivo 1. Definir indicadores de salud del arrecife, que sirvan como base de comparación de Límites de Cambio Aceptable (LAC) para futuros monitoreos y ayude a la toma de decisiones en su manejo.

Los indicadores escogidos para monitorear el arrecife y los datos producto de la validación y prueba de los mismos se presentan en el Cuadro 5. Hay ciertos indicadores como los censos de peces y quebraduras de coral para los cuales no se pudieron obtener suficientes datos debido a las condiciones naturales como baja visibilidad y una corriente marina muy fuerte. De la misma manera no se pudieron terminar los muestreos debido a problemas con los usuarios de la Isla. Esto hizo imposible reprogramar la gira cuando las condiciones climáticas estuvieran más favorables. En el caso de los peces, sólo se tuvieron cuatro muestras de las diez que se recomienda en la metodología de AGRRA. Además, a pesar que para los organismos sésiles se obtuvieron las seis muestras que pide la metodología, hubiera sido recomendable un mayor número, para disminuir la alta desviación estándar de los datos (Cuadro 5).

En términos generales, el arrecife se encuentra bastante saludable, sobre todo el lado este de la Isla (Figura 7), la parte oeste mostró variaciones durante los dos años del estudio: (a) aumentó la abundancia de zoántidos y de algas tipo turf, probablemente por el flujo de materia orgánica producto del emisario submarino. (b) la abundancia de esponjas disminuyó y (c) se encontraron más corales con quebraduras o volteados por las anclas de los botes. En cuanto a los rasgos especiales que presenta el arrecife, se encontraron colonias de *Acropora palmata* de un tamaño mayor a las que se pueden observar en otros sitios del Caribe sur, como Cahuita y Manzanillo (obs. per.) Asimismo, dentro del arrecife se encontraron colonias gigantes de *Montastraea faveolata y Siderastrea siderea* con un diámetro de 4 m y una altura de 2 m (Cuadro 6).

Las especies de corales encontradas durante los muestreos fueron *Siderastrea siderea*, *Agaricia agaricites*, *Porites asteroides*, *Diploria strigosa*, *Montastraea faveolata*, *Montastraea cavernosa*, *Millepora complanata*. *Acropora palmata* es una especie abundante en ciertos sectores de la Isla, pero no se encontró en el sector donde se realizó el muestreo, en la Figura 11 se observa la distribución de esa especie, otras especies dominantes fueron *S. siderea* y *M. complanata.* En el Cuadro 6 se encuentra la estadística descriptiva del análisis de las hojas de cálculo de AGRRA para cada especie. La diversidad de especies de coral según el índice de Shannon-Wiener fue de H= 1,6, tan solo un poco menor a la del arrecife mesoamericano en 1997 (H=1,7) (McField y Kramer 2007) y estuvo dentro del rango encontrado en Cahuita en 1999 (H=1,4-1,9) (Fonseca 2003). La cobertura de coral vivo fue de 12,9%±8,4, sustancialmente mayor que el 3%±1 encontrado en Cahuita en 1999 (Fonseca 2003), pero usando el método AGRRA, y significativamente parecido al 16,89%±9,46 de Cahuita en el 2004 (Fonseca *et al.* 2006). Debe destacarse que las metodologías implementadas fueron diferentes. En Fonseca (2006) se utilizó CARICOMP, que consiste de transectos que siguen el contorno arrecifal, por lo que la cobertura se sobreestima en comparación con la metodología de AGGRA (Fonseca *et al.* 2006) y los resultados no son comparables. Se contabilizó un promedio de 4,5±3,2 colonias de coral mayores a 10 cm por cada transecto de 10m. En Cahuita en 1999 se obtuvo el mismo valor (Fonseca 2003). En general el porcentaje de mortalidad de los corales duros (11,8%) fue menor que en Cahuita (12,5%) (Fonseca 2003). La proporción coral:algas es de 3,15 lo que indica que actualmente la cobertura de coral es tres veces mayor que la de algas. Dentro de la composición de algas dominaron las macroalgas carnosas, con un 2,8% de la cobertura total, mientras las crustosas coralinas representaron un 0,9% y las macroalgas calcáreas un 0,4%.

Cuadro 5. Datos base para los indicadores de salud del arrecife.

Tipo de indicador	Atributo	Indicador	Resultados (promedio ± 1 desv. estánd)
Estructura del ecosistema	Biodiversidad	Diversidad de especies de coral	H= 1,61
		Diversidad de especies de peces	Tamaño de muestra insuficiente
	Estructura de la comunidad	Cobertura de coral vivo	12,9%±8,4
		Proporción coral:algas	3,15:1
		Abundancia de peces	276,82 g/100 m². Tamaño de muestra para la abundancia por especie es insuficiente
Función del ecosistema	Reproducción y reclutamiento	Reclutamiento de corales	4,1 por m²±7,7
		Frecuencias del tamaño de coral	*Siderastrea siderea* 31,3 cm *Agaricia agarisites* 32,7 cm *Montastraea cavernosa* 34,7 cm *Acropora palmata* no hay datos
		Frecuencias del tamaño de peces	Tamaño de muestra insuficiente
	Condición coralina	Mortalidad del coral	Muerte reciente 1,9%±1,7 Muerte antigua 9,9%±13,4
		Enfermedades de los corales	0%
		Blanqueamiento de coral	2,4%±5,8
		Densidad de coral fracturado	Todavía no hay datos
	Herbivoría	Abundancia de peces herbívoros	Tamaño de muestra insuficiente
		Abundancia de erizos *Diadema antillarum*	No se encontró ningún erizo
		Índice de macroalgas carnosas	3,8

Cuadro 6. Estadísticas para las especies de coral encontradas durante la aplicación de la metodología de AGRRA.

Características	Especie	SSID	AAGA	MCAV	PAST	DSTR	MFAV	MCOM
Número de colonias		12	4	4	3	2	1	1
% del total		44	15	15	11	7	4	4
Número de colonias/metro de línea		0,24	0,08	0,08	0,06	0,04	0,02	0,02
Diámetro promedio(cm)		31,3	32,7	34,7	16,0	26,0	400,0	
Promedio de % muerto		8,4	5,0	22,5	0	17,5	30,0	0
Promedio de % de muerte reciente		1,3	2,5	0,3	0	0,0	5,0	0

SSID= *Siderastrea siderea*, AAGA= *Agaricia agaricites*, PAST= *Porites asteroides*, DSTR= *Diploria strigosa*, MFAV= *Montastraea faveolata*, MCAV= *Montastraea cavernosa* y MCOM= *Millepora complanata.*

Como producto de los buceos se amplió la lista actual de peces de la Isla, para tener un total de 96 especies de peces en el sitio. *Batrachoides gilberti* (Batrachoididae), *Apogon* sp. (Apogonidae) e *Hippocampus* sp. (Syngnathidae) son nuevos registros para la Isla. Gamboa (1998) registró las siguientes especies como más abundantes durante sus muestreos: *Microspathodon chrysurus, Abudefduf saxatilis, Thalassoma bifasciatum, Acanthurus bahianus, Stegastes fuscus, Bodianus rufus, Halichoeres garnoti, Chromis multilineata, Stegastes partitus* y *Epinephelus fulvus*. Sin embargo, según los datos obtenidos de las observaciones de este proyecto, sólo coinciden con las primeras cinco especies de Gamboa (1998) y otras distintas figuran entre las dominantes: *Kyphosus sectatrix, Halichoeres bivittatus, Halichoeres maculipinna, Labrisomus nuchipinnis* y *Sparisoma rubripinne.* Pereira (2006) coincide en que *A. saxatilis* y *T. bifasciatum* son parte de las especies más comunes

Al comparar dichas observaciones, sale a relucir una disminución cualitativa en las poblaciones de *S. partitus, C. multilineata, E. fulvus B. rufus* y *H. garnoti*; todos ellos son utilizados en acuarios y los últimos dos son vendidos a un alto valor (Froese y Pauly 2010). En la familia Labridae, el nicho que fuera de *H. garnoti* parece estar ocupado actualmente por H. *bivittatus* y *H. maculipinna.*

El Cuadro 7 muestra la lista de peces y compara las especies reportadas para la Isla Quiribrí en 1998, 2006 y entre el 2008-2009 producto de este proyecto. Sin embargo, hay que aclarar que tanto el esfuerzo de muestreo como las condiciones en que se realizaron son muy diferentes de un estudio a otro. En 1998 se realizaron ocho buceos, Pereira (2006) realizó 11 transectos entre el 2003 y el 2004. En este proyecto se realizaron seis buceos. A pesar que el tamaño de la muestra de este estudio fue menor que en Gamboa (1998) y Pereira (2006), se logró registrar el 43% y el 51% de las especies, reportadas por ellos respectivamente. Además de ocho y cinco especies que no fueron observadas en esos estudios respectivamente.

Cuadro 7. Lista de especies de peces reportadas para la Isla Quiribrí en los años 1998, 2006 y 2008-2009 (durante este proyecto).

Familia	**Especie (nomenclatura según Humann y Deloach 2002)**	**Fuente**			**Características especiales**	
		Gamboa (1998)	Pereira (2006)	Este proyecto	De la especie	De la familia
Acanthuridae	*Acanthurus chirurgus*	x	x	x		Familia clave de AGRRA por ser herbívoros claves, algunos son utilizados en acuarios
	Acanthurus bahianus	x	x	x		
	Acanthurus coeruleus	x	x	x		
Apogonidae	*Apogon* sp.			x		La mayoría son nocturnos. Se alimentan de zooplancton y pequeños invertebrados bénticos.

Cuadro 7. Continuación.

Balistidae	*Melichthys niger*		x		Especie clave de AGRRA por su importancia comercial y por ser depredadores claves de *Diadema*	Carnívoros diurnos
Batrachoididae	*Batrachoides gilberti*			x		Bentónicos
Belonidae	*Tylosurus crocodilus*		x			Piscívoros
Bleniidae	*Ophioblennius atlanticus*	x	x	x		Mayoría bentónicos, tienen una dieta mixta de algas e invertebrados bénticos, algunos son planctívoros y otros mimetizan a los limpiadores.
Carangidae	*Caranx bartholomaei*	x				Depredadores de nado rápido, se alimentan de invertebrados y peces, habitan las aguas sobre el arrecife y el mar abierto De importancia comercial para pesca de consumo y recreativa.
	Caranx crysos	x				
	Caranx ruber	x	x	x	Especie clave de AGRRA por su importancia comercial	
	Trachinotus goodei		x			

Cuadro 7. Continuación.

Chaetodontidae	*Chaetodon capistratus*	x	x	x		Familia clave de AGRRA por ser herbívoros claves y por ser utilizados en acuarios
	Chaetodon ocellatus	x	x			
Cirrhitidae	*Amblycirrhitus pinos*	x				Carnívoros, se alimentan de pequeños crustáceos y peces
Dasyatidae	*Dasyatis americana*		x			
Elopidae	*Megalops atlanticus*	x				
Ephippidae	*Chaetodipterus faber*	x				Omnívoros de algas e invertebrados. Utilizados en acuarios
Gerreidae	*Eucinostomus jonesi*		x			Carnívoros de invertebrados bentónicos. De importancia comercial para consumo humano
	Eucinostomus argenteus		x			
Gobiidae	*Gnatholepis thompsoni*	x				Bentónicos, carnívoros de pequeños invertebrados, algunos planctívoros y otros limpiadores.
	Coryphopterus eidolon		x			

Cuadro 7. Continuación.

Haemulidae	*Anisotemus virginicus*	x	x	x		Familia clave de AGRRA por su importancia comercial para consumo. Son piscívoros bentónicos
	Anisotremus surinamensis	x				
	Haemulon aurolineatum	x				
	Haemulon carbonarium	x				
	Haemulon flavolineatum		x	x		
	Haemulon macrostomum	x	x	x		
	Haemulon sciurius		x			
Holocentridae	*Holocentrus adscensionis*	x	x			Carnívoros, se alimentan de zooplancton grande, invertebrados bénticos y peces pequeños
	Holocentrus (*Sargocentron*) *coruscum*	x				
	Holocentrus (*Sargocentron*) *vexillarium*	x	x			
	Myripristis jacobus	x	x	x		
Kyphosidae	*Kyphosus sectatrix*		x	x		La subfamilia Kyphosinae es herbívora
	Kyphosus spp.	x				
Labridae	*Bodianus rufus*	x	x	x	Especie clave de AGRRA por su importancia comercial	La mayoría de las especies son excavadoras de arena. Carnívoros de invertebrados bentónicos, algunos son planctívoros, y algunos peces pequeños remueven ectoparásitos. Algunos son utilizados en la pesca y otros en acuarios
	Halichoeres bivittatus	x	x	x		
	Halichoeres cyanocephalus	x				
	Halichoeres garnoti	x	x			
	Halichoeres maculipinna		x	x		
	Halichoeres pictus	x				
	Halichoeres poeyi	x	x			
	Halichoeres radiatus	x	x			

Cuadro 7. Continuación

Labridae	*Thalassoma bifasciatum*	x	x	x		
	Xyrichtys splendens		x			
Labrisomidae	*Labrisomus nuchipinnis*		x	x		Se alimentan de invertebrados bentónicos
Lutjanidae	*Lutjanus analis*	x				Familia clave de AGRRA por su importancia comercial y por ser carnívoros claves (piscívoros bentónicos)
	Lutjanus apodus	x	x			
	Lutjanus jocu	x				
	Lutjanus mahogoni	x	x			
	Lutjanus synagris		x			
	Ocyurus chrysurus	x				
Monacanthidae	*Cantherhines pullus*	x		x		Carnívoros, la mayoría se alimenta de invertebrados bentónicos, pero algunos se especializan en corales o zooplancton.
	Stephanolepis setifer		x			
Mullidae	*Mulloidichthys martinicus*	x				Carnívoros de invertebrados bentónicos y peces pequeños. Importancia para la pesca
	Pseudupeneus maculatus	x				
Muraenidae	*Echidna catenata*		x			Carnívoros, de crustáceos cefalópodos y peces pequeños.
	Gymnothorax miliaris		x			
	Gymnothorax funebris		x			

Cuadro 7. Continuación

Opisthognathidae	*Opisthognathus macrognathus*		x			Carnívoros de invertebrados bentónicos y plantónicos.
Pempheridae	*Pempheris schomburgki*	x				Se alimentan de plancton en la noche.
Pomacanthidae	*Pomacanthus arcuatus*	x	x	x		Familia clave de AGRRA por su alto valor recreativo, objetivo de acuaristas
	Pomacanthus paru	x	x			
	Holocanthus ciliaris	x	x			
	Holocanthus tricolor	x		x		
Pomacentridae	*Abudefduf saxatilis*	x	x	x		Herbívoros, omnívoros o planctívoros, altamente territoriales
	Abudefduf taurus		x	x		
	Chromis cyanea	x				
	Chromis multilineata	x	x			
	Microspathodon chrysurus	x	x	x	Especie clave de AGGRA por ser herbívoro clave. Juveniles utilizados en acuarios	
	Stegastes adustus		x			
	Stegastes partitus	x	x	x		
	Stegastes fuscus	x	x			
	Stegastes leucostictus	x	x			
	Stegastes planiformis	x				
Priacanthidae	*Priacanthus arenatus*		x			

Cuadro 7. Continuación

Scaridae	*Scarus coelestinus*	x				Familia clave de AGRRA por ser herbívoros claves
	Scarus taeniopterus		x			
	Sparisoma atomarium	x				
	Sparisoma rubripinne	x		x		
	Sparisoma viride	x	x	x		
Sciaenidae	*Equetus punctatus*	x				Bentónicos carnívoros de invertebrados y peces pequeños. Los juveniles son utilizados en acuarios.
	Odontoscion dentex	x				
Scombridae	*Scomberomorus maculatus*	x				Carnívoros
Serranidae	*Epinephelus* (*Cephalopholis*) *cruentatus*	x			Género clave de AGRRA por su importancia comercial y por ser carnívoros claves (piscívoros bentónicos)	Depredadores bentónicos, se alimentan de crustáceos y peces. Cotizados para la pesca de consumo humano.
	Epinephelus fulvus (*Cephalopholis fulva*)	x	x			
	Mycteroperca venenosa	x				
	Liopropoma rubre	x				
	Mycteroperca interstitialis		x			
	Rypticus saponaceus		x			
	Serranus subligarius	x				
	Serranus tabacaruis		x			
	Serranus tigrinus	x				

Cuadro 7. Continuación

Sphyraenidae	*Sphyraena barracuda*	x		x	Especie clave de AGRRA por su importancia comercial	
Syngnathidae	*Hippocampus* sp.			x	Apéndice II de CITES	Piscívoros. Utilizados en la pesca de consumo y deportiva.
Tetraodontidae	*Canthigaster rostrata*	x	x			

El análisis cualitativo de las especies de peces claves (Figura 8) muestra que el grupo de los loros (Familia Scaridae) es el más dominante. Además, se nota una ausencia de peces mayores a 40 cm, lo que puede tener tres explicaciones que podrían tener una fuente antropogénica. La ausencia de un arrecife muy complejo con una tridimensionalidad significativa reduce la cantidad de refugios y fuentes de alimentación para los peces más grandes. El segundo factor es que los muestreos se concentraron en aguas muy someras, y muchos especímenes de mayor edad (y tamaño) prefieren buscar aguas más profundas. Alternativamente, como algunos de estos grupos (e.g., pargos, meros y roncadores) son muy cotizados para la pesca de consumo, la ausencia de especímenes grandes podría ser un indicador indirecto de sobrepesca local. Los peces ornamentales como los ángeles y mariposas no presentan una gran abundancia, incluso durante las giras se observaron personas extrayendo algunas especies como *Chaetodon capistratus*. La categoría de otros incluye a especies abundantes: *Bodianus rufus* y *Microspathodon chrysurus* o depredadores (e.g., *Caranx ruber* y *Sphyraena barracuda*).

La Figura 9 muestra la distribución de peces por grupo trófico. Entre los herbívoros se incluyeron las familias Scaridae (loros) y Acanthuridae; (cirujanos) y *M. chrysurus*. El grupo de carnívoros incluyó las familias Haemulidae, Lutjanidae y Serranidae y *S. barracuda*. En general, se encuentra una abundancia mayor de herbívoros y la frecuencia de tamaño dominante es la de 11 a 20 cm. No se encontraron carnívoros ni piscívoros

bentónicos mayores a 20 cm, factor posiblemente relacionado con el tamaño de las colonias coralinas, las cuales tienen un tamaño máximo promedio de 30 cm, por lo que no pueden ofrecer refugio ni hábitat a especies más grandes.

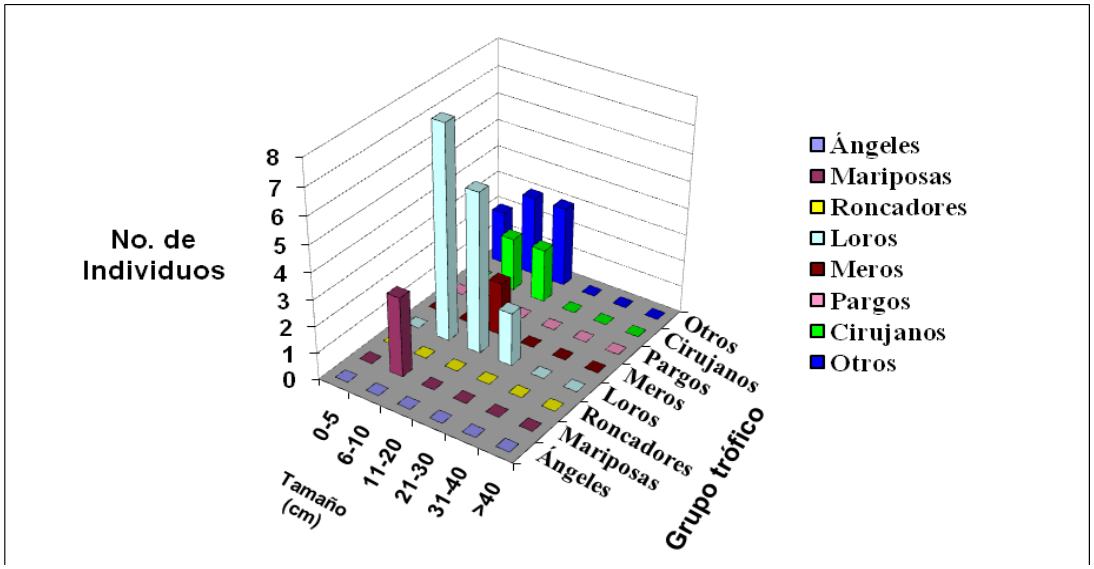


Figura 8. Distribución y frecuencia de los principales grupos de peces de la Isla Uvita, a partir de las observaciones realizadas en octubre de 2009.

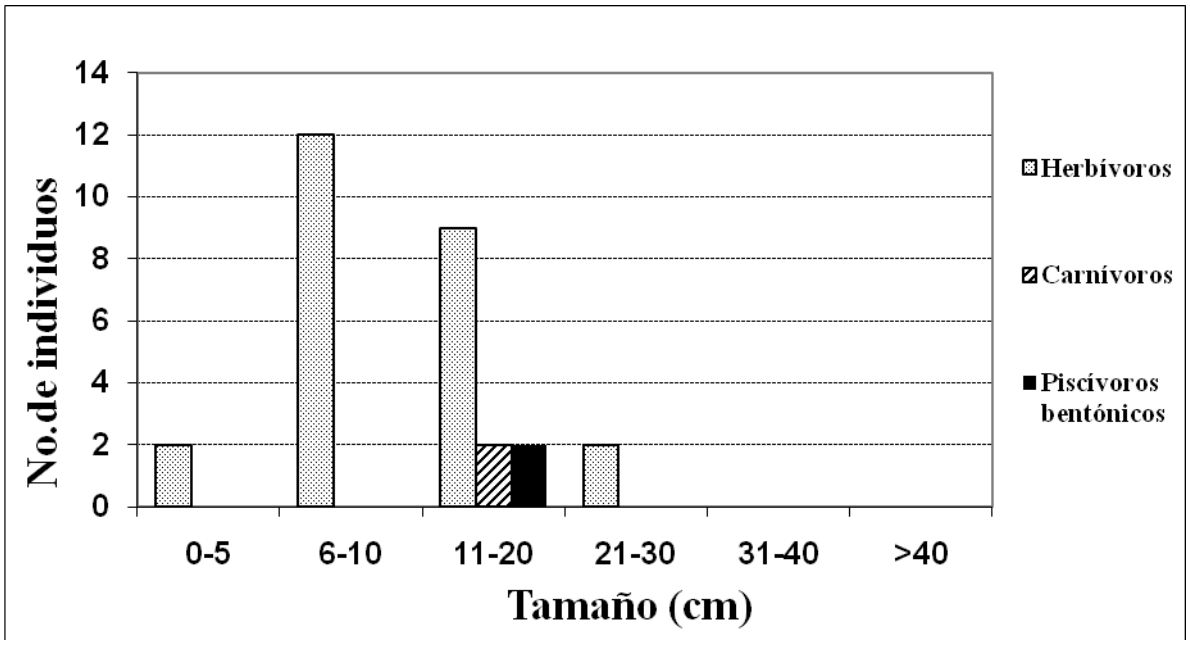


Figura 9. Distribución y frecuencia de los grupos tróficos de las especies calves de peces de la Isla Uvita, a partir de las observaciones realizadas en octubre de 2009.

