



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**ANÁLISIS Y PROPUESTAS ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE  
LAS BAHÍAS DEL PARQUE NACIONAL HUATULCO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**BIOL. ALEXIS GARCÍA RIVERO**

**TUTOR**

**DR. MARGARITO TAPIA GARCÍA  
UAM IZTAPALAPA**

**COMITÉ TUTORAL**

**DR. ERIC JORDÁN DAHLGREN, PCMYL-UNIDAD PUERTO MORELOS  
DRA. HILDA LEÓN TEJERA, PCMYL-FACULTAD DE CIENCIAS  
DR. ALEJANDRO GRANADOS BARBA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
DR. ERNESTO AARÓN CHÁVEZ ORTIZ, CICIMAR**

**CD. MX., MAYO, 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**ANÁLISIS Y PROPUESTAS ECOLÓGICAS PARA EL MANEJO DE  
LAS BAHÍAS DEL PARQUE NACIONAL HUATULCO**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

PRESENTA:

**BIOL. ALEXIS GARCÍA RIVERO**

**TUTOR**

DR. MARGARITO TAPIA GARCÍA

UAM IZTAPALAPA

**COMITÉ TUTORAL**

DR. ERIC JORDÁN DAHLGREN, PCMYL-UNIDAD PUERTO MORELOS

DRA. HILDA LEÓN TEJERA, PCMYL-FACULTAD DE CIENCIAS

DR. ALEJANDRO GRANADOS BARBA, UNIVERSIDAD VERACRUZANA

DR. ERNESTO AARÓN CHÁVEZ ORTIZ, CICIMAR

**MÉXICO, CD. MX., MAYO, 2019**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología.

A los apoyos recibidos por parte de la beca CONACYT, para la obtención de este grado (563064).

Al Dr. Margarito Tapia por su constancia, toda su perseverancia y cada una de sus enseñanzas, muchas gracias DOC.

A los integrantes del Jurado de este Examen de Grado, el Dr. Eric Jordán Dahlgren, la Dra. Hilda León Tejera, el Dr. Ernesto Áaron Chávez Ortíz y el Dr. Alejandro Granados Barba, por sus aportaciones y valioso tiempo.

A mis padres, sin ellos, no sería quien soy, ni estaría donde estoy, gracias.

A Diana por recorrer este camino conmigo y no dejarme caer, por rodar medio país y no dejarse vencer, por estar y comprenderme, Te asmo.

A Maylina porque es mi hermanita y la quiero mucho.

A TV por siempre velar por nosotros y querer siempre lo mejor para sus pupilos, mi admiración y más profundo respeto.

A MAHO por ser mi amigo y saber que siempre estarás cuando te necesite, pocos como tú, nunca dejes de intentarlo.

**Índice general**

|  |    |
|--|----|
| Resumen  | X  |
| I Introducción   | 1  |
| II Antecedentes  | 4  |
| III Marco teórico                                      | 9  |
| IV Hipótesis   | 11 |
| V Objetivos  | 12 |
| V.1 General  | 12 |
| V.2 Particulares                                       | 12 |
| VI Materiales y métodos                                | 12 |
| VI.1 Área de estudio                                   | 12 |
| VI.2 Metodología                                       | 14 |
| VI.2.1 Caracterización                                 | 14 |
| VI.2.1.1 Macroescala                                   | 15 |
| VI.2.1.1.1 Contribución                                | 16 |
| VI.2.1.1.2 Rareza                                      | 16 |
| VI.2.1.1.3 Calidad                                     | 16 |
| VI.2.1.1.4 Valor                                       | 17 |
| VI.2.1.2 Mesoescala                                    | 17 |
| VI.2.1.3 Local   | 17 |
| VI.2.2 Muestreo  | 18 |
| VI.2.3 Diagnóstico                                     | 18 |
| VI.2.3.1 Actores                                       | 19 |
| VI.2.3.2 Entrevistas                                   | 20 |
| VI.2.4 Identificación, cuantificación y clasificación. | 21 |

### III

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| VI.2.4.1  | Identificación de actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas | 21 |
| VI.2.4.2  | Cuantificación: Matriz de Leopold  | 21 |
| VI.2.4.3  | Clasificación: Análisis multifactorial con dendrogramas  | 22 |
| VI.2.5    | Evaluación de las estrategias de manejo y propuestas   | 23 |
| VII       | Resultados   | 23 |
| VII.1     | Caracterización ambiental de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus comunidades coralinas.            | 24 |
| VII.1.1   | Bahías de Huatulco   | 24 |
| VII.1.1.1 | Zonificación   | 25 |
| VII.1.1.2 | Contribución   | 26 |
| VII.1.1.3 | Rareza   | 26 |
| VII.1.1.4 | Calidad  | 26 |
| VII.1.1.5 | Valor  | 26 |
| VII.2     | Diagnóstico ecológico de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus estructuras coralinas.                | 27 |
| VII.2.1   | Estructuras coralinas  | 27 |
| VII.2.1.1 | San Agustín  | 27 |
| VII.2.1.2 | Riscalillo   | 29 |
| VII.2.1.3 | Jicaral  | 31 |
| VII.2.1.4 | Chachacual   | 31 |
| VII.2.1.5 | Cacaluta   | 32 |
| VII.2.1.6 | Maguey   | 33 |
| VII.2.1.7 | Órgano   | 35 |
| VII.2.1.8 | Violín   | 35 |
| VII.2.2   | Beneficios e intereses económicos, sociales y ambientales  | 36 |