4.2 Objetivo 2. Definir los parámetros de cambio adaptados para el arrecife de la Isla y las técnicas de mitigación con base en la Teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC).

4.2.1 Detección de las preocupaciones y las amenazas del área de estudio

4.2.1.1 Características y valores únicos

Valor de la Isla desde los siguientes puntos de vista:

Ecológico y de conservación: La importancia biológica fue descrita en los antecedentes en el capítulo I.

Científico: sitio potencial para estudios de ecología, zoología, oceanografía y más.

Recreacional: una de las pocas playas cerca de Limón con condiciones aptas para bañarse. La naturaleza y el paisaje son factores que atraen a la mayoría de los visitantes a la Isla.

Educativo: potencial para educación ambiental al aire libre.

Histórico: Sitio al cual llegó Cristóbal Colón en su cuarto y último viaje en 1502; tiene todo un valor histórico en la identidad costarricense y limonense. Es un antiguo leprosario.

4.2.1.2 Problemas y preocupaciones que requieren de atención especial

Entre los factores que afectan el ecosistema de la Isla, tres tienen mayor relevancia e impacto actualmente en la salud del arrecife y de los usuarios de la Isla. (1) La contaminación generada por el emisario submarino y por residuos sólidos que llegan a la playa. Gamboa (1998) señala que la descarga de aguas negras del emisario submarino, aunque estas sean tratadas, limitaría el uso de este lugar como balneario. Además recalca la necesidad de un monitoreo constante de la contaminación de las aguas de la isla Sin embargo, no se ha realizado ningún muestreo desde el 23 de agosto del 2005, justo antes de que entrara en funcionamiento el emisario (AyA 2010). (2) Los daños al arrecife causados por los usuarios: quebraduras de coral por las anclas de los boteros, el uso inadecuado de las patas de rana y la extracción de peces ornamentales. (3) La invasión del pez león nombre común para describir dos especies (*Pterois volitans* y *Pterois miles*), el cual es una especie originaria del Indo-Pacífico que ha invadido los arrecifes en el océano Atlántico Occidental; dentro de su dieta carnívora se incluyen pargos, meros, loros, damiselas,

roncadores, gobios, cardenales, limpiadores, blenios y crustáceos pequeños (Molina-Ureña 2009). Los principales efectos al ecosistema consisten en la competencia con los depredadores nativos y las altas tasas de depredación, pues las especies locales no están adaptadas con mecanismos de defensa contra el pez león. Según Albins y Hixon (2008), "un solo pez león puede causar una reducción de 79% en las densidades de peces jóvenes en un arrecife."

4.2.2 Definición y descripción las clases de oportunidades recreativas

4.2.2.1 Perfil del visitante y oportunidades especiales que pueden alcanzar en el área

Perfil del visitante: Los usuarios actuales de la Isla son en su mayoría limonenses (71%), la edad promedio es de 31 años. El 54% de los visitantes son mujeres y el 46% hombres, de los cuales más de la mitad ha visitado la Isla antes (67%). La mayoría viene al menos una vez al año, durante los fines de semana, se queda todo el día (57%) y viene acompañado de familiares o amigos. El resumen del perfil se encuentra en el Cuadro 8

Según los visitantes de la Isla, una característica especial que tiene es que en ella encuentran silencio, paz y tranquilidad, un lugar para relajarse y descansar, lo cual lo convierte en una oportunidad especial de disfrute. Casi todos mencionan que la naturaleza y el paisaje son factores que los atraen hacia la Isla. A un 29% le gusta estar en la Isla cuando hay muchas personas, mientras que a un 57% prefiere estar con poca gente.

Actualmente, se realizan las siguientes actividades en la Isla: natación, buceo a pulmón, recorrido de los senderos, juegos de futbol, almuerzos compartidos, pesca artesanal (caña de pescar y arbaleta), pesca de peces ornamentales (en poca escala). Todos estos usos caben dentro de los objetivos de manejo de los administradores; además, están los usos potenciales que son los de investigación y educación.

El sitio presenta potencial para desarrollar más el buceo a pulmón, la interpretación y la educación ambiental, pues existe una demanda para esas actividades y los recursos naturales para realizarlas.

Cuadro 8. Perfil de los visitantes (n=63) de la Isla Quiribrí, según la encuesta aplicada entre el 16 y 18 de mayo del 2009.

Nombre del perfil	**Visitantes de la Isla Quiribrí**
Beneficio	Escape, diversión, descanso
Demográficos	
Edad	14-72 años. Edad promedio 31 años
Ruta para llegar al sitio, patrones de viajar	Todos llegan en bote. Mayoría llama a un conocido para venir (42%). Tiene un costo aproximado de 2.000 colones
Tamaño de grupo, composición, nacionalidad	Amistades (44%), parejas (9%) y familias (44%). 71% son Limonenses. Casi todos nacionales. El 67% ha venido antes a la Isla.
Duración de estadía	57% se queda todo el día. Llegan los fines de semana y días feriados.
Psicográficos	
Nivel de interés	Casual a general*
Atracciones principales del sitio	Naturaleza, el paisaje y el mar
Actividades y servicios necesarios/deseados	Natación, buceo a pulmón, recorrer los senderos, jugar futbol, almuerzos compartidos, pesca.
Valores, motivos, experiencia deseada	Silencio, paz y tranquilidad, un lugar para relajarse y descansar
Necesidades especiales/Consideraciones	Contar con duchas y servicios sanitarios. Tener ventas de comida y agua potable
Cantidades de visitantes en sitio	Promedio de 367 visitantes por mes

* Descrito según World Heritage Center (2007).

4.2.2.2 Caracterización de las zonas según las oportunidades recreativas

La zona A (Figura 5) comprende el área del muelle, de la casa, la playa al lado del muelle y el sitio para comer. Es el punto de llegada y salida de la Isla y tiene una vista hacia el muelle de Limón y la costa. En esta zona se concentran más las personas; la densidad aproximada en temporada alta es de 20 personas en el muelle y de 50 personas en los alrededores de la casa. Dentro de las actividades se encuentran los almuerzos compartidos, juegos de futbol (en un área abierta al lado de la casa), la toma de sol, nado frente al muelle, pesca y buceo a pulmón. Por lo general los usuarios se quedan en este sitio porque disfrutan de socializar y estar rodeados de otras personas.

La zona B (Figura 5) comprende el resto de la Isla a partir del comienzo de los senderos. La única infraestructura visible es el faro a lo lejos y las barandas de los miradores en mal estado. La vista desde esta zona da hacia el mar abierto. Es el sector más solitario, generalmente se encuentran pocos usuarios, lo más común es observar de dos a tres personas pescando, algunas parejas aisladas y caminantes en los senderos o un grupo pequeño de bañistas en la piscina natural. Las actividades tienden a ser más tranquilas e introspectivas. Los resultados de este inventario se pueden observar en el Cuadro 9.

La zona A se clasifica como rural natural**,** a pesar de que las características de manejo la clasifiquen como semi-primitivo. Esta decisión se basa en que actualmente no se está implementando un plan de manejo en la Isla, ni existen acciones concretas al respecto, por lo que es de esperar que la clasificación semi-primitiva predomine sin expresar realmente las oportunidades que se desean y que se perciben en el sitio. En este caso, los atributos físicos y sociales son los de mayor peso, ya que es el área más social y el objetivo es mantenerla de esa manera regulando las actividades que en ella se realizan. Las acciones de manejo requeridas para el sitio para que haya concordancia con el tipo de oportunidad se enumeran en la sección 4.2.2.3 .

La zona B se encuentra dentro del espectro de lo semi-primitivo, ya que la intención que predomina es la de conservar las características físicas y de manejo actual, sin embargo son necesarias ciertas acciones para que los atributos sociales cumplan con los objetivos del sitio, las cuales se describen en la siguiente sección. La decisión de proponer dos tipos de experiencias recreativas diferentes en un lugar tan pequeño como la Isla se basa en el

patrón actual de uso por parte de los visitantes, en el tipo de actividades y sensaciones que desean percibir (descritos en el perfil del visitante de la sección anterior), y el hecho que la Isla cuente con una barrera natural que es una pequeña colina de 18 m.s.n.m. en la parte norte, la cual es necesario subir y bajar para acceder al lado norte de la Isla. Dicha elevación actúa como una barrera psicológica y aumenta el sentido de soledad en la zona B (obs. per., encuestas y conversaciones con visitantes).

4.2.2.3 Acciones de manejo necesarias para cumplir con las oportunidades recreativas deseadas para cada zona.

Zona A (Fig. 5)

- Mejorar las condiciones del muelle, pero hay que ser cuidadosos si se quiere ampliar ya que alrededor del muelle están las colonias de *A. palmata* más grandes de todas.
- Creación de un sendero de acceso al arrecife.
- Construcción de escaleras en el lado del muelle para que suban los bañistas.
- Mejorar el salón de visitantes (tapar goteras, pintar, barnizar, mejorar la puerta).
- Colocar basureros.
- Rotulación con información sobre los recursos disponibles en la Isla
- Señalización de senderos con su distancia y duración aproximada
- Construcción de servicios sanitarios y duchas

Zona B (Fig. 5)

- Mejorar las barandas de los miradores.
- Señalar los senderos.
- Prohibir el uso de equipos de sonido para no afectar el disfrute de los demás.
- Controlar la densidad de personas.
- Recorrer los senderos en una sola dirección

Cuadro 9. Resultado del inventario de las oportunidades recreativas actuales de cada sector de la Isla Uvita.

Característica	Puntaje para sitio A	Clasificación	Puntaje para sitio B	Clasificación
Físicas				
Grado de desarrollo	5	Rural natural	11	Semi-Primitivo
Sentimiento de cercanía a una comunidad	7		11	
Grado de modificación de los recursos naturales	5		7	
Distancia del desarrollo al recurso acuático	3		11	
Grado en que el ambiente natural domina el área	11		11	
Promedio	6,2		10,2	
Manejo				
Grado de la presencia de manejo	9	Semi-primitivo	9	Semi-primitivo
Grado de acceso público	9		7	
Grado de sitios y facilidades de recreación	7		9	
Grado de servicios para los visitantes	11		11	
Promedio	9		9	
Social				
Grado de la presencia de visitantes	3	Rural natural	5	Rural natural
Grado de la concentración de visitantes	3		7	
Grado de la diversidad de recreación	7		7	
Grado de confort de los visitantes	7		9	
Grado de soledad y lejanía	7		9	
Grado de uso no recreativo	9		9	
Promedio	6		7,6	

A continuación, se presenta una caracterización de los dos ambientes según el espectro de oportunidades recreativas que se encuentran en la Isla, además se describen las experiencias que concuerdan con cada tipo de ambiente, estas descripciones están basadas en Haas *et al.* (2004) y adaptadas para la Isla Quiribrí (Fig. 5).

Características y experiencias recreativas del ambiente Rural Natural (Zona A): Se encuentra a una distancia considerable de la ciudad de Limón, la naturaleza predomina en el paisaje, sin embargo se observa el muelle y ocasionalmente algún barco pasar. Los sonidos, vistas y olores de la civilización son ocasionales o infrecuentes. Los recursos acuáticos están rodeados de ambientes naturales. El manejo del sitio se nota ocasionalmente en forma de facilidades para los visitantes (casa y mesas para comer), señalización, y servicios. Los visitantes desean una sensación de tranquilidad y de escape de su rutina diaria. La oportunidad para que los visitantes vean, huelan y escuchen la naturaleza es prevalente y común, al igual que las ocasiones para disfrutar de períodos de soledad.

Debido al desarrollo y las actividades humanas las modificaciones a los recursos naturales se consideran ocasionales (e.g. el muelle y la casa). La socialización con otras personas fuera del grupo de uno no es muy importante, sin embargo se espera y se tolera la presencia de otros visitantes. No se espera un alto sentido de seguridad, confort y conveniencia (lo que se corrobora con los resultados de la encuesta). Es importante la oportunidad para aliviar la tensión y el sentimiento de independencia y libertad con una presencia moderada de manejo. Las experiencias tienden a depender de los recursos y pueden ser diversas, incluyen relajación y contemplación (acampar, tomar el sol, nadar, navegar, surfear, bucear y pescar), socialización, trabajo físico y retos (pesca deportiva, andar en kayak, jugar futbol).

Características y experiencias recreativas del ambiente semi-primitivo (Zona B): Por donde quiera que se mire no se encuentran rasgos de la ciudad ni del muelle. El área natural envuelve todo alrededor. En el mar se observa el horizonte sin ninguna intervención de edificaciones. El manejo es mínimo y se observa en la forma de barandas en los miradores. Las facilidades son rústicas y se mezclan bien con el ambiente. La protección de los recursos es bastante importante. Las oportunidades para que los visitantes vean, huelan y escuchen la naturaleza son abundantes.

Los visitantes perciben una sensación de soledad y alejamiento. Desean una sensación de tranquilidad y escapar de su rutina diaria. Es importante la oportunidad para experimentar los ecosistemas naturales con poca intervención humana, un sentimiento de aventura, riesgo

y autoconfianza; y la soledad, la ausencia de contacto con otros visitantes y con señales de manejo. Los turistas de aventura y eco-turistas son atraídos a este tipo de lugares.

4.2.3 Inventario de los recursos existentes y las condiciones sociales

Los datos sobre los indicadores de salud del arrecife se presentaron en el objetivo anterior y las condiciones sociales se detallaron en el perfil de los visitantes. El Cuadro 10 resume los recursos naturales, de infraestructura e históricos.

Cuadro 10. Inventario de los recursos presentes en la Isla.

Tipo	Recurso
Naturales	Arrecife
	Playa
	Piscina
	Laguna litoral
Infraestructura	Muelle
	Casa
	Salón de visitantes
	Área de acampar
	Miradores
	Senderos terrestres
Históricos	Sitio al que llegó Colón en su cuarto viaje.
	Fue un antiguo centro de cuarentena para enfermedades contagiosas como la lepra

4.2.4 Selección de los indicadores de los recursos y las condiciones sociales y especificación de estándares para cada uno.

No se van a utilizar los quince indicadores de salud del arrecife expuestos en el objetivo anterior como indicadores de límites de cambio aceptable debido a que no todos son sensibles a los impactos de los visitantes y se estaría cometiendo un error de redundancia (Dinsdale y Harriot 2003). Los siguientes indicadores se seleccionaron tomando en cuenta todas las características que debe de presentar un indicador. El resumen de la información se encuentra en el Cuadro 11.

4.2.4.1 Porcentaje de muerte reciente del coral

Este indicador es sensible a la salud del arrecife, se realiza la observación si dentro de la colonia, con un porcentaje de mortalidad determinado, se encuentran evidencias de enfermedades o blanqueamiento. Basado en los valores de alerta roja de McField y Kramer (2007), se va a tolerar una mortalidad menor al 5%; un incremento en este valor es señal que aconteció una perturbación reciente. En caso que el cambio supere el valor establecido se propone vedar las actividades en esa zona para permitir la recuperación del ecosistema.

4.2.4.2 Densidad de fracturas del coral

Tiene una alta sensibilidad a las perturbaciones causadas por los visitantes como las anclas, los aletazos de los buzos o fracturas por apoyarse y tocar las colonias. Para este indicador no existe una línea de base actual y es necesario tomarla en el momento en que se implemente el plan de manejo.

4.2.4.3 Cobertura del coral vivo

Es importante en los casos donde existan problemas de contaminación u otras fuentes de estrés, porque muestra directamente la salud del coral. Se ha demostrado que no es muy efectiva en distinguir entre la causa de la mortalidad, en caso de haber un descenso (Dinsdale y Harriot 2003), sin embargo responde a los objetivos de manejo de tener una comunidad coralina saludable. El límite de cambio aceptable propuesto es una disminución menor al 5% de la cobertura actual (19,2%), basado en McField y Kramer (2007). En caso contrario, se recomienda vedar las actividades que se realizan en ese lugar y analizar las posibles causas de la disminución de la cobertura. Si el descenso en cobertura es producto de impactos de visitantes como (e.g., las fracturas mencionadas anteriormente), se recomienda vedar las actividades en la zona e implementar técnicas más agresivas de educación, información y manejo de visitantes.

4.2.4.4 Frecuencia del tamaño del coral

Este indicador es sensible a la visitación de botes en sitios donde no hay bollas fijas de anclaje, ya que el tamaño de las colonias puede cambiar según la frecuencia de las perturbaciones humanas, las cuales producen que los corales se fracturen en partes más pequeñas (Dinsdale y Harriot 2003). Las cuatro especies propuestas (*Siderastrea siderea,*

Agaricia agaricites, *Montastraea cavernosa* y *Acropora palmata*) son las más abundantes en la Isla. En el caso de *Acropora palmata* es necesario tomar los datos de frecuencia al comenzar el plan de manejo porque actualmente no los hay. Se propone como cambio aceptable ninguna disminución en los tamaños actuales, se espera que con la implementación de los sitios fijos de anclaje esta situación se mantenga, en caso de existir algún cambio se recomienda evaluar la efectividad de las medidas de manejo.

4.2.4.5 Abundancia de especies de peces claves

Las especies de peces utilizadas dentro de este indicador se especificaron en la metodología. Debido a que estos peces tienen interés comercial o son atractivos como especies ornamentales, son muy sensibles a la visitación en la Isla. En caso de disminuir la abundancia y riqueza de peces, se veda la pesca hasta que se recupere la población. La decisión de proponer el 15% como número para el cambio aceptable, se hace basada en la incertidumbre del muestreo, la precisión de las condiciones del muestreo (visibilidad, corrientes, etc.), de la experiencia del observador, y el comportamiento de las especies. Actualmente no existen datos para la línea de base, por lo que se recomienda tomarlos al comenzar el programa de manejo de la Isla.

4.2.4.6 Frecuencia del tamaño de peces claves por grupo trófico

Este parámetro es sensible a la visitación, en especial a la pesca. Es útil para indicar condiciones de sobrepesca y de ecología de la población, ya que indica si se encuentran suficientes adultos en edad reproductiva para mantener la población y si se encuentra la proporción adecuada de herbívoros, carnívoros y piscívoros. El límite de cambio aceptable propuesto es una disminución en el promedio del tamaño de una categoría (e.g. pasar de 31-40 a 21-30). En caso que exista una disminución en la frecuencia del tamaño de alguna especie en particular, se recomienda regular el tamaño mínimo de captura, vedar la pesca de esta especie o la extracción (si es ornamental). Si la disminución se produce en todas las tallas de las especies comerciales, se veda la pesca totalmente hasta recuperar los tamaños originales. Junto con estas medidas, se recomienda implementar un programa de educación sobre la importancia de una pesca responsable (o sea, permitir a los peces reproducirse y pescar sólo los grandes, que ya alcanzaron la madurez sexual, devolver las hembras preñadas, evitar especies de vida larga como los pargos y los meros, etc.). Actualmente, se

carece de datos para la línea de base, por lo que se recomienda tomarlos al comenzar el programa de manejo de la Isla.

4.2.4.7 Calidad de agua

Este indicador no es sensible a las acciones de manejo, ya que la calidad de agua de la Isla depende en su mayoría del agua de los ríos que desembocan cerca, como el Cieneguita y del emisario submarino. Sin embargo, es necesario conocer este dato para garantizar la salud de los bañistas. Se recomienda que la toma de la muestra de agua se realice entre diciembre y marzo. En estas fechas las corrientes marinas tienen velocidades menores (Lizano y Brenes 2000), lo cual incrementa la probabilidad de un aumento de materia orgánica en la Isla, proveniente del emisario submarino. Además, corresponde con las fechas de vacaciones donde hay un aumento en la visitación de la isla. En caso que la cantidad de coliformes fecales sea mayor a 240 CF/1000 ml (límite apto para la natación), se debe vedar la natación y el buceo. El último análisis de aguas de la Isla realizado por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados (AyA) fue en agosto del 2005 (AyA 2010), resultando negativa la presencia de coliformes fecales en los sitios norte, central y sur de la Isla.

Los indicadores seleccionados anteriormente y las medidas de mitigación propuestas, buscan minimizar el impacto de los diferentes usuarios sobre el ecosistema marino y garantizar la seguridad de los visitantes proporcionando un ambiente saludable. En el caso que las perturbaciones sean producto de acontecimientos globales y no locales (e.g. blanqueamiento producto del calentamiento global, enfermedades producto de las aguas negras del emisario submarino), sería necesario proponer acciones de manejo dentro de un plan regional, que se escapan de los alcances de este programa interpretativo.

Cuadro 11. Resumen de los Límites de Cambio Aceptables (LAC) para el ecosistema marino de la Isla.

Impacto	**Indicador**	**LAC**	**Cómo**	**Cuándo**	**Quién**	**Dónde**	**Estrategias en caso de cambios no aceptables**
Salud del arrecife	Porcentaje de muerte reciente del coral	Mortalidad menor al 5%.	La metodología para cada uno se describe en el capítulo III, sección 3.5.1	Dos veces al año, al principio de la temporada seca (finales de mayo y finales de agosto).	Regente encargado del monitoreo, o estudiantes de Turismo Ecológico de la sede de Limón de la Universidad de Costa Rica, con previo entrenamiento.	Tres sitios: uno cerca del muelle, otro en el sector 1 y otro en el sector 2.	Vedar las actividades en esa zona para permitir la recuperación del ecosistema.
	Densidad de fracturas del coral	Por definir					Cambiar las entradas para snorkel al arrecife. Recomendar a los visitantes el uso de otras zonas. Prohibir el uso de anclas en el sitio (tener zonas de anclaje fijas).
	Cobertura del coral vivo	Disminución menor al 5 % de la cobertura actual (19,2%)					Si el descenso en cobertura es producto de impactos de visitantes se recomienda vedar las actividades en la zona, e implementar técnicas más agresivas de educación, información y manejo de visitantes.
	Frecuencia del tamaño del coral	Ningún cambio en las frecuencias actuales. *Siderastrea siderea* 31,3cm *Agaricia agarisites* 32,7cm Montastraea *cavernosa* 34,7 cm					Evaluar la implementación y la efectividad de las medidas de manejo propuestas (sitios fijos de anclaje).

Cuadro 11. Continuación.

Impacto	Indicador	LAC	Cómo	Cuándo	Quién	Dónde	Estrategias en caso de cambios no aceptables
Salud del ecosistema	Abundan-cia de especies de peces claves	Una disminución menor al 15% en la abundancia total de todas las especies.	La metodolo gía para cada uno se describe en el capítulo III, sección 3.5.1	Dos veces al año, al principio de la temporada seca (finales de mayo y finales de agosto).	Regente encargado del monitoreo, o estudiantes de Turismo Ecológico de la sede de Limón de la Universidad de Costa Rica, con previo entrenamiento	Tres sitios: Uno cerca del muelle, otro en el sector 1 y otro en el sector 2.	Vedar la pesca hasta que la abundancia regrese a la línea base.
Salud del ecosistema	Frecuencia del tamaño de peces claves por grupo trófico	Disminución en el promedio del tamaño de una categoría					Regular los tamaños de los peces pescados, vedar la pesca o la extracción de la especie afectada. O vedar la pesca totalmente hasta recuperar los tamaños originales
Salud de los visitantes	Calidad del agua	Cantidad de coliformes fecales sea menor a 240CF/1000 ml.	Toma de muestras de agua.	Una vez al año, entre los meses de diciembre a marzo.	Laboratorio de Acueductos y Alcantarillados como parte del compromiso adquirido en el plan de manejo del estudio de impacto ambiental del emisario submarino.	Frente al muelle.	Prohibir la natación y el buceo.

Con el fin de garantizar la calidad y fidelidad de los datos tomados es necesario que el monitoreo sea realizado por un regente, biólogo con experiencia y entrenamiento en el tema, el cual puede tomar todos los datos según se describió anteriormente. Debido a que el monitoreo participativo es una herramienta eficaz para la detección temprana de cambios en el ecosistema (ver Glosario) es recomendable implementarla en el monitoreo capacitando a voluntarios, entre ellos los estudiantes de Turismo Ecológico de la sede de Limón de la Universidad de Costa Rica para que observen los siguientes indicadores: presencia de especies invasoras (en especial el pez león), abundancia de especies de peces claves y fenómenos anormales de blanqueamiento, mortalidad y quebraduras de coral. Uno de los factores que garantizan la realización de estos monitoreos es el costo económico y de

tiempo y la facilidad para tomar los datos, por esta razón no se puede esperar que los voluntarios tengan entrenamiento en buceo con tanque por lo que se propone que se realice con equipo de snorkel, lo que excluye todos los datos de corales debido a que se encuentran a una profundidad mayor a 3m lo que dificulta la toma de datos con equipo de snorkel.

4.3 Objetivo 3. Crear un mapa de hábitat marino de la Isla por medio de Sistemas de Información Geográfica.

4.3.1 Clasificación de hábitat

La clasificación supervisada de la imagen Hymap que mejor se adaptó a los datos de campo fue utilizando Maximum Likelihood, el resultado de la clasificación se encuentra en la Figura 10. La matriz de confusión tuvo un coeficiente de Kappa de 0,8469 (muy bueno) (Juurlink y Detsky en Fonseca *et al.* 2010) y una certeza del 89,41%, la cual está dentro del rango recomendado por Green *et al.* (2000) para ambientes costeros y marinos. Esto indica que la clasificación fue exitosa, se logró diferenciar entre el tipo de fondo (arena, plataforma coralina y agua profunda) e incluso se pudo diferenciar entre alta y baja densidad de coral. Sin embargo se sobreestimó la presencia de la plataforma coralina en la parte norte. La máscara de tierra utilizada para la clasificación incluye parte de la playa y en algunos casos de la plataforma coralina expuesta, esto se deba a dos factores: (1) la falta de claridad en la imagen del límite de la costa, (2) que la máscara la realiza el programa y a pesar que es muy efectiva diferenciando la vegetación del mar, tuvo algunos problemas diferenciando la plataforma de coral expuesta de la playa y del agua. A pesar de estas limitaciones queda comprobada la efectividad de las imágenes satelitales para delimitar hábitats marinos y el resultado de esta clasificación es muy satisfactorio tomando en cuenta el tamaño pequeño de la Isla, y de su arrecife. En la Figura 11 se observa el mapa de hábitats marinos y las especies dominantes que se observaron durante los buceos de manta.

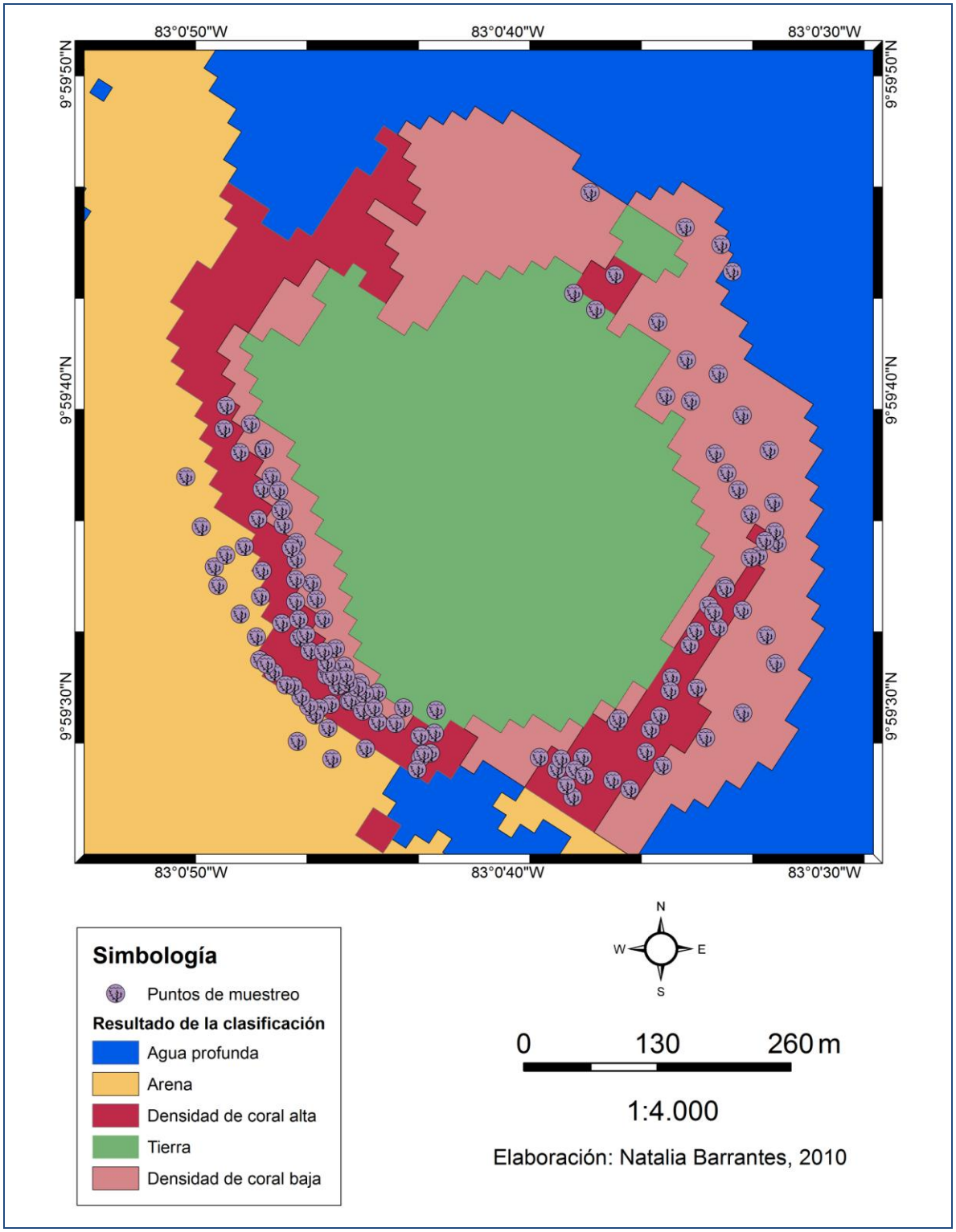


Figura 10. Mapa de hábitats marinos de la Isla Quiribrí utilizando imagen Hymap del 2005.

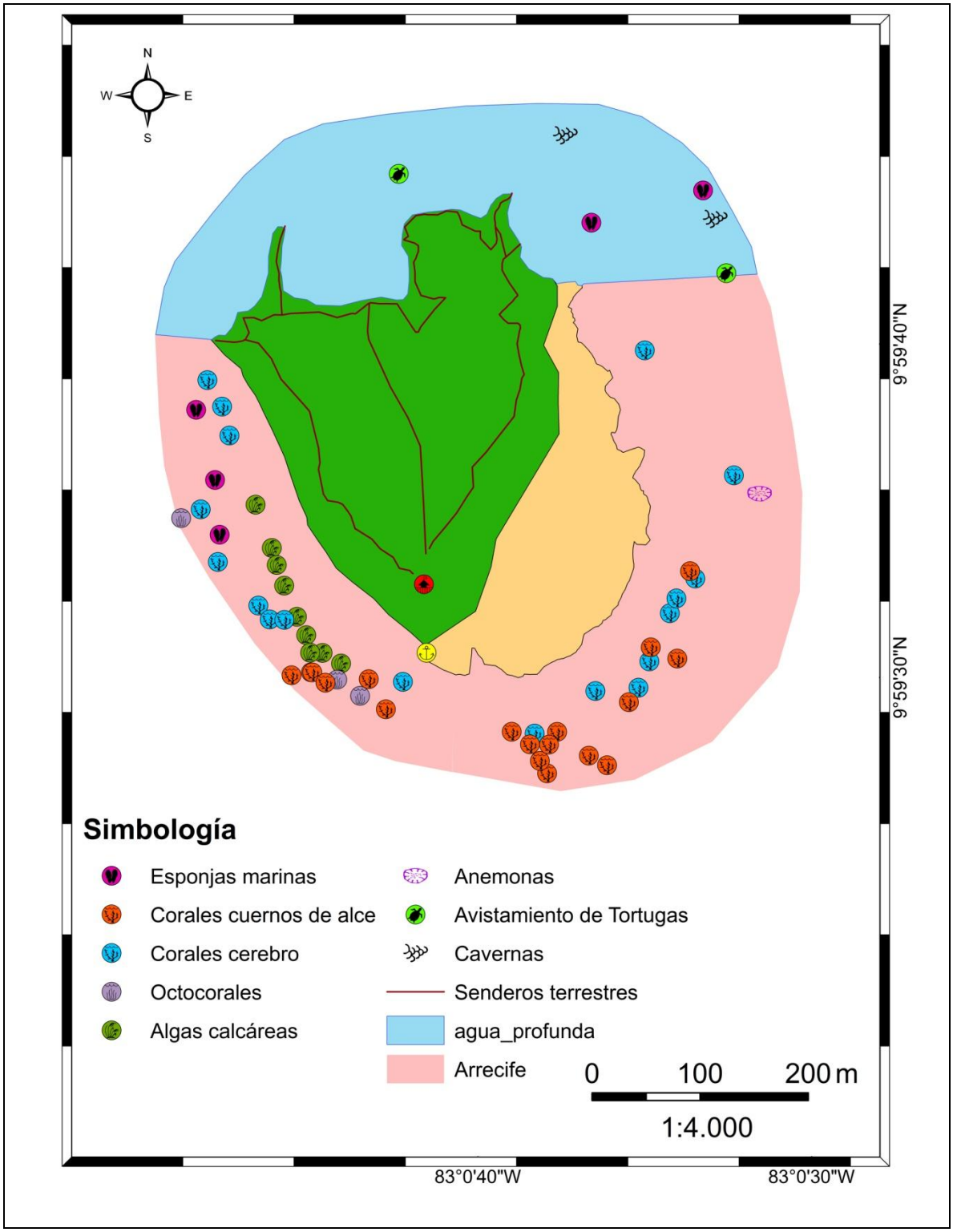


Figura 11. Mapa de atractivos turísticos. Producto de los datos tomados durante los buceos de manta. Elaborado por Natalia Barrantes, 2010.

4.4 Objetivo 4. Proponer una zonificación por condición basada en las oportunidades recreativas, el potencial interpretativo y el estado de salud del ecosistema

4.4.1 Evaluación del potencial interpretativo

Descripción del sector 1 (Fig. 7). Ubicado en el lado sur oeste de la Isla, en este sector se encuentra el muelle, recibe la mayor cantidad de turistas y el arrecife recibe una presión más grande por los nutrientes del emisario submarino que traen las corrientes hacia la zona. Es más complejo, el sitio es más heterogéneo y tiene un fácil acceso (

Cuadro 12).

Cuadro 12. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 1.

Criterios	Puntaje	Justificación
Singularidad y Atractivo	3	Algunos cardúmenes medianos de *Acanthurus* sp. En el límite con el sitio 3, hay una población de *Holacanthus tricolor*. Se encuentran esponjas y colonias grandes de *A. palmata* (cerca del muelle), *S. siderea y Diploria* sp. El espacio es más heterogéneo. Sitio con gran densidad de abanicos, y con octocorales. El sitio está muy afectado por el emisario submarino, se encuentran muchos zoántidos, algas calcáreas y poco coral.
Resistencia al impacto	3	Profundidad promedio 4 m.
Acceso a una diversidad de público	3	Se puede acceder por medio del muelle, o caminando por la playa. La corriente va de norte a sur, lo que permite caminar hasta el sitio norte y luego dejarse llevar hasta llegar al muelle. En ciertas ocasiones la corriente es tan fuerte que no permite el buceo.
Afluencia actual del público	3	Es el sitio más visitado para nadar (frente al muelle), se realiza muy poco el buceo a pulmón. Se pesca desde el muelle.
Estacionalidad	2	La visibilidad es buena (más de 5 m) sólo en la época seca, marzo, abril, setiembre y octubre.
Facilidad de infraestructura	2	Actualmente, no existen sitios diseñados para el acceso al mar pero es factible construir una escalera en el muelle, y un pequeño sendero al lado de la playa para llegar al punto norte del arrecife de este sector.
Total	16	

Descripción del sector 2 (Fig. 7). Ubicado en el sector este de la Isla, la presencia de oleaje fuerte lo convierte en un sitio buscado para surfear. Cuenta con una población de coral muy saludable, pero su difícil acceso hace que no se bucee ni se pesque en la zona (

Cuadro 13).

Cuadro 13. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 2.

Criterios	Puntaje	Justificación
Singularidad y Atractivo	3	El fondo marino es predominantemente plano, con grandes colonias coralinas y más abundancia de coral vivo que en el sitio 2. Destacan grandes colonias de *A. palmata*, espacios con gran densidad de anémonas, y una extensa cama con esponjas donde se pueden ver tortugas verdes (límite con el sitio 3)
Resistencia al impacto	3	Profundidad promedio 6 m.
Acceso a una diversidad de público	2	Sólo se puede acceder por el muelle o atravesando la plataforma de coral que está expuesta. Es un poco peligroso por el oleaje fuerte en ciertas épocas del año. Se requiere poder nadar hasta el muelle para entrar y salir del sitio.
Afluencia actual del público	3	El sitio es visitado para realizar buceo a pulmón cerca del muelle, se usa en su mayoría para surfear por las olas.
Estacionalidad	2	Visibilidad buena sólo en la época seca y durante marzo, abril, setiembre y octubre. La presencia de olas fuertes durante la mayor parte del tiempo dificulta el acceso.
Facilidad de infraestructura	2	Actualmente no existen sitios para acceder al sitio. El único acceso es por bote, o nadando desde el muelle, pero se podría construir la infraestructura.
Total	15	

Descripción del sector 3 (Fig. 7). Ubicado al norte de la Isla. El acceso por medio terrestre es bastante difícil, ya que son acantilados o sitios de mucho oleaje. El fondo tiene una profundidad mayor a los 10 m, que imposibilita la visibilidad con snorkel. Sobresale la presencia de cavernas y el avistamiento de tortugas; es uno de los sitios utilizados para la pesca (Cuadro 14).

Cuadro 14. Evaluación del potencial interpretativo del arrecife para el sector 3.

Criterios	Puntaje	Justificación
Singularidad y Atractivo	2	Sitio es profundo, destaca la presencia de cavernas, se encuentran tortugas carey, y las 4 especies de peces ángeles.
Resistencia al impacto	3	Profundidad mayor a 10 m
Acceso a una diversidad de público	1	Actualmente, no existen las condiciones para acceder al sitio por medio terrestre. Los acantilados en la costa y el fuerte oleaje la mayor parte del tiempo imposibilitan el acceso y ponen en peligro a los visitantes
Afluencia actual del público	2	El sitio se usa para la pesca

Estacionalidad	1	Las condiciones de corrientes no permiten el nado seguro durante la mayor parte del año
Facilidad de infraestructura	1	No existe infraestructura para acceder al sitio por medio terrestre, pero la construcción es peligrosa, debido a la topografía.
Total	10	

4.4.2 Análisis de la zonificación

Según las actividades que actualmente se realizan en la Isla, la infraestructua existente y el manejo del sitio, se pueden distinguir dos zonas, una catalogada como rural-natural y otra como semi-primitiva, la ubicación se puede observar en la Figura 12. Dentro de la zona rural-natural se encuentran parte de los sectores interpretativos 1 y 2, los cuales tienen un mayor puntaje en la evaluación. Estas características se pueden utilizar para ofrecer una mayor diversidad de actividades en dicha zona. La Figura 13 muestra la propuesta de zonificación, cuyo fin es cumplir con los objetivos de manejo y las oportunidades recreativas que se quieren ofrecer. Se recomienda agregar una zona restringida en los sitios de anidación del ave marina *Sula leucogaster* (piquero), donde no se permita ningún tipo de actividad, excepto la investigación. Para lograrlo, es necesario construir un tipo de cerca natural que no interfiera con la experiencia semi-primitiva del sitio y que no permita el acceso a los visitantes por el trillo que existe actualmente. Además, se aconseja incrementar el área de la zona rural-natural para incluir dentro de ella el arrecife de más fácil acceso. Para acceder al arrecife se recomienda construir un pequeño sendero de 35 m que se desvía de uno de los senderos principales, para que los visitantes naden a favor de corriente hasta llegar al muelle en la zona de salida, por medio de una escalera. que se cuelga del muelle. Debido a que el muelle es utilizado actualmente para el tránsito de botes y la natación, es necesario marcar con bollas el camino de entrada y salida de los botes, para evitar accidentes con algún bañista. La Figura 14 muestra la ubicación de cada sector y las actividades de forma gráfica y en el

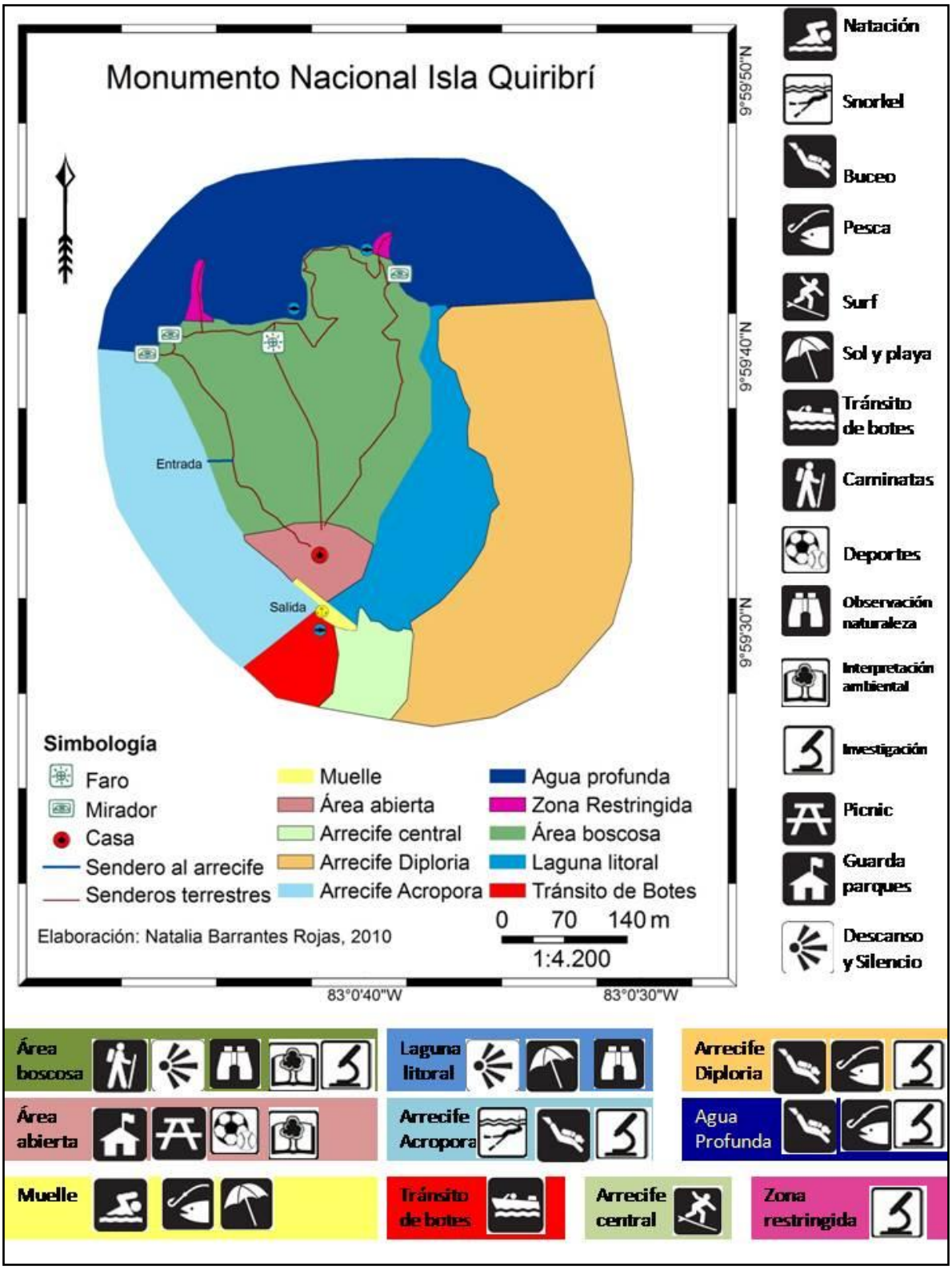


Figura 14. Mapa de ubicación, zonificación y descripción de las oportunidades recreativas.

Cuadro 15 se detallan todas las actividades propuestas para cada zona.

Además, es necesario implementar sitios fijos de anclaje para botes por medio de boyas para evitar la destrucción que está aconteciendo en el arrecife por las quebraduras causadas por las anclas. Una propuesta para su ubicación se detalla en la Figura 15 y en el Cuadro 16, las coordenadas se encuentran en grados decimales. La asignación de los sitios tomó en cuenta lugares donde actualmente se anclan los botes pero con sustrato arenoso, sin plataforma coralina, cuya profundidad del fondo sea mayor a 2 m.

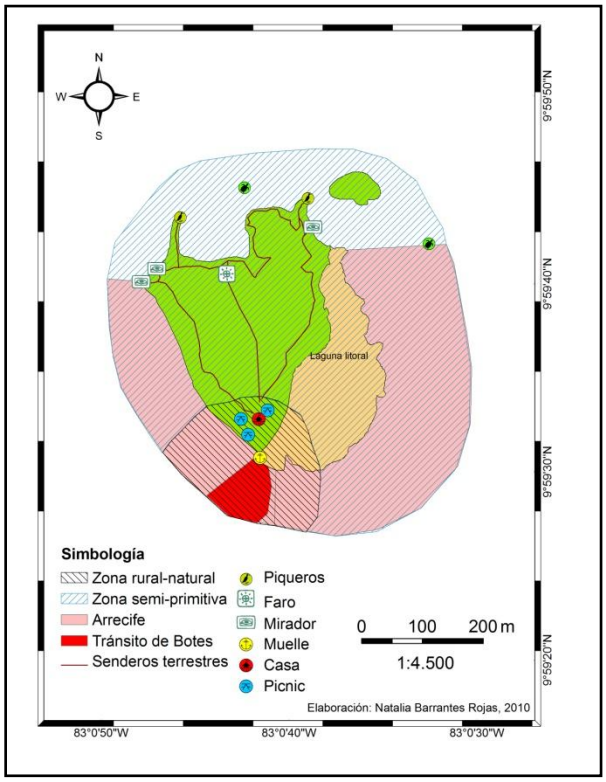


Figura 12. Mapa de la zonificación por condición actual.

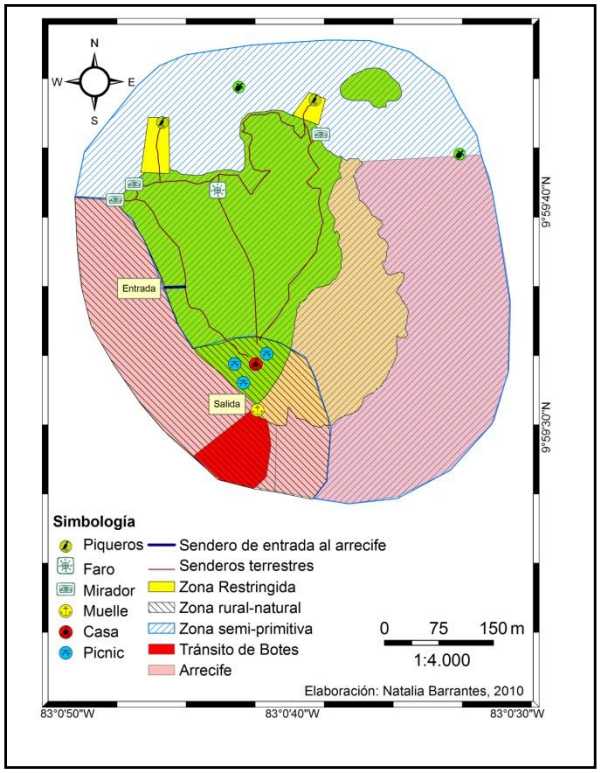


Figura 13. Mapa de la zonificación por condición ideal.

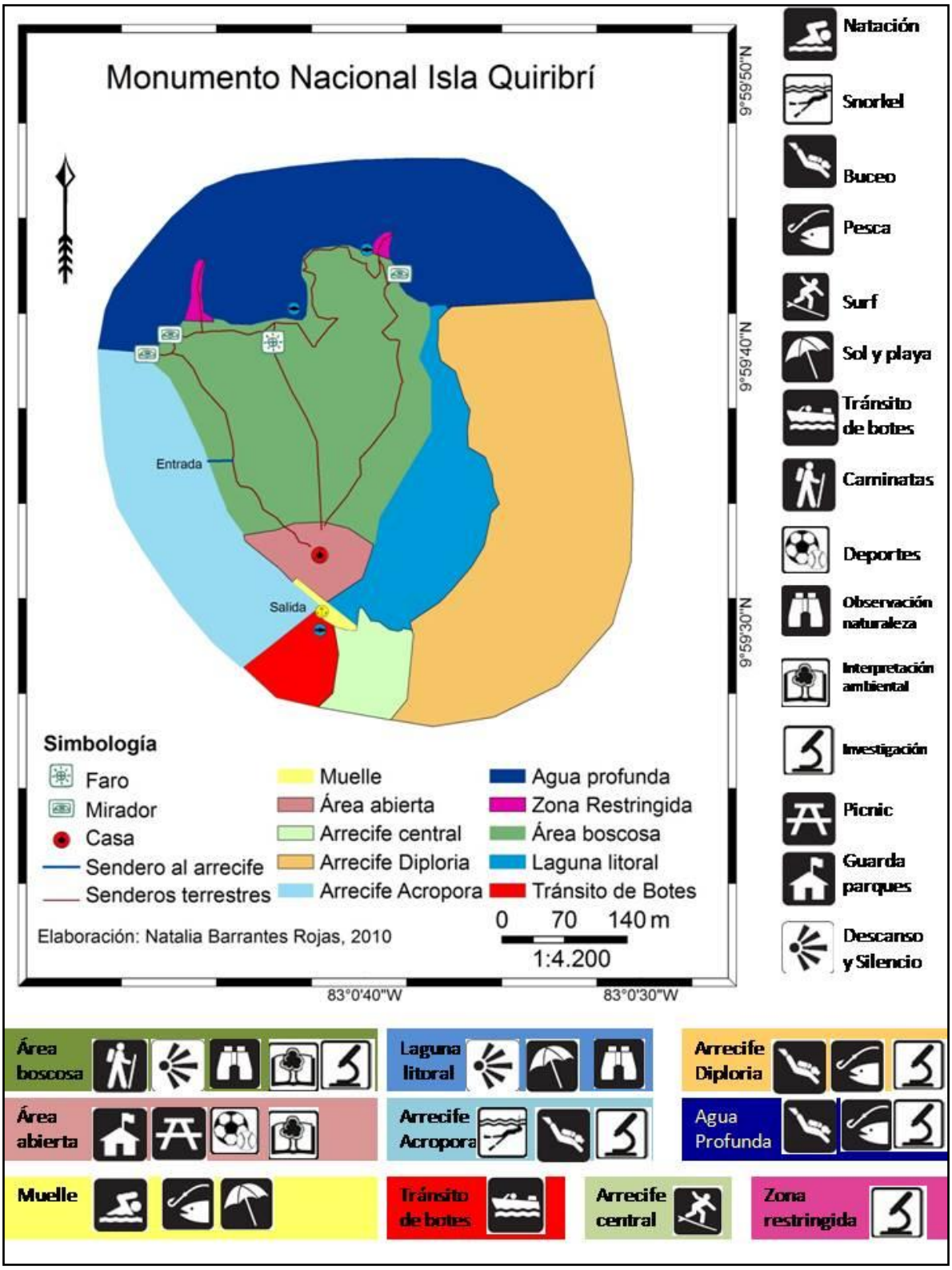


Figura 14. Mapa de ubicación, zonificación y descripción de las oportunidades recreativas.

Cuadro 15. Actividades sugeridas para cada sector.

Zona	Sector	Actividades
Rural- natural	Muelle	Tránsito de botes
		Natación
		Pesca con línea
		Sol y playa
	Arrecife *Acropora* (oeste)	Buceo con tanque
		Buceo con snorkel
		Investigación
	Arrecife Central	Surf
	Área abierta	Picnic
		Deportes grupales como futbol y voleibol.
		Interpretación ambiental
		Educación ambiental
Semi-primitiva	Arrecife *Diploria* (este)	Buceo con tanque
		Investigación
	Área boscosa (incluye miradores y senderos)	Observación de aves y naturaleza
		Investigación
		Descanso
		Caminatas guiadas y auto guiadas
		Interpretación y Educación Ambiental
	Piscina	Natación
	Laguna litoral	Descanso
		Observación de naturaleza
		Sol y playa
		Educación Ambiental
	Acantilados	Pesca con línea
	Agua profunda	Buceo con tanque
		Pesca
		Investigación
Restringida	Sitios de anidación de *S. leucogaster*	Investigación

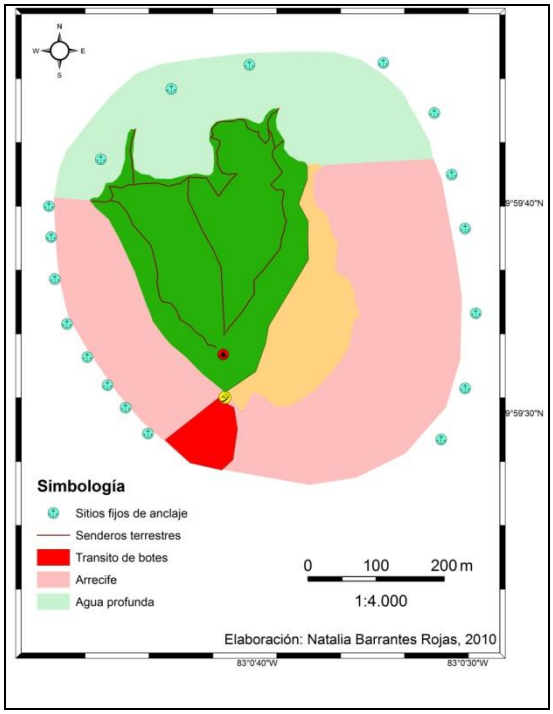


Figura 15. Ubicación de los sitios fijos de anclaje propuestos.

Cuadro 16. Coordenadas de los sitios de anclaje propuestos en grados decimales.

Sitio	Longitud (ºO)	Latitud (ºN)
2	83,012861	9,991714
3	83,013131	9,992047
4	83,013322	9,992397
5	83,013592	9,992874
6	83,013798	9,993478
7	83,01383	9,993986
8	83,013846	9,994447
9	83,013194	9,995067
10	83,012241	9,995989
11	83,011224	9,996275
12	83,009459	9,996307
13	83,00876	9,995624
14	83,008553	9,994813
15	83,008363	9,99413
16	83,008235	83,00824
17	83,008394	9,991968
18	83,008649	9,991332

4.5 Objetivo 5. Proponer una planificación interpretativa del arrecife, que permita al público aprender sobre su fragilidad, el impacto de sus actividades y cómo mitigarlas.

El plan interpretativo, producto de este objetivo, es el documento final que está dirigido a la Municipalidad de Limón como administradora del sitio. Dicho documento, compila la información, en un formato y diseño diferente al documento del proyecto de graduación y se puede encontrar en el Anexo 4.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El arrecife de la Isla Quiribrí goza actualmente de una buena salud. Sin embargo, existen grandes presiones que amenazan su sobrevivencia, como la contaminación, la sobrepesca, la destrucción del hábitat por parte de los visitantes y amenazas naturales como el calentamiento global, la mortalidad masiva y la introducción de especies invasoras.

De los indicadores de salud propuestos para el Sistema Arrecifal Mesoamericano, quince son aplicables para el monitoreo del ecosistema de la isla, pues cumplen con las características deseadas para ser utilizados en el sitio.

La aplicación del conjunto de parámetros de cambio minimizará el impacto de los visitantes sobre los recursos de la isla. Se escogió un total de 7 parámetros para definir los límites de cambio aceptable: porcentaje de muerte reciente del coral, densidad de fracturas del coral, cobertura de coral vivo, frecuencia del tamaño del coral, abundancia de especies de peces claves, frecuencia del tamaño de peces claves por grupo trófico y calidad del agua.

Los Sistemas de Información Geográfica probaron ser una herramienta útil para el manejo de la información de campo, su procesamiento y su divulgación. Además, la utilización de la imagen Hymap para determinar el hábitat marino dio excelentes resultados, porque brindó un mapa confiable, cuya elaboración fue rápida y de bajo costo.

La zonificación por condición es una herramienta integral que brinda soluciones para conciliar los diferentes intereses (investigación, educación y recreación) en un espacio tan reducido como la Isla Quiribrí. Entre sus ventajas cabe citar que facilita la regulación de actividades, la divulgación hacia los visitantes y la prevención de impactos futuros de los usuarios sobre el arrecife.

La caracterización y definición de oportunidades recreativas dentro del marco de la zonificación, garantizan una armonía entre el tipo de experiencia que el visitante espera y

percibe, los objetivos de manejo y las condiciones físicas (como infraestructura y recursos naturales) del lugar.

La interpretación ambiental, por medio de su proceso de análisis de los recursos del sitio, y la estructuración de mensajes y temas coherentes, brinda una base sólida para transmitir el mensaje de conservación deseado e inspirar un cambio en la actitud de los visitantes.

La educación es una medida complementaria efectiva para la protección y el manejo de los arrecifes. Debido a que muchas de las amenazas a los arrecifes son producto de acciones globales (e.g. el blanqueamiento de coral que es producido por una elevación en la temperatura del mar, que a su vez es producto de la emisión de gases de carbono), las medidas no deben limitarse a la creación de áreas protegidas. Por medio de la educación se llega a la raíz del problema: el cambio del comportamiento de las personas.

Tanto el objetivo general como los específicos se cumplieron satisfactoriamente, y su ejecución dio como resultado los siguientes productos específicos:

- Se adaptaron los indicadores de salud del Sistema Arrecifal Mesoamericano al ecosistema de la Isla Quiribrí, y se creó una línea de base para once de ellos en la isla.
- Se amplió la lista de peces de la Isla a 96 especies, con tres especies nuevas reportadas durante este proyecto.
- Se creó una base de datos con capas SIG, que incluye datos de distribución de especies, tipo de hábitat y otros puntos de interés como sitios de avistamiento de tortugas. Esta base será entregada al SIGMar (del CIMAR) para su utilización en futuros proyectos.
- Se elaboraron diferentes mapas de la isla que pueden ser utilizados por el personal a cargo del manejo del sitio.
- Este proyecto complementó la metodología de evaluación del potencial interpretativo ya que se dieron parámetros específicos para medir cada criterio y una escala cuantitativa y no cualitativa.
- Se definieron sitios de anclaje fijos, brindando su ubicación por medio de coordenadas y un mapa ilustrativo.

- Se creó un manual de buenas prácticas en el agua para ser distribuido a los visitantes.
- Se diseñó un prototipo de la guía de especies marinas de la Isla, para ser adquirida por los visitantes.
- Se propusieron cuatro dispositivos interactivos para transmitir los mensajes interpretativos y ser utilizados por los visitantes de la isla.

Recomendaciones

Debido a que la Isla presenta recursos naturales frágiles y únicos dentro del Caribe costarricense se recomienda que sea el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) quien la administre, mediante el Área de Conservación La Amistad Caribe (ACLA-C). Debido a que cuentan con personal calificado para preservar y tomar decisiones en cuanto a los recursos naturales, capacitación que carece la Municipalidad de Limón. De llevarse a cabo la implementación de este plan, es imperativo, que previo a la operación, se realice la toma de datos de todos los quince indicadores de salud del arrecife propuestos. De este modo, se podrá contar con una línea de base actualizada sobre la que se pueda trabajar y observar los cambios para el manejo de los visitantes.

Se recomienda incluir dentro de los indicadores factores abióticos como la temperatura del agua, la salinidad, el nivel del mar y la altura de las olas, con el fin de obtener la mayor información posible para poder determinar las causas de mortalidad en caso que ocurra alguna alteración.

Se propone agregar en un futuro el número de colonias volteadas dentro de los límites de cambio aceptable como indicador del uso de anclas. Este aspecto no fue probado ni medido en este trabajo, pero según se ha demostrado, es por sí solo, el más útil para medir la situación del arrecife asociada a las intensidades de uso de anclas (Dinsdale y Harriot 2003).

Probar los indicadores de límites de cambio aceptable una vez puesto en marcha el plan de manejo y observar si son sensibles a las condiciones de manejo y a la presión de los visitantes.

Para un trabajo futuro es indispensable la identificación y aplicación de Límites de

Cambio Aceptable en el área terrestre de la Isla, esto para regular la afluencia de personas en especial en la zona semi-primitiva.
Se recomienda incluir a la isla dentro del plan de monitoreo y conservación regional de tortugas. La isla es frecuentada por dos especies de tortugas amenazadas y en la zona son cazadas por su carne y huevos.

Algunas de las colonias de corales cuernos de alce (*Acropora palmata*) de mayor tamaño se encuentran en los alrededores del muelle, por lo que se recomienda tomar en cuenta la ubicación de estas especies en el caso de que se amplíe esta infraestructura, porque su sobrevivencia se vería afectada por la construcción. Una alternativa es la construcción y utilización de los sitios permanentes de anclaje (cuya ubicación se brindó en este proyecto). Esto evitaría que el coral se quiebre por las anclas de los botes que son lanzadas al mar.

Se recomienda tomar en cuenta la variable de cambio climático en la planificación de la infraestructura nueva de la isla (en especial el aumento del nivel del mar y la temperatura), tomando como medidas los retiros de la infraestructura o construir en alto, además de mantener la cobertura boscosa. Además es importante hacer estudios de evaluación de vulnerabilidad, modelos de inundación y dinámica costera.

Se aconseja vehementemente establecer una prohibición de pesca con arbaleta y del uso de anclas, para contribuir a la conservación del ecosistema.

Es necesario mejorar la infraestructura de la isla para garantizar la seguridad y el disfrute de los visitantes, dentro de las mejoras se encuentran la construcción de servicios sanitarios (aplicando tecnologías como los servicios sanitarios secos que contaminan menos) y duchas, la recolección de agua de lluvia para abastecer estos servicios, la instalación de paneles solares para generar electricidad, crear un sendero de acceso al arrecife, y tener una escalera en el muelle para que los visitantes puedan salir del agua sin dañarse.

Se recomienda tener un plan de primeros auxilios y atención de emergencias, el cual incluya la capacitación a la persona encargada de la isla, la existencia de un botiquín de primeros auxilios y los materiales para atender una emergencia como camillas y cuelleras, y señalamiento de su ubicación. Además de la disponibilidad de un bote para la atención de las mismas.

Los recursos naturales de la isla y su cercanía a la costa la convierten un sitio potencial para las actividades de buceo, ofrecidas tanto a nacionales como a extranjeros, por esta razón se pueden adaptar las condiciones actuales para recibir a todas las audiencias, tomando en cuenta en todo momento la integridad del ecosistema.

Actualmente el turismo es una de las mayores actividades económicas del país, el cual es promocionado en el extranjero como un destino ecológico, sin embargo es necesario crear espacios para los turistas nacionales, y en cada proyecto monitorear y tomar en cuenta la salud del ecosistema, ya que si este se perturba va a perder el atractivo y los visitantes van a disminuir.

La educación es una de las bases para el cambio de comportamiento y la conservación de los recursos, por lo que se recomienda crear un programa de educación ambiental en Puerto Limón, donde la Dirección Regional de Limón incorpore proyectos ambientales o actividades de educación ambiental en sus escuelas relacionadas con la Isla, sus amenazas y sus recursos. Todo esto dentro del nuevo programa de educación marina que está desarrollando el Ministerio de Educación Pública.

Si bien es importante la educación de niños, también debe considerarse la capacitación de adultos, especialmente entre tomadores de decisiones actuales, incluyendo personal de la Municipalidad, organizaciones locales y operadores de turismo.

Para poder llevar a cabo el programa propuesto se consideran los siguientes pasos como prioritarios:

- Lograr un acuerdo con la Municipalidad de Limón en realizar el proyecto y designar el presupuesto para su elaboración y monitoreo.
- Designar un regente para el monitoreo científico.
- Realizar un convenio con la carrera de Turismo Ecológico de la sede de Limón de la UCR.
- Tomar los datos para los 15 indicadores de salud del arrecife y los 7 indicadores de los Límites de Cambio Aceptable (algunos están incluidos dentro de los primeros 15), además agregar el indicador de número de colonias volteadas.
- Tomar las medidas necesarias para garantizar la salud de los visitantes, como el plan de primeros auxilios expuesto anteriormente y las mejoras de la infraestructura.

GLOSARIO

Abundancia de erizos *Diadema antillarum*: Los erizos de lima o de púas largas son herbívoros sumamente importantes para el arrecife, ya que ayudan a mantener un equilibrio entre el crecimiento del coral y el de las algas. Los datos de abundancia se reportan como número de individuos por metro cuadrado (McField y Kramer 2007).

Abundancia de peces: Se refiere a la cantidad de peces que habitan en determinada área. Los datos sobre la abundancia de peces se pueden presentar como el total de la abundancia de peces o como la abundancia de especies focales o de grupos funcionales claves (e.g. los herbívoros). El tamaño es una medida auxiliar importante, ya que conjuntamente con la abundancia se pueden usar para calcular la biomasa de peces (McField y Kramer 2007).

Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés): Es una técnica utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Intuitivamente, la técnica sirve para determinar el número de factores subyacentes explicativos tras un conjunto de datos que expliquen la variabilidad de dichos datos. Técnicamente, el PCA busca la proyección según la cual los datos queden mejor representados en términos de mínimos cuadrados. PCA se emplea sobre todo en análisis exploratorio de datos y para construir modelos predictivos.

Blanqueamiento de coral: Se produce cuando el coral pierde sus zooxantelas simbiontes debido al estrés (e.g. temperaturas inusualmente altas, alta o baja salinidad, sedimentación excesiva). Esto provoca que el coral pierda su color. El tejido blanqueado tiene una apariencia blanca, traslúcida o pálida, pero siempre se pueden sentir los pólipos. El blanqueamiento no siempre es uniforme, puede tener apariencia de motitas. La muerte del coral no se produce siempre que se decolora, pues pueden recuperar sus zooxantelas en caso de mejorar las condiciones climáticas en un período corto.

Buceo de manta: Metodología para monitorear rápidamente el arrecife, en la que una persona con snorkel es jalada de una cuerda en la superficie del mar por un bote a una velocidad lenta, mientras realiza paradas periódicas para recolectar datos.

Cobertura de coral vivo: Indicador que mide la cantidad de tejido vivo en corales pétreos (McField y Kramer 2007).

Coeficiente de Kappa: Estadística con valores de 0 a 1, que mide el grado de concordancia que se puede esperar por efectos del azar (pobre: < 0,20; razonable: 0,20-0,40; moderado: 0,40-0,60; bueno: 0,60-0,80 y muy bueno: 0,80-1,00) (Juurlink y Detsky en Fonseca *et al.* 2010).

Colonias de coral volteadas: Son colonias que se han dislocado del sustrato y se mueven cuando se tocan (no están firmes ni ancladas). Pueden presentar tejido vivo o muerto.

Diversidad de especies de coral: Indicador que mide la variedad de los corales que viven en un área determinada (McField y Kramer 2007).

Diversidad de especies de peces: Es el recuento de las variedades (especies) de peces que viven o frecuentan un área específica (McField y Kramer 2007).

Enfermedades del coral: Se define como una desviación negativa del estado o la condición normal, y puede incluir impotencia funcional o estructural. Las enfermedades se distinguen utilizando el patrón de colores que producen: bandas negras, bandas blancas, bandas rojas, parches blancos (solo en *Acropora*) y puntos negros.

Fractura de coral: Para efectos de este proyecto, se define como un área de la colonia que ha sido impactada con algún objeto cortante (aletas de buzos, anclas de botes), y como producto presenta una fisura en su estructura, provocando la muerte de sus pólipos (McField y Kramer 2007).

Frecuencias del tamaño de coral: Tamaño de una cabeza de coral ndividual, el cual se puede describir en base al diámetro máximo de la colonia, al ancho perpendicular y a la altura (dimensiones x, y, *y* z) (McField y Kramer 2007).

Frecuencias del tamaño de peces: Se refiere al largo estimado de los peces. Normalmente, los peces se clasifican en las siguientes categorías de tamaños: 0-5 cm., de 6-10 cm., de 11-20 cm., de 21-30 cm., de 31-40 cm. y >40 cm (McField y Kramer 2007).

Índice de macroalgas carnosas: La abundancia de macroalgas generalmente se expresa en términos del porcentaje de la cobertura o de la biomasa. Un índice de la biomasa de macroalgas se determina multiplicando el porcentaje de cobertura de macroalgas por la altura promedio de las algas. Entre más alto sea el índice, mayor será la cantidad de macroalgas en el arrecife (McField y Kramer 2007).

Monitoreo Participativo: Se limita a dar una descripción cualitativa y una contabilización y documentación simple de cambios detectados en el estado de los recursos o los ecosistemas y el ambiente en general contabilizándolos de forma sistemática siguiendo un protocolo sencillo establecido en conjunto con los especialistas científicos y que incluya la elaboración de informes y un sistema de transferencia inmediata de la información a los investigadores científicos para alertar sobre cambios repentinos o inesperados.

Monumento Nacional: Área que posee un recurso cultural, sea histórico o arqueológico; sobresaliente, de importancia nacional o internacional debido a sus características únicas o de especial interés. Su extensión depende del tamaño del recurso que se desea conservar y de cuanto terreno adyacente se necesite (*sensu* Mena y Artavia-Zamora 1998). La categoría de su manejo no es específica. Sin embargo, algunos de los monumentos presentan las características de manejo oficial de un Parque Nacional.

Mortalidad del coral: Es el porcentaje de la colonia de coral que ha muerto (McField y Kramer 2007).

Muerte reciente: Una parte del coral sin tejido vivo, en la que su esqueleto se encuentra blanco e intacto o ligeramente erosionado, pero se puede diferenciar la especie, lo cual indica que el coral acaba de morir. Puede estar cubierto de un poquito de sedimento o de algas tipo turf.

Muerte vieja: Se define como una parte no viviente del coral en el que la estructura coralina no está o se encuentra cubierta de organismos que no se pueden remover fácilmente (algunas algas e invertebrados) debido al largo tiempo de exposición del esqueleto del coral desde su muerte.

Proporción coral:algas: Es la proporción entre la cobertura de coral vivo y la cobertura de macroalgas (McField y Krames 2007).

Reclutamiento de corales: Es el proceso mediante el cual las plánulas se establecen como miembros de la comunidad arrecifal. Los corales reclutas generalmente se cuantifican en base a la cantidad de corales macizos menores a 2cm dentro de una unidad de área determinada (McField y Kramer 2007).

BIBLIOGRAFÍA

Acuña-González, J.A., J.A. Vargas-Zamora, E. Gómez-Ramírez & J. García-Céspedes. 2004. Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos, en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 43-50.

AGRRA (Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment). 2005. AGRRA Methodology v.4.0, June 2005.

Albins, M.A. & M.A. Hixon. 2008. Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. Mar. Ecol. Prog. Ser. 367: 233-238.

Aldridge, D. 1973. Mejora de la interpretación de los parques y la comunicación con el público. Segunda Conferencia Mundial sobre Parques Nacionales, Yellowstone y Grand Teton. UICN. Wyoming, EUA. 18-27 p.

Alvarado, J.J., J. Cortés & E. Salas. 2004. Population densities of *Diadema antillarum* Philippi at Cahuita National Park (1977-2003), Costa Rica. Carib. J. Sci. 40: 257-259.

AyA. 2010. Informe de resultados de los análisis microbiológicos puntuales realizados en la Isla Uvita, Región Huetar Atlántica, (01/01/2000-31/03/2010). Procedencia: Emisario Submarino. Datos solicitados al Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados en Abril 12, 2010.

Barquero, M. 1999. Plan de Manejo Isla Uvita. Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA), Limón, Costa Rica. 57 p.

Barrantes-Echavarría, R. 2007. Investigación. Un camino al conocimiento, un enfoque cuantitativo y cualitativo. EUNED, San José, Costa Rica. 264 p.

Brenes, G. 1999. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Emisario Submarino para el Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Limón. AyA, San José, Costa Rica. 180 p.

Buddemeier, R., J. Kleypas & R. Aronson. 2004. Coral reefs and global climate change: Potential contributions of climate change to stresses on coral reef ecosystems. Pew Center on Global Climate Change. Arlington, Virgina. 44p.

Carvajal, M. 2004. Limón ya tiene un sistema de aguas negras. La Nación, 24 de mayo de 2004.

Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985. Arrecifes coralinos de la costa Atlántica de Costa Rica. Brenesia 23: 275-292.

Cortés, J. & H.M. Guzmán. 1985. Organismos de los arrecifes coralinos de Costa Rica. III. Descripción y distribución geográfica de los corales escleractinios (Anthozoa: Scleractinia) de la costa Caribe. Brenesia 24: 63-123.

Cortés, J. & A. León. 2002. Arrecifes coralinos del caribe de Costa Rica. INBio, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 136 p.

Cortés, J. & C.E. Jiménez. 2003. Past, present and future of the coral reefs of the Caribbean coast of Costa Rica: 223-239. *In*: J. Cortés (Ed.). Latin American Coral Reefs. Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Cortés, J., R. Soto & C. Jiménez. 1994. Efectos ecológicos del terremoto de Limón. Rev. Geol. Amér. Central, Volumen especial, Terremoto de Limón: 187-192.

Dinsdale, E. & V. Harriot. 2003. Assessing anchor damage on coral reef: A case study in selection of environmental indicators. Environm. Manag. 33: 126-139.

ESRI. 2009. Essays on Geography and GIS. (www.esri.com). Bajado 10 marzo 2010.

Estado de la Nación. 2009. Decimoquinto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Capítulo 1: Sinopsis. Programa Estado de la Nación. San José, Costa Rica. 76 p.

Fonseca, A.C. 2003. A rapid assessement at Cahuita National Park, Costa Rica, 1999 (Part 1: Stony corals and algae). Atoll Res. Bull. 496: 248-257.

Fonseca, A.C., E. Salas & J. Cortés. 2006. Monitoreo del arrecife coralino Meager Shoal, Parque Nacional Cahuita, Costa Rica (sitio CARICOMP) Rev. Biol. Trop. 54 (3): 755-763.

Fonseca, A.C., H.M. Guzmán, J. Cortés & C. Soto. 2010. Marine habitats map of "Isla del Caño", Costa Rica, comparing Quickbird and Hymap images classification results. Rev. Biol. Trop. 58 (1): 373-381.

Froese, R. & D. Pauly, (Edit.). 2010. FishBase. www.fishbase.org, versión (05/2010).

Gamboa, C. 1998. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Emisario Submarino para el Alcantarillado sanitario de la Ciudad de Limón. Anexo 4: Estado actual de las comunidades marinas en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. PROIGE, San José, Costa Rica. 27 p.

Green, E.P., P.J. Mumby, A.J. Edwards & C.D. Clark. 2000. Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. UNESCO, Paris. 316 p.

Guzmán, H.M. & J. Cortés. 1984. Mortandad de *Gorgonia flavellum* Linnaeus (Octocorallaria: Gorgoniidae) en la Costa Atlántica. Rev. Biol. Trop. 32: 305-308.

Haas, G., R. Aukerman, V. Lovejoy & D.Welch. 2004. Water Recreation Opportunity Spectrum (WROS) Users' Guidebook. Unites States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Office of Program and Policy Services. Lakewood, Colorado. 92 p.

Ham, S. H. 1992. Interpetación Ambiental. Una guía práctica para gente con grandes ideas y presupuestos pequeños. North American. Golden, Colorado. 436 p.

Helmich, M. A. 1997. Workbook for Planning Interpretive Projects in California State Parks. Park Services Division. Sacramento, California. 110 p.

Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, & D. Xiaosu (Editores) 2001. IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University. Cambridge, UK. 944 p.

Humann, P. & N. Deloach. 2002. Reef Fish Identification. Florida Caribbean Bahamas. New World, Jacksonville, Florida. 481 p.

Jiménez, C. 2001. Bleaching and mortality of reef organisms during a warming event in 1995 on the Caribbean coast of Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 49 (Suppl. 2): 233-238.

Kohl, J. 2002. The need to monitor visitors and impacts. Legacy .

Lillesand, T.M. & R.W. Kiefer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. 3° ed. Nueva York, Nueva York.

Lizano, O. & C. Brenes. 2000. Aspectos oceanográficos. Proyecto: Estudio de impacto ambiental para la ubicación de una perforación exploratoria en la región de la plataforma del Caribe de Costa Rica. Informe sin publicar.

Loría-Díaz, J. 2004. Ordenamiento biofísico para el establecimiento de la capacidad de carga y zonificación de usos de la Isla Quiribrí, Limón, Costa Rica. Tesis de Licenciatura, Escuela de Geología,Universidad de Costa Rica, San José. 105 p.

McField, M. & P. Kramer. 2007. Arrecifes Saludables para Gente Saludable. Guía de indicadores de salud del arrecife y bienestar social en la región del Arrecife Mesoamericano. Iniciativa Arrecifes Saludables para Gente Saludable. (www.healthyreefs.org).

Mena Y., & G. Artavia-Zamora. 1998. Sistema Nacional de Áreas de Conservación: Parques Nacionales y otras Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. MINAE, Conlith S.A., Heredia, Costa Rica. 3 p.

Molina-Ureña, H. 2009. El pez león del Indo-Pacífico: Una nueva especie invasora en Costa Rica. Biocenosis 22 (1-2): 21-30.

Mortimer, J.A & M. Donnelly. 2008. *Eretmochelys imbricata*. En: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. <www.iucnredlist.org>. Descargado el 30 de junio, 2010.

Pereira, J. 2006. Conservación y manejo sostenible de los recursos marinos costeros de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. Tesis de Maestría, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 152 p.

Pereira, J. & L. Sierra. 2009. Estrategia de manejo de los recursos marinos y costeros en la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. Rev. Cien. Mar. Cost. 1659-455X (1): 127-143.

Pérez, C. 2003. Interpretación ambiental de un sendero autoguiado en Isla Quiribrí de Puerto Limón, como un aporte al desarrollo turístico de la Región Caribe de Costa Rica. Práctica Dirigida de Licenciatura, en Biología, Universidad de Costa Rica, San José. 138 p.

Purkis, S. 2004. Calibration of satellite images of reef environments. Tesis de Maestría. Universidad de Vrije, Holanda. 205p.

REEF (Reef Environmental Education Foundation). 2005. Técnica del buzo errante (RDT). (www.reef.org).

Roca, R., S. Rojas, G. Rodríguez, F. Camacho, O. Juárez & L. F. Quintero. 2006. Estudio de capacidad de carga turística e identificación de potenciales actividades de conservación y/o uso sostenible del Parque Quiribrí (Isla Quiribrí). Limón, Costa Rica. Informe de Consultoría para la Municipalidad de Limón.Servicio de Consultoría Ambiental para América Latina, S.A., San José, Costa Rica. 75 p.

Rogers, C. S., G. Garrison, R. Grober, Z. M. Hillis & M. A. Frankle. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. U.S. National Park Service, TNC, WWF. St. John, Virginia, EUA. 104 p.

Salas, E., H. Molina-Ureña, R.P. Walter & D D. Heath. 2010. Local and regional connectivity in a Caribbean coral reef fish. Mar. Biol. 157: 437-445.

SAM. 2005. Manual de Interpretación Ambiental en Áreas Protegidas de la Región del Sistema Arrecifal Mesoamericano. Proyecto para la conservación y el uso sostenible del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Belize. 49 p.

Seminoff, J.A. 2004. *Chelonia mydas*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. <www.iucnredlist.org>. Descargado el 30 de junio, 2010.

Sierra, C. & S. Arguedas. 2007. Proyecto: Elaboración de los planes de manejo de las áreas protegidas de ACOSA. Marco general conceptual para la zonificación por condición usada en los Planes de Manejo de ACOSA. ELAP-UCI, San José, Costa Rica. 14 p.

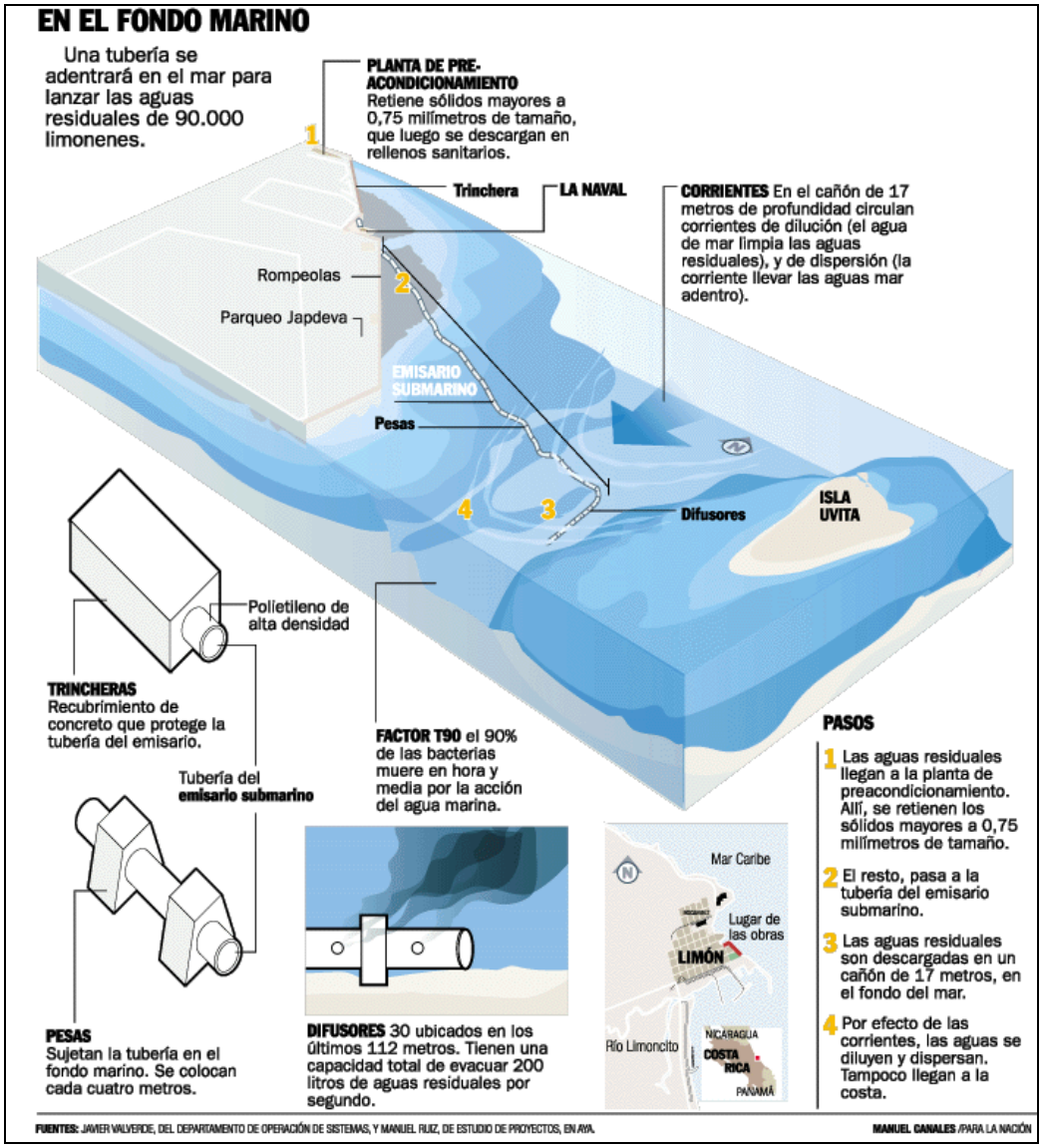
Sierra, L. & D. Chacón. 2003. Evaluación Ecológica Rápida de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. Escuela de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 117p.

Stankey, G.H., D.N. Cole, R.C. Lucas, M.E. Petersen & S.S. Frissell. 1991. The Limits of Acceptable Change (LAC) System for Wilderness Planning. United States Department of the Interior and National Park Service, Golden, Utah. EUA. 37 p.

World Heritage Center. 2007. Park Planning for Life: Manual for Public Use Coordinators. Version 2. UNESCO. París. 28 p.

ANEXOS

Anexo 1. Esquema de la ubicación del emisario submarino. Tomado de Carvajal (2004).



Anexo 2. Encuesta a visitantes de la Isla Uvita

Esta encuesta es realizada por la Universidad de Costa Rica. El propósito es conocer a los visitantes y las actividades que realizan para poder diseñar los lugares de recreación según sus gustos. Muchas Gracias por colaborar.

Edad_____ Sexo ( ) F( ) M Nacionalidad_____ Lugar donde vive_____

¿Ha venido antes a la isla? ( ) Sí ( ) No. ¿Cada cuanto viene?_____

¿Cómo contacta el transporte hacia la isla?

¿En qué fechas viene? (día de la semana, fechas del año) _____

¿Generalmente con quién viene?

( ) Amistades ( ) Familia ( ) Pareja ( ) Solo/a

Cuando visita la isla generalmente se queda:

( ) Todo el día ( ) Sólo la mañana ( ) Sólo la tarde ( ) Sólo algunas horas ( ) Otro_____

¿Por qué le gusta visitar la isla?

¿Qué encuentra en la isla que no hay en otros lugares?

¿Qué es lo que más le gusta de la isla?

¿En cuáles lugares de la isla le gusta estar más? ¿Por qué?

Le gusta más estar en la isla cuando:

( ) Hay muchas personas ( ) Hay pocas personas

¿Cuáles son las actividades que más le gusta realizar en la isla?

¿Hay alguna actividad que le gustaría realizar pero no hay las facilidades para hacerlo?

¿Las instalaciones son las adecuadas para disfrutar confortablemente?

¿Qué recomendaciones daría para mejorar su experiencia o estadía en la isla?

¿En caso de emergencia cree encontrar las facilidades para atenderla a tiempo?

¿Siente que sus pertenencias están seguras mientras Ud. Realiza otras actividades?

Anexo 3. Inventario del Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (WROS) aplicado a la Isla Quiribrí.

Sinónimos utilizados para describir las oportunidades recreativas

Urbano	**Área intervenida de servicio**
Suburbano	**Área intervenida modificada**
Rural Desarrollado	**Área intervenida natural**
Rural Natural	**Área silvestre de acceso fácil**
Semi- Primitivo	**Área silvestre de acceso difícil**
Primitivo	**Área silvestre solitaria**

Inventario Físico de WROS						
Grado de Desarrollo Grado en el que están presentes represas, puentes, marinas, parques, resorts u otras estructuras municipales, industriales o comerciales.	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalen-te 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional infrecuen-te o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Sentimiento de cercanía a una comunidad Grado en que los visitantes perciben su cercanía a vistas, sonidos, y olores típicos de una comunidad	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalen-te 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuen-te o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de modificación de los recursos naturales Grado en que los visitantes están conscientes que los recursos naturales han sido alterados por las actividades humanas, la tecnología y el desarrollo.	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalen-te 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuen-te o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Distancia del desarrollo al recurso acuático Distancia en millas de represas, puentes, marinas, parques, resorts u otras estructuras municipales, industriales o comerciales.	Menos de 1 km	1-3km	3-8 km	8-13 km	13-16 km	Más de 16 km
Grado en que el ambiente natural domina el área Grado en que hay un sentimiento de tranquilidad y oportunidad de ver, escuchar y oler la naturaleza	Muy menor, muy poco o raro 0-3%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Prevalente común o aparente 20-50%	Muy prevalen-te 50-80%	Extensivo, dominante 80-100%
	1 2 **3** 4 **5** 6 **7** 8 **9** 10 **11** **Urbano** **Suburbano** **Rural Desarrollado** **Rural Natural** **Semi Primitivo** **Primitivo**					

Inventario de Manejo de WROS						
Grado de la presencia de manejo Grado en que están presentes el personal de manejo, patrullas acuáticas, equipo, señales, boyas, regulaciones, oficinas administrativas, y programas interpretativos.	Extensivo dominante 80-100%	Muy prevalente 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de acceso público Grado en que las facilidades de acceso están presentes, tales como rampas para botes, calles pavimentadas, senderos o playas para nadar.	Extensivo dominante 80-100%	Muy prevalente 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de Sitios y facilidades de recreación Grado en que están presentes campamentos, gasolineras, parqueos, anfiteatros, áreas de picnic, áreas de juegos, senderos naturales, servicios sanitarios, duchas, puertos, centros de visitantes, marinas, y resorts.	Extensivo dominante 80-100%	Muy prevalente 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de Servicios para los visitantes Grado en el que están presentes restaurantes, gasolineras, alquileres de botes, servicios de guías, tiendas de comida, servicios médicos, y teléfonos.	Muy menor, muy poco o raro 0-3%	Menor, poco o rara vez presente 3-10%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Muy prevalente 50-80%	Extensivo dominan-te 80-100%
	1 2 **Urbano**	**3** 4 **Suburbano**	**5** 6 **Rural Desarrollado**	**7** 8 **Rural Natural**	**9** 10 **Semi Primitivo**	**11** **Primitivo**

Inventario Social de WROS						
Grado de la presencia de visitantes Grado en el que están presentes la vista, sonidos y olores de otros visitantes, sus equipos, impactos o desechos.	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalente 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de la concentración de visitantes Grado en que los visitantes se congregan en la costa o en el agua.	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalen-te 50-80%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de la diversidad de recreación Grado en el que hay una mezcla de actividades recreativas.	Extensivo, dominante 80-100%	Muy prevalen-te 50-80%	Prevalente común o aparente 20-50%	Ocasional, infrecuente o periódico 10-20%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Muy menor, muy poco o raro 0-3%
Grado de confort de los visitantes Grado en que los visitantes saben que la conveniencia, el confort, y la seguridad están cerca.	Muy menor, muy poco o raro 0-3%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Ocasional, infrecuen-te o periódico 10-20%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Muy prevalente 50-80%	Extensivo, dominante 80-100%
Grado de soledad y lejanía Grado en que los visitantes se visualizan solos y lejos de la civilización en un lugar salvaje y remoto.	Muy menor, muy poco o raro 0-3%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Ocasional, infrecuen-te o periódico 10-20%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Muy prevalente 50-80%	Extensivo, dominante 80-100%
Grado de uso no recreativo Grado en el que están presentes las vistas, sonidos y olores de usos no recreativos (por ejemplo actividades asociadas con comercio, lugares de trabajo, industrias, calles, aviones, agricultura o comunicación).	Muy menor, muy poco o raro 0-3%	Menor, poco, o rara vez presente 3-10%	Ocasional, infrecuen-te o periódico 10-20%	Prevalente, común o aparente 20-50%	Muy prevalente 50-80%	Extensivo, dominante 80-100%
	1 2 **3** 4 **5** 6 **7** 8 **9** 10 **11** **Urbano** **Suburbano** **Rural Desarrollado** **Rural Natural** **Semi Primitivo** **Primitivo**					

Anexo 4. Plan interpretativo de la Isla Quiribrí.

Plan interpretativo de la Isla Quiribrí

Natalia Barrantes Rojas

Julio 2010

Contenidos

Reconocimientos 98
Propósito del plan 98
Marco político y legal 99
Un viaje rápido en el tiempo 100
Los tesoros que en ella se encierran 100
Amenazas actuales 101
Servicios e infraestructura actuales 104
Actores involucrados 105
Los visitantes 106
Marco temático de los sitios 109
Historias que se quieren contar 109
Objetivos Educativos 111
Medios interpretativos 118
Planeamiento de uso público 125
Monitoreo 127
Presupuesto 130
Literatura citada 131

Reconocimientos

Este Plan interpretativo es producto del proyecto de graduación realizado por Natalia Barrantes Rojas, para la Licenciatura en Interpretación Ambiental de la Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. El trabajo final fue presentado en julio del 2010.

Propósito del plan

La Isla Quiribrí es un Monumento Nacional desde el año 1985. Actualmente la visitan nacionales, en su mayoría limonenses. Existen deseos de incrementar su visitación abriendo el espacio a visitantes extranjeros, utilizándolo como un sitio educativo y de investigación. Bajo este marco el uso de la interpretación debe ser una herramienta clave para los encargados del manejo del sitio (la Municipalidad de Limón). Los alcances de este plan interpretativo incluyen: influenciar la manera en que los visitantes se comportan en la Isla para preservar los recursos naturales, diseñar espacios y experiencias acorde a las expectativas y deseos de los mismos, e inspirar acciones de conservación por medio del encuentro con la naturaleza. Este plan busca unir las pautas expuestas en la declaratoria del sitio como Monumento Nacional con los objetivos municipales, los deseos de los visitantes, y la integridad del ecosistema. Todo esto en un ambiente armonioso y de disfrute y descanso.

Marco político y legal

Actualmente la Isla se encuentra custodiada bajo la ley marítimo-terrestre no. 6043, donde se estipula que es patrimonio nacional, pertenece al estado y es inalienable e imprescriptible. Por lo tanto es competencia de la Municipalidad tomar decisiones en cuanto al desarrollo, el uso y el aprovechamiento de dicha zona. Además se establece que la municipalidad deberá atender directamente el cuido y conservación de dicho sitio, incluyendo sus recursos naturales.

Objetivos de la Municipalidad de Limón para la Isla:

- Crear un museo histórico bajo el proyecto de Limón Ciudad Puerto
- Promover actividades educativas, recreativas y científicas.
- Aumentar la visitación actual y generar ingresos para su mantenimiento.

Este sitio fue declarado Monumento Nacional el 26 de septiembre de 1985 mediante el decreto ejecutivo No. 16542-c, publicado en el Diario Oficial La Gaceta No. 18. En el cual se define como un área que posee un recurso cultural, sea histórico o arqueológico; sobresaliente, de importancia nacional o internacional debido a sus características únicas o de especial interés

Objetivo de la declaratoria de la Isla como Monumento Nacional:

- Preservar la flora, fauna y el valor histórico de la Isla.
- Promover actividades educativas, recreativas y científicas.

Aparte de los objetivos y deseos expuestos, han existido trabajos previos sobre intentos de planificación en la Isla e investigaciones científicas, los cuales unidos a los deseos, algunas veces sin expresar en papel, de los diferentes visitantes y usuarios del sitio forman la base y el espíritu de este plan interpretativo.

Isla Quiribrí: Contexto y significancia

Un viaje rápido en el tiempo

Esta pequeña Isla de 11 hectáreas ubicada en la costa Caribe de Costa Rica, fue descubierta en un principio por los indígenas que habitaban en el Caribe del país, a ella se dirigían bajo el nombre de Quiribrí. El 18 de setiembre de 1502 llegó Cristóbal Colón con su embarcación en el que sería su cuarto y último viaje a América, El 18 de septiembre de 1502, según relató su hijo Hernando (Fernández Guardia 1933:26):

> *"fondeamos en una isleta llamada Quiribrí, y en un pueblo de Tierra Firme llamado Cariay, que eran de la mayor gente, país y sitio que hasta entonces habíamos hallado"*

Al ver la fauna del lugar Colón bautizó a la isla con el nombre de la Huerta, Colón estuvo en Cariay diecisiete días para reparar los barcos y para que su tripulación descansara ya que sus compañeros estaban enfermos y extenuados por la fatiga del viaje.

Luego de este acontecimiento la isla queda en el olvido histórico hasta que en 1886 se autoriza y luego se lleva a cabo la construcción de un edificio de cuarentena para tratar a enfermos de enfermedades contagiosas como la lepra (Lachner 1902). Para ese momento la isla era conocida bajo el nombre de Uvita, como actualmente se le conoce, a pesar que en 1985 en la declaratoria del sitio como Monumento Nacional se hace reconocimiento oficial al nombre original de Quiribrí.

Los tesoros que en ella se encierran

Encerrados bajo la vegetación, expuestos en los aires, o escondidos bajo el agua, la Isla posee muchos tesoros naturales. Cuenta con una vegetación tropical, que ha sido intervenida con el paso de los años, sin embargo se pueden observar palmeras con pipas, árboles de almendro, uvas de playa y arbustos típicos de las costas caribeñas de nuestro

país. En sus acantilados se encuentran nidos de los piqueros morenos (*Sula leucogaster*), una de las especies de aves acuáticas que frecuentan la Isla.

Sus aguas albergan un ecosistema lleno de sorpresas, donde destaca la presencia de un saludable arrecife con grandes colonias de corales como los cuernos de alce (*Acropora palmata*) y cerebros (*Diploria* y *Siderastrea siderea*) únicas por su tamaño en el Caribe sur de Costa Rica (obs. per.). Dentro de las 96 especies de peces que en ella habitan destacan algunos de interés comercial para la pesca como los pargos (Lutjanidae), barracudas (Sphyraenidae), los meros (Serranidae) y roncadores (Haemulidae). Además sus aguas están adornadas por coloridos peces de arrecife, importantes para la salud del conjunto. Sus camas de esponjas sirven de alimento para las tortugas verde (*Chelonia mydas*) y carey (*Eretmochelys imbricata*), visitantes que la frecuentan y que actualmente están amenazadas de extinción e incluidas dentro del apéndice I de CITES.

Amenazas actuales

Perturbaciones naturales

El terremoto ocurrido en Limón el 22 de abril de 1991, con magnitud de 7,5 en la escala de Richter, causó grandes desastres naturales, entre ellos el levantamiento de la costa Caribe sur. En la región de Limón, donde se ubica la Isla, el levantamiento fue entre 1,5 y 1,9 metros, mientras que en el resto de la costa hasta la frontera con Panamá fue de unos 50cm. En Moín, Portete, Punta Piuta e Isla Quiribrí grandes extensiones de arrecife, plataformas rocosas y pastos marinos quedaron expuestos al aire y los organismos que habitaban allí murieron rápidamente (Cortés *et al.* 1994).

Otra amenaza natural es el calentamiento global. Cuando aumenta la temperatura del agua durante varias semanas o cuando cambia la salinidad durante varios días, los corales pierden las zooxantelas y se produce un fenómeno llamado blanqueamiento, el cual puede llevar a la muerte si persisten las condiciones ambientales adversas. (Cortés y León 2002). A raíz del calentamiento del agua causado por El Niño, en especial en 1982-83 y 1997-98, se dio un blanqueamiento masivo de los corales y otros organismos arrecifales (Cortés y León 2002). Durante 1983 murieron muchos corales en ambas costas de Costa Rica. Por ejemplo, en la Isla del Caño murió la mitad de las colonias de corales, mientras en el Caribe las temperaturas variaron entre 23 y 29°C y se reportaron grandes mortalidades en el Refugio de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo y en Cahuita,; la especie caribeña más afectada fue *Acropora palmata* (Cortés y Jiménez 2003).

La mortalidad masiva es un fenómeno natural que afecta al arrecife. El primer evento reportado para el Caribe fue en 1982, donde todas las poblaciones del abanico *Gorgona flabellum* murieron (Guzmán y Cortés 1984). A partir de 1995, las especies de *G. flavellum* y *G. ventalina* murieron en diferentes lugares alrededor del Caribe, debido al hongo *Aspergillus* sp. (Cortés y Jiménez 2003). En 1983 y en 1992, se reportaron mortalidades masivas del erizo negro *Diadema antillarum*. Las poblaciones se redujeron de 4-33 ind m^{-2} a 1 ind $100m^{-2}$, producto de la dispersión de un patógeno en las aguas (Cortés y Jiménez 2003), en el 2004 se mostraron signos de recuperación aumentando las poblaciones entre 3-7 ind $10m^{-2}$ (Alvarado *et al.* 2004).

Perturbaciones antropogénicas

Al estar ubicada tan cerca de la costa y del Puerto y muelle de Limón hace que la Isla sea susceptible a muchas presiones como lo son la contaminación por hidrocarburos (existe una refinadora de petróleo en Limón y el tránsito de embarcaciones con petróleo es muy frecuente); la sedimentación que traen los ríos principalmente el Cieneguita, "uno de los más dañinos para el arrecife" (Cortés y León 2002). Los sedimentos se originan en las montañas tierra adentro, debido a la deforestación, las prácticas agrícolas inapropiadas y las construcciones en las zonas costeras.

Debido al sistema de corrientes marinas y la cercanía con la costa, el ecosistema marino de la Isla está influenciado por el manejo de los desechos de la ciudad de Limón, en especial por el emisario submarino el cual entró en vigencia en el 2006 y se encuentra ubicado entre la Isla y la costa, a menos de 1 km del arrecife de la Isla. Según el estudio de impacto realizado por Gamboa (1998), el emisario está localizado del lado de la Isla donde se encuentran los arrecifes más saludables, y las aguas negras podrían causar que los corales sean desplazados por competencia por algas, lo cual cambiaría completamente el ecosistema.

El fácil acceso a la Isla la convierte en un destino turístico potencial para realizar actividades como la natación, el buceo y las caminatas por los senderos. La realización de estas actividades sin ningún control, como sucede actualmente, puede causar grandes daños en el ecosistema, entre ellos fracturas del coral, extracción de especies marinas y plantas, así como perturbaciones en las zonas de anidación de aves. El resumen de las amenazas principales se encuentra en la Figura 16

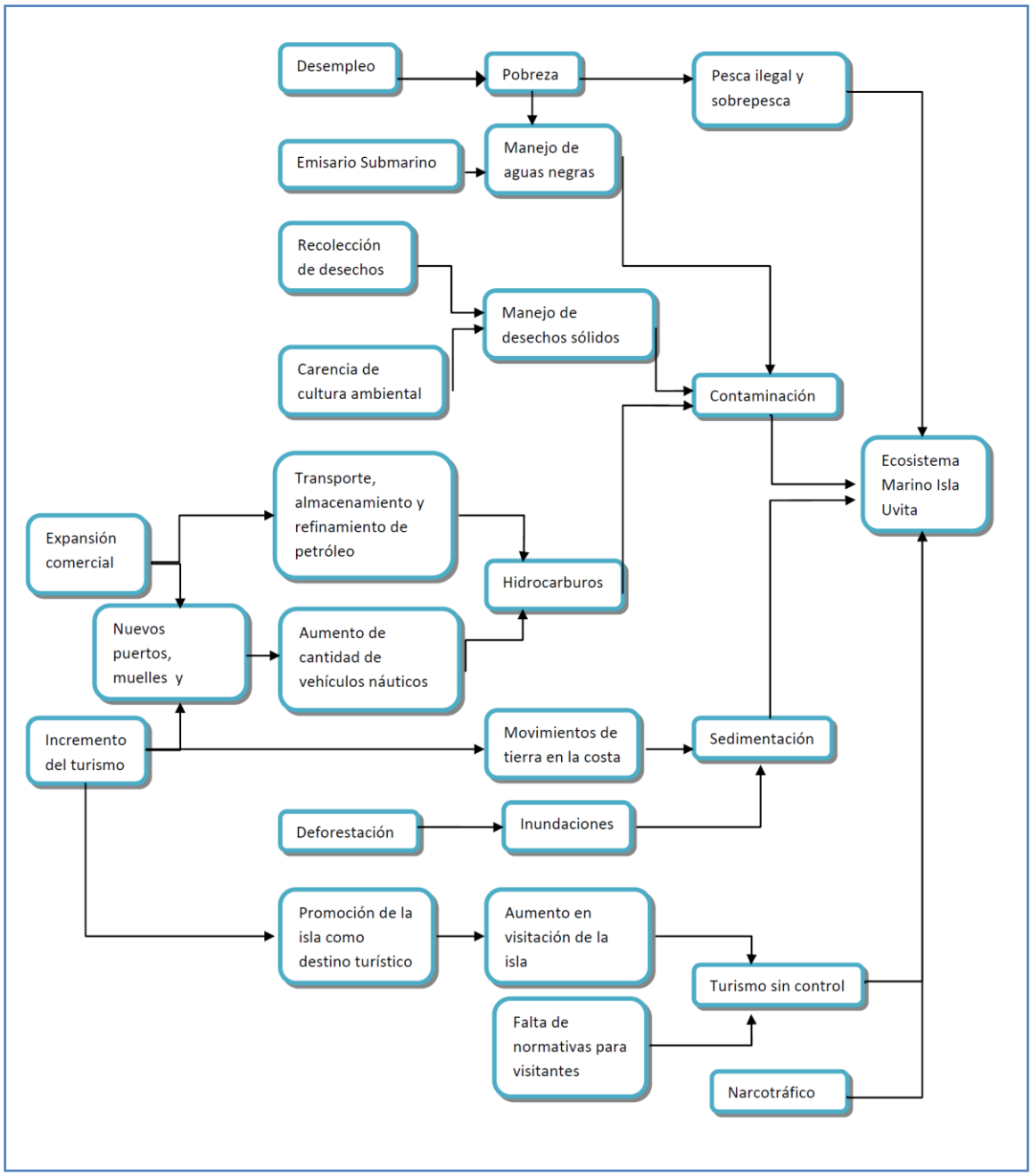


Figura 16. Mapa conceptual de factores que afectan el ecosistema marino de la Isla Quiribrí.

Servicios e infraestructura actuales

En sus 11 hectáreas, la Isla cuenta con una casa para el guarda, la cual se encuentra en mal estado y con goteras; un salón para visitantes, ubicado al lado de la casa; un área para acampar, que actualmente está cubierta por vegetación; un faro, un muelle sin terminar, tres miradores y dos senderos terrestres: uno perimetral de 675 m de largo y otro de 216 m que la atraviesa por la zona central hasta llegar al faro (Figura 17). En cuanto al personal que labora en la Isla, actualmente sólo existe un guarda, quien vive en el sitio y se encarga de las tareas de limpieza, seguridad y atención a visitantes.

Actualmente la Isla carece de facilidades para los visitantes como servicios sanitarios, duchas, agua potable o primeros auxilios. El manejo de los recursos naturales e históricos es nulo, y no se está implementando ningún plan. Tampoco se están brindando servicios como la educación o interpretación ambiental.

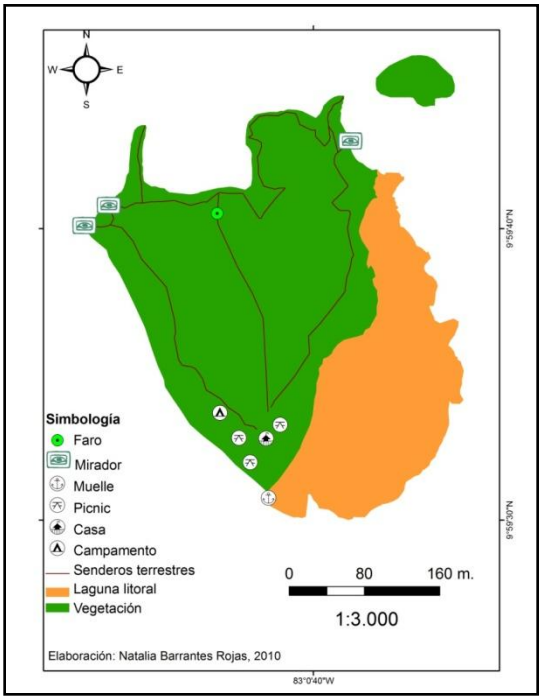


Figura 17. Mapa de la infraestructura de la Isla Quiribrí.

Actores involucrados

Este programa involucra a instituciones públicas como la Municipalidad de Limón y la Universidad de Costa Rica; a trabajadores independientes, representados por los capitanes que transportan a los visitantes, los pescadores artesanales de los alrededores de la Isla, los guías turísticos, educadores e intérpretes ambientales; y los visitantes que incluyen turistas, científicos, educadores y estudiantes. En el Cuadro 17 se describen las instituciones involucradas en la Isla, el tipo de relación y su función.

Cuadro 17. Tipo de relación de la institución o del individuo con el sitio.

Institución /individuo	**Tipo de relación**	**Función**
Municipalidad de Limón	Administrador de la Isla	Tomar las decisiones en cuanto al uso de la Isla
Persona a cargo de la Isla	Contratado por la Municipalidad de Limón	Velar por la integridad de los recursos de la Isla y de los visitantes
Universidad de Costa Rica	Asesor	Asesorar en la implementación del programa interpretativo. Monitorear el estado de salud del ecosistema marino (monitoreo científico)
Trabajadores independientes (capitanes, pescadores, guías)	Usuarios que reciben un bien material de la Isla o venden un servicio	Transportar a los visitantes a la Isla. Guíar grupos de visitantes Pescar artesanalmente
Visitantes (turistas, científicos, educadores y estudiantes)	Usuarios de los recursos de la Isla.	Disfrutar de los recursos sin recibir una remuneración material a cambio.

Los visitantes

Actualmente la Isla recibe una visitación moderada de 367 personas al mes, siendo la mayoría de los ellos nacionales (99,7%) en especial limonenses (71%), con una edad promedio de 31 años. Más de la mitad ha visitado la Isla antes (67%) y la mayoría viene al menos una vez al año, durante los fines de semana y se queda todo el día (57%). Los meses más visitados corresponden a la época seca y son los meses de marzo, abril, mayo, agosto y setiembre.

Perfil de los visitantes (n=63) de la Isla Quiribrí, según la encuesta aplicada entre el 16 y 18 de mayo del 2009.

Perfil	**Visitantes de la Isla Quiribrí**
Beneficio	Escape, diversión, descanso
Demográfico	
Edad	14-72 años. Edad promedio 31 años
Ruta para llegar al sitio, patrones de viaje	Todos llegan en bote. Mayoría llama a un conocido para venir (42%). Tiene un costo aproximado de 2.000 colones
Tamaño de grupo, composición, nacionalidad	Amistades (44%), parejas (9%) y familias (44%). 71% son Limonenses. Casi todos nacionales. El 67% ha venido antes a la isla.
Duración de estadía	57% se queda todo el día. Llegan los fines de semana y días feriados.
Psicográfico	
Nivel de interés	Casual a general (Descrito según World Heritage Center 2007).
Atracciones principales del sitio	Naturaleza, el paisaje y el mar
Actividades y servicios necesarios/deseados	Natación, buceo a pulmón, recorrer los senderos, jugar futbol, almuerzos compartidos, pesca.
Valores, motivos, experiencia deseada	Silencio, paz y tranquilidad, un lugar para relajarse y descansar
Necesidades especiales/Consideraciones	Contar con duchas y servicios sanitarios. Tener ventas de comida y agua potable
Cantidades de visitantes en sitio	Promedio de 367 visitantes por mes

El programa contempla que toda la rotulación sea bilingüe (español/inglés), debido a la importancia de la afluencia de visitantes de otros países en la zona, aunque este no sea el caso de la Isla actualmente, por eso no se considera a dichos visitantes como una audiencia aparte, sino que se les integra dentro de las diferentes categorías.

Grupos escolares

En el sector de Limón que comprende los circuitos escolares 01 y 02 se encuentran actualmente 17 escuelas primarias, y 4 colegios, uno de los cuales es técnico. Para toda esta población la Isla se puede convertir en un aula abierta donde se abarquen temas del currículo escolar tanto de ciencias (ecosistemas, manejo de desechos, biodiversidad, etc) como de estudios sociales (como historia, identidad y cultura) y del eje transversal de valores como la cultura ambiental para el desarrollo sostenible.

Grupos familiares

Conforman actualmente el 44% de los visitantes. Visitan la Isla los fines de semana o en época de vacaciones escolares.

Visitantes solos o con amistades

Dentro de este grupo se incluye a las personas que vienen solas, con amigos o con su pareja, juntos forman el mayor grupo de visitación (53%).

Buzos de aguas abiertas

Debido a la presencia del ecosistema coralino del Caribe sur, actualmente, existen al menos 5 operadoras de buceo en la zona que ofrecen viajes a diferentes sitios, dentro de los que se encuentran el Parque Nacional Cahuita, el Refugio Nacional de Vida Silvestre Gandoca-Manzanillo y varias zonas que no están protegidas. El arrecife de la Isla, si bien es de un tamaño pequeño, es un destino potencial para los buzos por sus características únicas mencionadas anteriormente.

Visitantes de cruceros

Alrededor de un 70% de la totalidad de los cruceros que atracan en el país anualmente lo hacen a través de Limón. En el año 2008 llegaron a Limón 135 cruceros y con ellos 199.428 turistas. De todos los excursionistas de cruceros que llegan al país se bajan un 83,5% y gastan un promedio de $60. Este es un grupo potencial debido a la cercanía de la Isla con el puerto.

Según las experiencias en el país en otros sitios donde ocurre una afluencia de turistas nacionales y extranjeros, se ha demostrado que el último grupo tiende a desplazar a los costarricenses debido a que son preferidos por los proveedores de servicios por su capacidad de adquisición, provocando conflictos entre los diferentes usuarios. Este fenómeno ha generado una disminución de la oferta de servicios para nacionales y en algunos casos un descontento de los mismos hacia los extranjeros.

La voluntad de este plan es priorizar el turismo nacional y rescatar la Isla como uno de los últimos sitios en el cantón de Limón que ofrece una alternativa de playa y naturaleza para los locales a un bajo costo. Sin embargo los dos tipos de visitantes pueden convivir en un mismo sitio, como lo han demostrado las recientes experiencias de turismo rural. El truco está en la forma de mercadear el destino, ya que definitivamente la Isla no es un destino de lujo todo incluido, por el contrario, ofrece la oportunidad de tener una experiencia real y natural conviviendo con los locales en un ambiente poco intervenido. Este es el tipo de producto bajo el que se debe de promocionar la isla al mercado internacional.

Sin embargo existen audiencias, como los visitantes de crucero que tienen expectativas más altas de comodidad y lujo, para ellos se recomienda utilizar la isla solo como destino de buceo sin hacer uso de las instalaciones. Otra técnica que se ha utilizado para mitigar la alta densidad de visitantes es que los grupos grandes y excursiones disfruten del sitio en los días de baja afluencia, en este caso sería entre semana, ya que la Isla es visitada mayoritariamente los fines de semana. Todo esto sin sacrificar la experiencia natural o semi-primitiva que se quiere que los usuarios perciban.

Marco temático de los sitios

Historias que se quieren contar

Cuando viajamos, sin importar la duración de nuestra aventura o el destino, nuestros sentidos se encuentran alerta. Nos mueve un intenso deseo de re-crearnos, de buscar lo que nos hace falta, un poco de aventura quizá, tal vez descanso, diversión, inspiración u otras personas con quien compartir. Tratamos de encontrar nuevas formas de expresarnos y de entender el mundo.

Basada en esas ideas la interpretación ambiental viene a crear conexiones entre un sitio y sus visitantes, a inspirar diferentes comportamientos por medio de los recursos del lugar. A contar historias frescas, nuevas y duraderas. A crear experiencias únicas que dejen un deseo de volver y significados que remuevan nuestros sentimientos.

Para lograr ese tipo de experiencia es necesario un marco temático coherente, diseñado con una jerarquía que lo haga comprensible, integrando los recursos y la identidad del lugar. Para eso existe un tema principal el cual encierra el mensaje que se quiere que los visitantes se lleven consigo. Este se divide en 3 subtemas los cuales tienen dentro de sí líneas temáticas, basadas en las historias y características únicas de la Isla Quiribrí.

Basados en los objetivos de este plan, las características únicas del sitio (superlativos), los recursos de mayor importancia interpretativa y las amenazas a estos recursos (ver contexto y significancia), se proponen los siguientes tópicos y mensajes para la interpretación marina de la Isla Quiribrí:

I. **Tópico: Relevancia histórica de la Isla Quiribrí como oasis de descanso y recuperación**
   Mensaje: Desde sus principios históricos los recursos de la Isla Quiribrí han brindado alimento, abrigo, recuperación y descanso a nativos, conquistadores, enfermos de lepra y actualmente, sus visitantes. A partir de ese momento comenzó el descubrimiento, por parte de los colonizadores, de una Costa Rica que aún tiene muchos tesoros por descubrir.

II. Tópico: Biodiversidad del ecosistema marino de la Isla Quiribí.

Mensaje: Al igual que los conquistadores hace quinientos años descubrieron nuestro país al llegar a esta Isla, en la actualidad los visitantes pueden descubrir la biodiversidad marina de Costa Rica por medio de los arrecifes de coral de la Isla Quiribrí, un ecosistema interconectado donde cada especie necesita de las otras para sobrevivir.

III. Tópico: Conservación de los recursos marinos

Mensaje: Aunque la pesca indiscriminada, la contaminación y el maltrato a los corales por los visitantes y las anclas de los botes, son los peores enemigos de los recursos marinos de la Isla Quiribrí, sus visitantes tienen la oportunidad de contribuir a disminuir estos impactos en el sitio y en sus propios hogares

Objetivos Educativos

Objetivo general

Inspirar a los visitantes a conservar los ecosistemas marinos por medio de su interacción con los mismos y sus acciones en la vida cotidiana.

Objetivos específicos

Durante su estadía en la Isla Quiribí los visitantes:

Podrán observar y leer los mapas para conocer las actividades que podrán realizar en los distintos sectores de la Isla y la ubicación de especies claves del ecosistema marino y los servicios básicos que se ofrecen.

Podrán reconocer cinco acciones que afectan la flora y fauna de la Isla.

Después de visitar la Isla y ver la exposición los visitantes podrán:

Conocer tres beneficios que antiguos visitantes han obtenido de la Isla

Conocer al menos seis especies que habitan en el arrecife.

Identificar al menos dos causas de la muerte de los arrecifes.

Identificar al menos tres fuentes de contaminación que afecta al ecosistema marino de la Isla.

Aprender cinco acciones concretas para proteger al ecosistema marino de la Isla.

Líneas Temáticas

I. Tópico: Relevancia histórica de la Isla Quiribrí como oasis de descanso recuperación

Mensaje: Desde sus principios históricos los recursos de la Isla Quiribrí han brindado alimento, abrigo, recuperación y descanso a nativos, conquistadores, enfermos de lepra y actualmente, sus visitantes. A partir de ese momento comenzó el descubrimiento, por parte de los colonizadores, de una Costa Rica que aún tiene muchos tesoros por descubrir.

Líneas temáticas:

En los principios de los tiempos

La isla le debe su existencia y forma actual a dos grandes eventos que la hacen única: el crecimiento de un arrecife y los movimientos tectónicos. La convergencia de estos dos factores hacen que el arrecife quedara expuesto poco a poco durante miles de años hasta formar los islotes, la loma y todo lo que la isla es en la actualidad, ya que toda su tierra no es más que un arrecife fósil que ha quedado al descubierto, tal y como quedarán a continuación su historia y sus secretos.

Sus primeros visitantes

Actualmente la historia desconoce la significancia de la Isla para los indígenas. Sin embargo ellos estaban presentes en la zona al llegar los colonizadores. Los estudios arqueológicos de los grupos indígenas que vivían en la costa del pacífico sur de Costa Rica muestran una gran relación con el mar, la cual se hace presente en diseños de especies marinas (como cangrejos, langostas y peces) labrados y pintados en algunos de los objetos encontrados, por lo que se espera que sucediera lo mismo en esta zona.

En la Isla del Caño se encontraron esferas de piedra y objetos de oro, resaltando la importancia del sitio para los pobladores locales, ¿Pudo haber sido esta Isla un sitio especial para los indígenas que habitaron Limón? ¿Qué actividades habrán realizado? ¿Se habría visto igual que ahora?

La llegada de Colón

La Isla Quiribrí fue el primer sitio de Costa Rica al que llegó Colón en 1502, donde tuvo el primer intercambio con los indígenas locales. Durante su estadía de diecisiete días la tripulación reparó los barcos y descansó (Vargas-Zamora 2007), tanta fue su maravilla con su exuberante vegetación que la nombró la Huerta. La Figura 3 muestra el primer intercambio con los habitantes locales.

Figura 18. El primer encuentro de Cristobal Colón con los indígenas locales.

Edificio de cuarentena

En los años 1800 varias enfermedades contagiosas aquejaban al país, entre ellas el cólera, la fiebre amarilla, la sífilis y la lepra. Debido a las necesidades de atender los focos de infección y alejarlos de la población sana, en 1886 se autoriza y luego se lleva a cabo la construcción de un edificio de cuarentena en la Isla, como refugio para aquellas personas enfermas en el Caribe, además de sitios similares que se crearon en Cartago y en la Isla San Lucas (Lachner-Sandoval 1902).

Un oasis en la actualidad

En 1985 la Isla fue declarada Monumento Nacional para rescatar su valor histórico, para preservar sus recursos naturales, y para servir como sitio de investigación, recreación y educación. Al igual que los conquistadores hace 500 años, las personas continúan hoy buscando en esta Isla descanso y alimento (como la pesca y la deliciosa agua de pipa), además de tranquilidad y recreación.

II. Tópico: Biodiversidad del ecosistema marino de la Isla Quiribrí.

Mensaje: Al igual que los conquistadores hace quinientos años descubrieron de nuestro país al llegar a esta Isla, en la actualidad los visitantes pueden descubrir la biodiversidad marina de nuestro país por medio de los arrecifes de coral de la Isla Quiribrí, un ecosistema interconectado donde cada especie necesita de las otras para sobrevivir.

Líneas temáticas:

Coral cuernos de alce (Acropora palmata)

La especie *Acropora palmata*, conocida comúnmente como cuernos de alce, presenta un crecimiento rápido (15 cm al año) y juega un rol principal en los arrecifes caribeños, pues provee la base geológica, física y biológica para el desarrollo de numerosas comunidades arrecifales. Existen asociaciones entre escuelas de peces compuestas de roncadores (Haemulidae) y pargos (Lutjanidae). Estos peces utilizan las ramas del coral como refugio y sus excretas contribuyen a la productividad de los corales y estimulan su crecimiento por medio de los suplementos de nitrógeno. Esta especie de coral provee además un hábitat esencial (e. g. comida, refugio, sitio de reclutamiento) para otras especies de peces, tortugas, langostas, cangrejos, equinodermos y gastrópodos. Estas relaciones sugieren que cambios en la extensión y composición de las colonias pueden resultar en cambios de su fauna asociada. Actualmente no hay ningún indicio de que otra especie de coral pueda remplazar el rol que juegan los *Acropora* en la comunidad coralina (Bruckner 2002), por lo que es importante realizar esfuerzos por conservar sus poblaciones amenazadas.

Las Damiselas unas jardineras laboriosas

Las damiselas es el nombre común de algunos de los peces pertenecientes a la familia Pomacentridae. Se caracterizan por tener un jardín de algas el cual cuidan de que no sea comido por ningún otro pez. Son pequeñitos pero no les temen ni a los peces grandes ni a las personas. Sin ellas el coral moriría por no poderse quitar a las algas que le crecen encima y sin las algas, las damiselas no tendrían que comer.

El sargento y sus hijos (Abudefduf saxatilis)

Este pequeño pececito es un padre laborioso, el cual se encarga de preparar el nido antes de que los huevos estén listos. Luego cambia ligeramente de color, se vuelve más oscuro para evitar que los depredadores lo acechen. Cuida los huevos y los airea durante los 4-5 días que duran sus aproximadamente 100 hijos en nacer. Una vez que nacen tienen que tener cuidado ya que hay muchos peces acechándolos para comerlos, como los meros (Serranidae) y las mexicanas (*Thalassoma bifasciatum*). Además hay personas que los quieren apartar de su hogar para llevarlos a las peceras de sus casas, donde nunca más verán el mar.

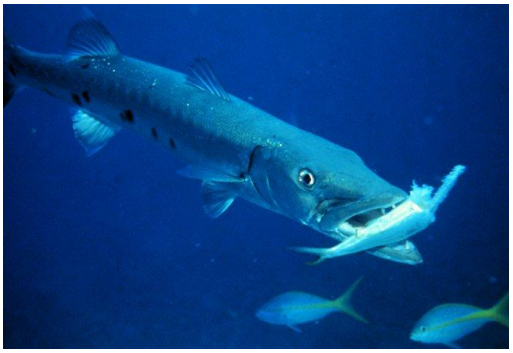
Su vida es muy tranquila comiendo zooplancton. Cuando están pequeños realizan estaciones de limpieza, ayudando a quitar los parásitos de varios peces como los gobidos (*Gobiosoma evelynae*), la vieja española (*Bodianus rufus*) y tortugas verdes (*Chelonia mydas*).

III. Tópico: Conservación de los recursos marinos

Mensaje: Aunque la pesca indiscriminada, la contaminación y el maltrato a los corales por los visitantes y las anclas de los botes, son los peores enemigos de los recursos marinos de la Isla Quiribrí, sus visitantes tienen la oportunidad de contribuir a disminuir estos impactos en el sitio y en sus propios hogares.

Líneas temáticas:

¿A quién hay que temer? La sobrepesca de la temerosa barracuda



La barracuda (*Sphyraena barracuda*) un pez grande de filosos dientes, es una especie muy apetecida para la pesca en la zona. Sin embargo debido a su aspecto y a su comportamiento con las personas, los nadadores y pescadores le temen. Pero lo que las personas no saben es que es ella (junto con los pargos, meros, roncadores y otros peces de pesca) quien le tiene más miedo a las personas ya que una pesca irresponsable puede mermar la población local.

Por favor déjenos tener hijos

Para mantener una población saludable de peces, es necesario permitirle a los mismos llegar a la edad reproductiva, esto con el fin de garantizar que cada pez se haya reproducido al menos una vez antes de morir por la pesca. Es importante no pescar organismos pequeños ni hembras con huevos.

Algo huele mal: El emisario submarino

El emisario submarino es un tubo colector de aguas negras residuales de las casas de 90.000 limonenses. Esta tubería se adentra en el mar y se ubica justo entre el parqueo de JAPDEVA y la Isla Quiribrí a menos de 1 km de la costa. Por medio de un sistema de difusores esta obra tiene una capacidad total de evacuar 200 litros de aguas residuales por segundo. La descarga de las aguas negras al mar afecta al ecosistema marino, provocando enfermedades en los corales y el sobre-crecimiento de algas.

¿Quién apagó la luz? Efectos de la sedimentación

La sedimentación que traen los ríos principalmente Cieneguita, es uno de los fenómenos más dañinos para el arrecife, debido a la imposibilidad de estos organismos de quitarse por completo el sedimento de encima (sólo se quitan un poco con sus tentáculos barredores), los cubre lentamente hasta que ya no pueden alimentarse. Los sedimentos se originan en las montañas tierra adentro, debido a la deforestación que exponen los suelos a las lluvias, las prácticas agrícolas inapropiadas y las construcciones en las zonas costeras que remueven el sedimento (Cortés y León 2002).

¿Qué pasa si se derrama? Hidrocarburos

Al estar la Isla Quiribrí ubicada tan cerca de la costa, del Puerto y del muelle de Limón hace que sea susceptible a la contaminación por hidrocarburos (existe una refinadora de petróleo en Limón, el tránsito de embarcaciones con petróleo es muy frecuente, y el riesgo de accidentes por derrame es alto). Acuña *et al.* (2004) concluyeron que la concentración total de hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos en el agua (HPDD) en Moín durante el 2000 fue de 0.22 µg/L, más alta que el estero de Puntarenas, Bahía de Golfito y Bahía Culebra. Según los autores, la desembocadura del Río Moín es el lugar donde convergen dos fuentes principales de contaminación por hidrocarburos del Caribe costarricense: la refinadora de petróleo y el muelle. Un posible derrame de petróleo sería muy grave para el ecosistema marino de la Isla, afectando a todos los organismos, aves,

peces, corales, algas, etc., teniendo también efectos adversos en la pesca, que es una de las ocupaciones de la zona.

Un coral estrella en peligro (Montastraea faveolata)

Este habitante de la Isla, se encuentra en colonias de gran tamaño (hasta 4 m de diámetro). Actualmente se encuentra dentro de la lista roja de especies en peligro de la UICN, debido a que su población ha disminuido en un 50% en los últimos 30 años. Las causas de su mortalidad son principalmente enfermedades, y blanqueamiento producto del calentamiento de las aguas por el fenómeno de El Niño. Es una especie extremadamente longeva, su edad promedio de maduración es de 8 años (Aronson *et al*. 2008). Su principal amenaza en la Isla son los visitantes, ya que las anclas de los botes voltean las colonias y las patas de rana de los visitantes los quiebran quebrantando su salud y en algunos casos provocando la muerte.

Cambia, todo cambia

Una amenaza actual que crece exponencialmente es el cambio climático el cual afecta a todos los seres de este planeta, vivientes y no vivientes. Este ocurre debido a un aumento en los niveles de gases de invernadero liberados a la atmosfera producto de nuestras prácticas diarias insostenibles y poco conscientes de nuestro entorno. Se predice que para el 2100 la temperatura de la Tierra se va a incrementar entre 1,4° y 5,8° C, y el nivel del mar va a aumentar entre 0,09 y 0,88 m (Houghton *et al*. 2001). Se predice además que de ocurrir estos cambios muchas especies disminuirían sus poblaciones y otras podrían desaparecer (Buddemeier *et al.* 2004).

Y yo, ¿qué puedo hacer?

Todos podemos realizar acciones simples para conservar los arrecifes de coral:

- Evitar sobrepesca, pescar sólo los peces grandes y no las hembras con huevos
- Utilizar la bollas fijas para anclar sus botes
- No tocar nada (corales, algas, peces, langostas o alguna otra especie viviente) cuando está en el agua
- No pararse en los corales para descansar
- Tener cuidado con las patas de rana de no rozar ni quebrar las colonias de corales
- Llevarse a la casa los residuos y basura de la comida que trae
- En casa: no botar la basura a los ríos ni en la calle porque pueden llegar al arrecife
- No comer ningún producto de tortuga como la carne o los huevos

Medios interpretativos

Señalización

Son importantes para guiar a los visitantes durante su estadía, indican la ubicación de los recursos, y los comportamientos que deben de tener. Para cumplir con la zonificación propuesta y con la experiencia que se desea que los visitantes tengan es recomendable que todas las señales se ubiquen en el área rural-natural. Estas deben de ser diseñadas estéticamente de acuerdo al contexto de la Isla para que no estén fuera de lugar siguiendo los lineamientos brindados por Pérez (2003). Todas deben ir escritas en español e inglés.

Ejemplos de las señales incluyen el nombre, distancia y duración del sendero. Ubicación de sitios para comer, basureros, servicios sanitarios, duchas, primeros auxilios, lugares aptos para la natación, buceo y la pesca. Así como normativas y regulaciones que se deben de acatar para contribuir con la salud del ecosistema y siguiendo la zonificación propuesta. Para esto se recomienda utilizar un lenguaje asertivo en con oraciones positivas (e.g. “use la boya” en vez de “no ancle”).

Mapas de ubicación y de atractivos turísticos

Estos mapas exhiben los recursos de infraestructura y naturales marinos de la Isla. El mapa de atractivos turísticos acuáticos está diseñado para las personas interesadas en realizar buceo a pulmón o con tanque (Figura 19). El mapa general (Figura 20) indica la ubicación de los senderos, y las actividades que se pueden realizar en cada zona.

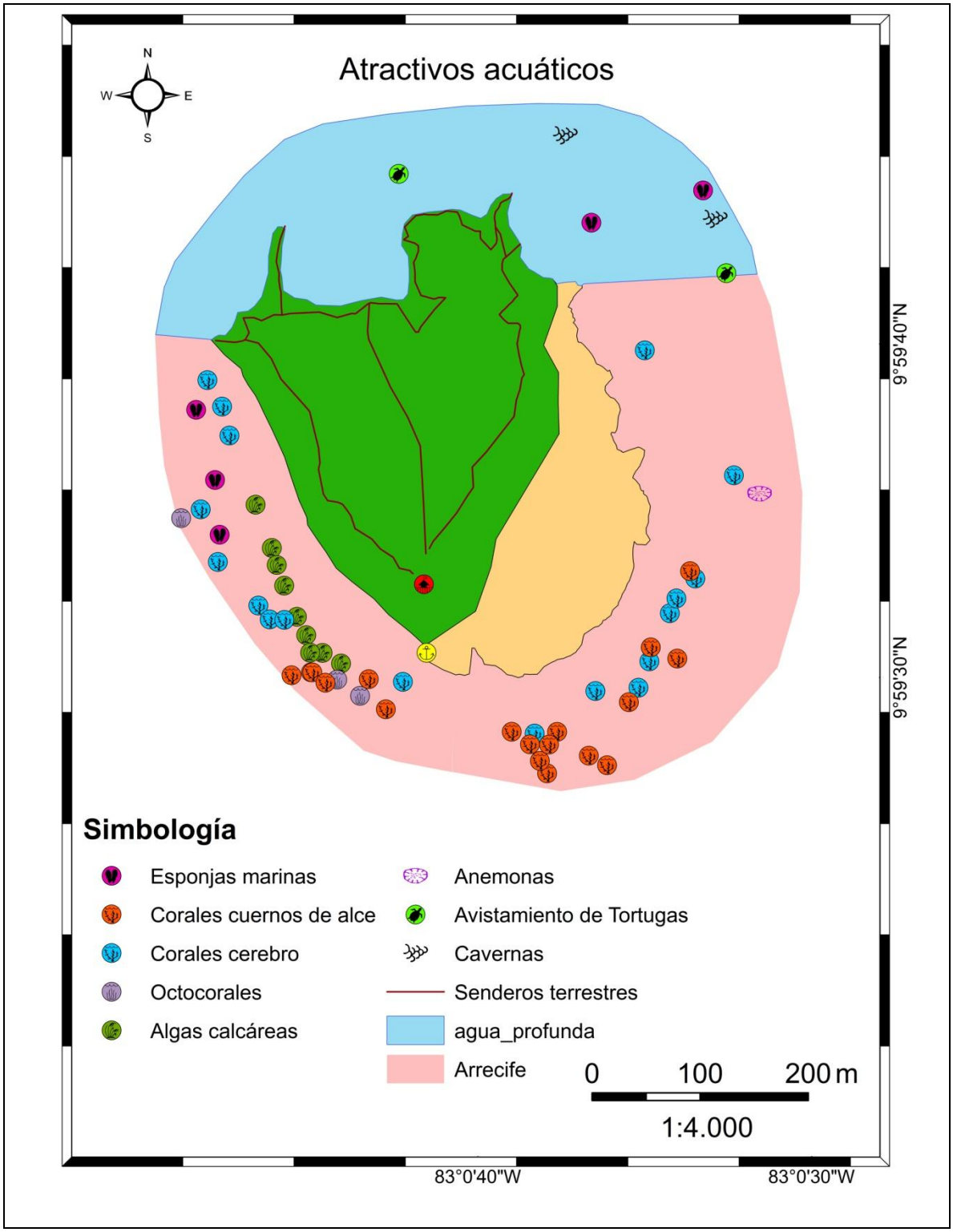


Figura 19. Mapa de atractivos acuáticos, diseñado para los buzos a pulmón y con tanque. Elaboración: Natalia Barrantes Rojas, 2010.

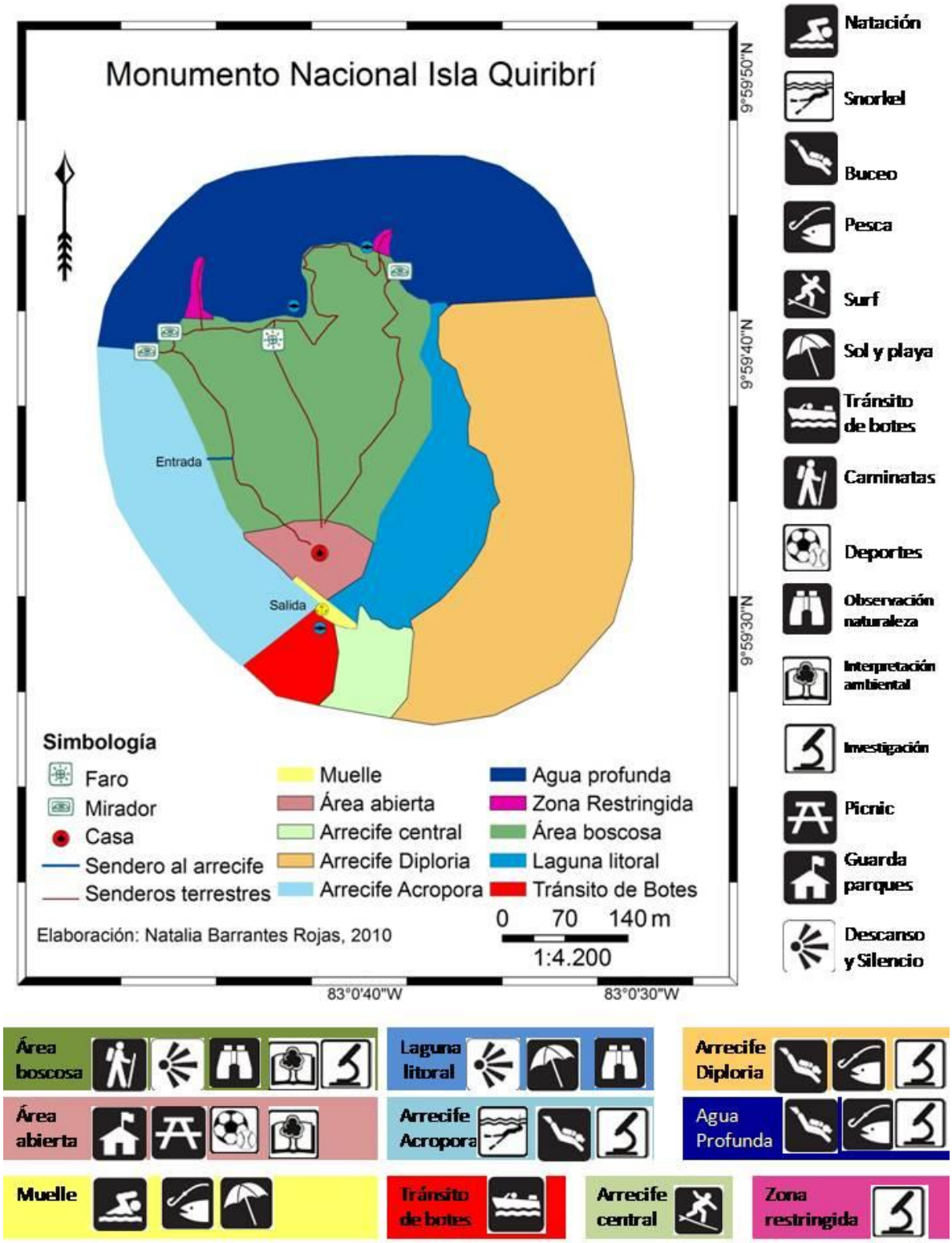


Figura 20. Mapa de ubicación, zonificación y descripción de las oportunidades recreativas.

Dispositivos interactivos

Estos dispositivos van a estar ubicados en el salón de visitantes ubicado en la casa para evitar que se dañen por las condiciones naturales (lluvia, sol, sal, etc.) o el vandalismo. Su objetivo es que los visitantes aprendan sobre los diferentes temas expuestos anteriormente por medio del juego; junto con los carteles refuerzan el mensaje de conservación que se quiere transmitir. Algunos ejemplos de estos dispositivos son:

El mar contaminado: Se tiene una pecera en la que se recrea el ecosistema marino de la Isla. Esta va a estar llena de una solución compuesta por agua, vinagre y fenoftaleina (indicador de pH que cambia de color de transparente a rosado fuerte). Encima de la pecera se coloca un pequeño dispositivo con forma de servicio sanitario (dimensiones proporcionales a la pecera). Los visitantes podrán halar la cadena del excusado y cada vez que lo hagan una pequeña descarga de agua con Carbonato de sodio se va a liberar a la pecera. Así el agua poco a poco se va poniendo más roja lo cual significa la muerte del arrecife. Aparte se tendrá un contenedor con agua y vinagre el cual se descargará por medio de un mecanismo que accione el visitante para empezar de nuevo, lo que va producir que el agua se vuelva transparente otra vez.

Basurero transparente: Hacer un basurero transparente con una recreación del arrecife adentro, incentivar a las personas a que recojan los desechos que encuentran en el agua y los depositen en ese basurero, marcar periódicamente cuánto tiempo ha transcurrido y crear conciencia sobre qué pasaría si todo eso se acumulara en los ríos y luego en el arrecife.

¿Cómo me veo bajo el agua?: Tener una maqueta con recreaciones de diferentes especies que habitan en el arrecife y sus nombres. Tener algún tipo de lentes con aumento con el tipo de distorsión que sufre la vista bajo el agua, ya que todo se ve un poco más grande. Los visitantes se pueden probar los lentes y luego comparar como ven los animales con y sin lentes. El objetivo es que de una manera divertida el público se familiarice con las especies marinas.

¿Qué pasa si se derrama? En un cubículo con un mural de fondo con un muelle y barcos que transportan petróleo, y con la pregunta ¿Qué pasa si se derrama? Tener a disposición de la audiencia plumas de aves. Luego tener un baldecito lleno de aceite o algún tipo de hidrocarburo con la forma de un barco. Tener otro baldecito con limadura de hierro y varios imanes. En las instrucciones del dispositivo se indica que se debe colocar la puntita de pluma en el barquito con aceite y sacarla, luego colocarla en el baldecito de limadura de hierro y sacarla,

después con la ayuda del imán tratar de remover la limadura que a su vez va a remover el aceite. El objetivo es de una manera lúdica y gráfica crear conciencia sobre los efectos de los hidrocarburos en las especies marinas y cómo podríamos colaborar durante una eventualidad.

Carteles con información de las especies marinas y el estado de salud del ecosistema

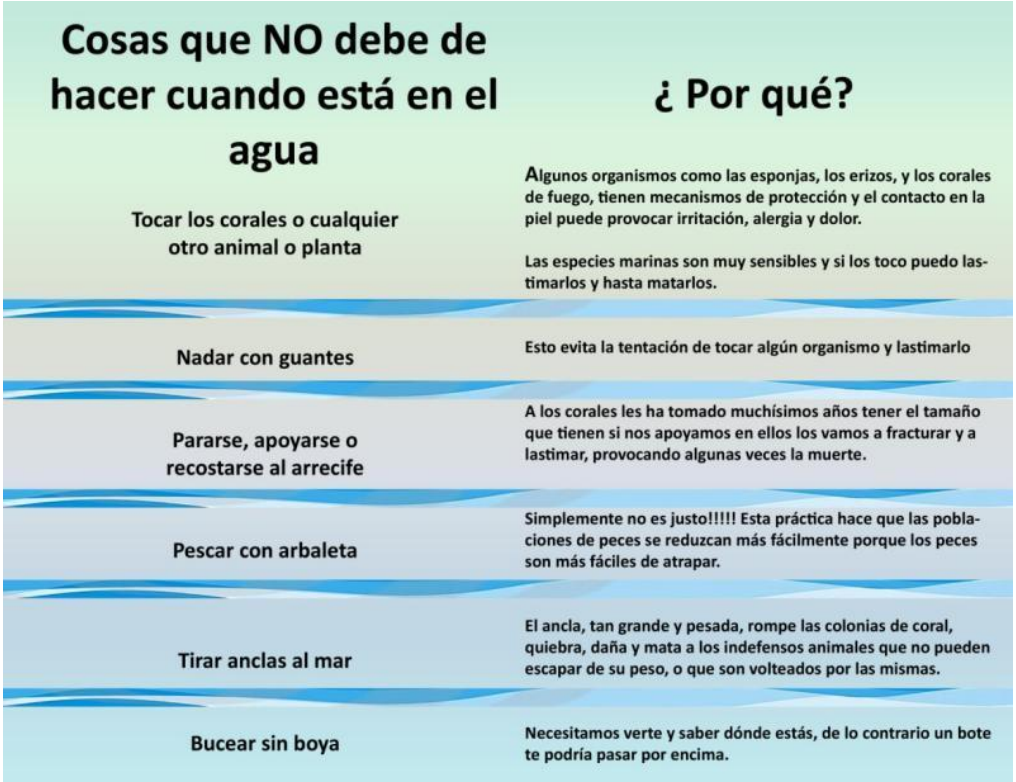
El objetivo de los carteles es familiarizar a los visitantes con el ecosistema marino y su salud. Además dar a conocer acciones directas que durante su estadía pueden hacer, o dejar de hacer para promover la integridad del ecosistema. Para esto se va a utilizar la información presentada en el marco temático. Estos carteles van a estar ubicados en la zona rural natural, específicamente en las cercanías del muelle, de la casa y del área para picnic.

Dentro de las propuestas se incluye una pizarra informativa con la pregunta ¿Cómo está el arrecife hoy? En esta se va a encontrar información de los monitoreos periódicos en forma de gráficas de salud del arrecife en los últimos meses, comentarios y noticias recientes: por ejemplo visitación de tortuga, desove de corales, situación del pez león, etc. Además va a tener un espacio para comentarios de los visitantes sobre su percepción de la salud del arrecife. En caso de llegar a algún límite de cambio no aceptable, aquí se van a dar a conocer las medidas y sus razones (e.g. el arrecife **Acropora** está cerrado al público por exceso de fracturas producto de las aletas de las patas de rana).

Manual de buenas prácticas en el agua

Este manual (Figura 21 y Figura 22) describe el comportamiento que cada visitante debe tener si está en el agua. El objetivo es preservar la salud del ecosistema, concienciar sobre los efectos de los visitantes en el arrecife, y evitar accidentes para los visitantes. El manual estará a disposición tanto de los bañistas como de los capitanes de botes y habrá una versión en inglés, la hoja impresa por los dos lados se dobla a la mitad para quedar como un panfleto. Se tendrán copias impresas para difundir y también se tendrá en forma de cartel cerca del muelle.

Figura 21. Impresión por afuera del Manual de buenas prácticas en el agua.



Cosas que NO debe de hacer cuando está en el agua	¿ Por qué?
Tocar los corales o cualquier otro animal o planta	Algunos organismos como las esponjas, los erizos, y los corales de fuego, tienen mecanismos de protección y el contacto en la piel puede provocar irritación, alergia y dolor. Las especies marinas son muy sensibles y si los toco puedo lastimarlos y hasta matarlos.
Nadar con guantes	Esto evita la tentación de tocar algún organismo y lastimarlo
Pararse, apoyarse o recostarse al arrecife	A los corales les ha tomado muchísimos años tener el tamaño que tienen si nos apoyamos en ellos los vamos a fracturar y a lastimar, provocando algunas veces la muerte.
Pescar con arbaleta	Simplemente no es justo!!!!! Esta práctica hace que las poblaciones de peces se reduzcan más fácilmente porque los peces son más fáciles de atrapar.
Tirar anclas al mar	El ancla, tan grande y pesada, rompe las colonias de coral, quiebra, daña y mata a los indefensos animales que no pueden escapar de su peso, o que son volteados por las mismas.
Bucear sin boya	Necesitamos verte y saber dónde estás, de lo contrario un bote te podría pasar por encima.

Figura 22. Impresión por dentro del Manual de Buenas Prácticas en el agua.

Guía de especies comunes de peces y corales que habitan la Isla Quiribrí

Estas guías laminadas estarán a la venta para los visitantes a un costo de 2.000 colones, en ella se incluyen las especies más comunes de peces, tortugas, corales y otros invertebrados de la Isla con los nombres científicos y comunes tanto en inglés como en español.

Planeamiento de uso público

Con el fin de garantizar una experiencia única que cumpla con las expectativas de los visitantes, se plantea una zonificación por condición basada en el Espectro de Oportunidades Recreativas Acuáticas (Haas *et al.* 2004) . Se definen dos áreas en la Isla Quiribrí, una de ellas ofrece una oportunidad rural-natural y la otra una experiencia semi-primitiva.

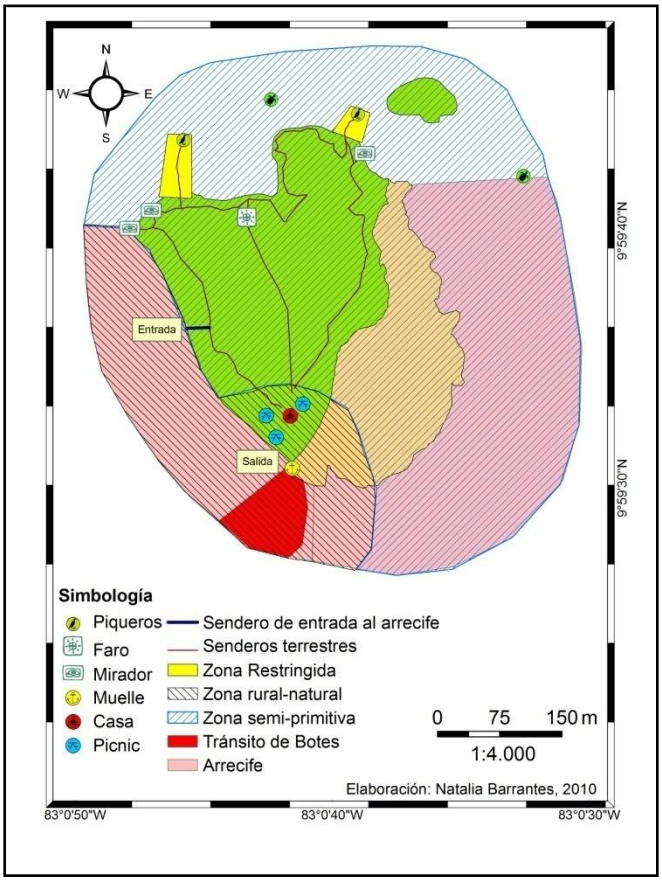


Figura 23. Mapa de zonificación por condición.

Características y experiencias recreativas del ambiente Rural Natural: Se encuentra a una distancia considerable de la ciudad de Limón, la naturaleza predomina en el paisaje, sin embargo se observa el muelle y ocasionalmente algún barco pasar. Los sonidos, vistas y olores de la civilización son ocasionales o infrecuentes. Los recursos acuáticos están

rodeados de ambientes naturales. El manejo del sitio se nota ocasionalmente en forma de facilidades para los visitantes (casa y mesas para comer), señalización, y servicios. Los visitantes desean una sensación de tranquilidad y de escape de su rutina diaria. La oportunidad para que los visitantes vean, huelan y escuchen la naturaleza es prevalente y común, al igual que las ocasiones para disfrutar de períodos de soledad.

Debido al desarrollo y las actividades humanas las modificaciones a los recursos naturales se consideran ocasionales (e.g. el muelle y la casa). La socialización con otras personas fuera del grupo de uno no es muy importante, sin embargo se espera y se tolera la presencia de otros visitantes. No se espera un alto sentido de seguridad, confort y conveniencia (lo que se corrobora con los resultados de la encuesta). Es importante la oportunidad para aliviar la tensión y el sentimiento de independencia y libertad con una presencia moderada de manejo. Las experiencias tienden a depender de los recursos y pueden ser diversas, incluyen relajación y contemplación (acampar, tomar el sol, nadar, navegar, surfear, bucear y pescar), socialización, trabajo físico y retos (pesca deportiva, andar en kayak, jugar fútbol).

Características y experiencias recreativas del ambiente semi-primitivo: Por donde quiera que se mire no se encuentran rasgos de la ciudad ni del muelle. El área natural envuelve todo alrededor. En el mar se observa el horizonte sin ninguna intervención de edificaciones. El manejo es mínimo y se observa en la forma de barandas en los miradores. Las facilidades son rústicas y se mezclan bien con el ambiente. La protección de los recursos es bastante importante. Las oportunidades para que los visitantes vean, huelan y escuchen la naturaleza son abundantes.

Los visitantes perciben una sensación de soledad y alejamiento. Desean una sensación de tranquilidad y escapar de su rutina diaria. Es importante la oportunidad para experimentar los ecosistemas naturales con poca intervención humana, un sentimiento de aventura, riesgo y autoconfianza; y la soledad, la ausencia de contacto con otros visitantes, y con señales de manejo. Los turistas de aventura y ecoturistas son atraídos a este tipo de lugares.

Monitoreo

Para el monitoreo de los recursos naturales se va a utilizar la teoría de Límites de Cambio Aceptable (LAC)

Impacto	**Indicador**	**LAC**	**Cómo**	**Cuándo**	**Quién**	**Dónde**	**Estrategias en caso de cambios no aceptables**
Salud del arrecife	Porcentaje de muerte reciente de coral	Mortalidad menor al 5%.	Metodología de AGRRA (2005).	2 veces al año, al principio de la temporada seca (finales de mayo y finales de agosto).	Regente encargado del monitoreo, o estudiantes de Turismo Ecológico de la sede de Limón de la Universidad de Costa Rica, con previo entrenamien-to.	Tres sitios: uno cerca del muelle, otro en el sector 1 y otro en el sector 2.	Vedar las actividades en esa zona para permitir la recuperación del ecosistema.
	Porcentaje de fracturas de coral	Por definir	Metodología de Rogers *et al.* (1994).				Cambiar las entradas para snorkel al arrecife. Recomendar a los visitantes el uso de otras zonas. Prohibir el uso de anclas en el sitio (tener zonas de anclaje fijas).
	Cobertura de coral vivo	Disminución menor al 5 % de la cobertura actual (19,2%)	Metodología de AGRRA (2005).				Si el descenso en cobertura es producto de impactos de visitantes se vedan las actividades en la zona, e implementar técnicas más agresivas de educación, información y manejo de visitantes.

Impacto	Indicador	LAC	Cómo	Cuándo	Quién	Dónde	Estrategias en caso de cambios no aceptables
Salud del ecosistema	Abundan-cia de especies de peces claves	Una disminución menor al 15% en la abundancia total de todas las especies. Tomar los datos de línea de base al comenzar el programa de manejo de la Isla.	Protocolo de AGRRA (2005).				Vedar la pesca hasta que la abundancia regrese a la línea base.
Salud del ecosistema	Frecuencia de tamaño de peces claves por grupo trófico	Disminución en el promedio del tamaño de una categoría (e.g. pasar de 31-40 a 21-30). Tomar los datos de línea de base al comenzar el programa de manejo de la Isla.	Protocolo de AGRRA (2005).				Regular los tamaños de los peces pescados, vedar la pesca o la extracción de la especie afectada. O vedar la pesca totalmente hasta recuperar los tamaños originales
Salud de los visitantes	Calidad de agua	Cantidad de coliformes fecales sea menor 240 CF/1000ml.	Toma de muestras de agua.	1 vez al año, entre los meses de diciembre a marzo.	Laboratorio de Acueductos y Alcantarillados como parte del compromiso adquirido en el plan de manejo del estudio de impacto ambiental del emisario submarino.	Frente al muelle.	Prohibir la natación y el buceo.

Metodología de AGRRA (2005) para :

- Porcentaje de muerte reciente de coral: Se observan los corales que interceptan el transecto y se anota el porcentaje de muerte reciente del total de la colonia.
- Cobertura de coral vivo: Se nada un transecto en línea de 10 m donde se anotan todos los corales pétreos mayores a 10 cm que intersecten la línea, escribiendo cuantos centímetros de coral están bajo el transecto. La medida se expresa en porcentaje
- Abundancia de especies de peces claves: Se nadan diez transectos de cinta de 30 m de largo y 2 m de ancho, tomando en cuenta sólo las especies clave y anotando su cantidad y talla en rangos definidos. El resultado se presenta como biomasa total (g/100 m^2) y como abundancia por especie.
- Frecuencia de tamaño de peces claves por grupo trófico: Se nadan diez transectos de cinta de 30 m de largo y 2 m de ancho, tomando en cuenta sólo las especies claves y anotando su cantidad y talla en rangos definidos.

Metodología de Rogers *et al.* (1994) para el porcentaje de fractura de coral:

Dentro del transecto de 10m descrito anteriormente, medir las fracturas de los corales que interceptan la línea con una regla milimétrica anotando el alto y ancho. Anotar cuantas colonias fracturadas se encuentran diferenciando entre fractura reciente o vieja. Los datos se expresan como número de colonias fracturadas por 10 m lineales

Seleccionar además dos sitios control con un área conocida donde habiten colonias grandes de *Acropora palmata*, contar el número de ramas frescas quebradas, medir el alto y ancho de cada área fracturada con una regla milimétrica. Calcular el área de fractura:
Área de fractura = ancho x alto x 0.8

Presupuesto

Rubro	**Cantidad**	**Precio en colones**
Rótulos	20	200.000
Mapa de ubicación	1	50.000
Mapa de atractivos turísticos	1	50.000
Dispositivos interactivos	5	1.000.000
Carteles	5	250.000
Manual de buenas prácticas en el agua	1000	300.000
Guía de especies marinas	100	100.000
Sendero de entrada al arrecife	35 metros	10.000
Escaleras para salir del arrecife	1	50.000
Total		2.010.000

Literatura citada

Acuña-González, J.A., J.A. Vargas-Zamora, E. Gómez-Ramírez & J. García-Céspedes. 2004. Hidrocarburos de petróleo, disueltos y dispersos, en cuatro ambientes costeros de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 52 (Supl. 2): 43-50.

Alvarado, J.J., J. Cortés & E. Salas. 2004. Population densities of *Diadema antillarum* Philippi at Cahuita National Park (1977-2003), Costa Rica. Carib. J. Sci. 40: 257-259.

Aronson, R., A.W. Bruckner, J. Moore, W.B. Precht & E. Weil 2008. *Montastraea faveolata*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. <http://www.iucnredlist.org>. Descargado el 30 de junio, 2010.

Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA). 2005. AGRRA Methodology v.4.0, June 2005.

Bruckner, A.W. 2002. Proceedings of the Caribbean *Acropora* Workshop: Potential Application of the U.S. Endangered Species Act as a Conservation Strategy. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR-24, Silver Spring, MD.Maryland. 199 p.

Cortés, J. & A. León. 2002. Arrecifes coralinos del caribe de Costa Rica. Edt. INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. 136 p.

FERMATA. 2006. Quinta Mazatlan Interpretive Plan. Promoting Backyards throughout the Central Nort American Migratory Flyway

Fernández Guardia, R. 1933. Historia de Costa Rica. El descubrimiento y la conquista. 3era Edición. Tomo I. Librería Alsina, San José, Costa Rica. 175 p.

Gamboa, C. 1998. Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto del Emisario Submarino para el Alcantarillado sanitario de la Ciudad de Limón. Anexo 4: Estado actual de las

comunidades marinas en los alrededores de la Isla Uvita, Limón, Costa Rica. PROIGE, San José, Costa Rica. 27 p.

Haas, G., R. Aukerman, V. Lovejoy & D. Welch. 2004. Water Recreation Opportunity Spectrum (WROS) Users' Guidebook. Lakewood, Colorado: Unites States Department of the Interior, Bureau of Reclamation, Office of Program and Policy Services. Lakewood, Colorado. 92 p.

Lachner-Sandoval, V. 1902. Apuntes de higiene pública: organismos, instituciones y profesiones relacionadas con este ramo. Revista de Costa Rica en el siglo XIX. Tomo 1: 187-222. Costa Rica.

Pérez, C. 2003. Interpretación ambiental de un sendero autoguiado en Isla Quiribrí de Puerto Limón, como un aporte al desarrollo turístico de la Región Caribe de Costa Rica. Práctica Dirigida de Licenciatura, Universidad de Costa Rica, San José. 138 p.

Rogers, C.S., G. Garrison, R. Grober, R.,Z.M. Hillis & M.A. Frankle. 1994. Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic. U.S. National Park Service, TNC, WWF. St. John, Virginia. EUA. 104 p.

Vargas-Zamora, J.A. 2007. Cristobal Colón en monedas y billetes de Costa Rica (1897-1942). Rev. Reflex. 86: 87-99.

World Heritage Center. 2007. Park Planning for Life: Manual for Public Use Coordinators. Version 2. UNESCO, París. 28 p.