## IV

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| VII.2.2.1   | Derrama económica   | 36 |
| VII.2.2.2   | Destino ecológico   | 37 |
| VII.2.3     | Problemáticas   | 38 |
| VII.2.3.1   | Edificación del CIP   | 38 |
| VII.2.3.2   | Población y turismo   | 38 |
| VII.2.3.3   | Basurero municipal  | 39 |
| VII.2.4     | Actores   | 40 |
| VII.2.4.1   | PROFEPA   | 41 |
| VII.2.4.2   | SEMARNAT  | 41 |
| VII.2.4.3   | FONATUR   | 41 |
| VII.2.4.4   | CONANP  | 41 |
| VII.2.4.5   | Gobierno municipal  | 42 |
| VII.2.4.6   | ONG   | 42 |
| VII.2.4.7   | Universidades   | 43 |
| VII.2.4.8   | Consejo asesor  | 43 |
| VII.2.5     | Entrevistas   | 43 |
| VII.3       | Identificación, cuantificación y clasificación de las principales actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas del PNH. | 46 |
| VII.3.1     | Identificación de actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas  | 46 |
| VII.3.2     | Cuantificación: Matriz de Leopold   | 49 |
| VII.3.3     | Clasificación: Análisis con dendrograma   | 56 |
| VII.3.3.1   | Acciones que pueden causar efectos ambientales  | 60 |
| VII.3.3.1.1 | Afectaciones a las estructuras coralinas  | 60 |
| VII.3.3.1.2 | Alteración de la hidrología   | 61 |
| VII.3.3.1.3 | Vertidos en el mar  | 61 |

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| VII.3.3.1.4 | Alteración de la cubierta terrestre  | 62 |
| VII.3.3.1.5 | Urbanización   | 63 |
| VII.3.3.1.6 | Pavimentaciones de superficies   | 63 |
| VII.3.3.1.7 | Gestión y control de la vida natural   | 64 |
| VII.3.3.2   | Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse  | 64 |
| VII.3.3.2.1 | Arrecifes  | 65 |
| VII.3.3.2.2 | Calidad del agua marina  | 65 |
| VII.3.3.2.3 | Eutrofización  | 66 |
| VII.3.3.2.4 | Densidad de la población   | 67 |
| VII.4       | Evaluación de las estrategias de manejo y propuestas de posibles acciones que mitiguen o contrarresten los impactos negativos en el Parque Nacional Huatulco y sus placas coralinas. | 68 |
| VII.4.1     | Propuestas de acciones que mitiguen los impactos en el PNH   | 72 |
| VII.4.1.1   | Proyectos para las comunidades   | 76 |
| VII.4.1.2   | Proyectos para empresas y gobierno   | 78 |
| VII.4.1.3   | Proyectos ecológicos   | 81 |
| VII.4.1.3.1 | San Agustín  | 81 |
| VII.4.1.3.2 | Riscalillo   | 85 |
| VII.4.1.3.3 | Cacaluta   | 87 |
| VII.4.1.3.4 | Maguey   | 89 |
| VII.4.1.3.5 | Órgano   | 89 |
| VII.4.1.3.6 | Violín   | 90 |
| VII.4.1.3.7 | La Entrega   | 90 |
| VII.4.1.4   | Modificación del Polígono y alternativas   | 92 |
| VII.4.1.5   | Certificaciones a prestadores de servicios   | 94 |
| VIII        | Discusión  | 95 |



## VI

|    |                           |     |
|----|---------------------------|-----|
| IX | Conclusiones              | 101 |
| X  | Referencias               | 104 |
| XI | Anexos                    | 114 |
|    | XI.1 Acrónimos            | 114 |
|    | XI.2 Guion de entrevistas | 117 |

## Índice de figuras

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Parque Nacional Huatulco   | 13 |
| Figura 2.  | Zonificación del PNH.  | 25 |
| Figura 3.  | Delimitación de los 5 subsistemas de la placa arrecifal en San Agustín y su batimetría.  | 28 |
| Figura 4.  | Aumento en las edificaciones de 2004 a 2012 en la bahía de San Agustín.  | 29 |
| Figura 5.  | Delimitación de los 3 subsistemas de la placa arrecifal en Riscalillo y su batimetría.   | 30 |
| Figura 6.  | Zona de plantación cercana a la bahía de Riscalillo.   | 31 |
| Figura 7.  | Placa arrecifal de Cacaluta.   | 32 |
| Figura 8.  | (A) Ubicación de manchones coralinos de la bahía y la isla de Cacaluta (B) Edificaciones construidas en los alrededores del humedal y la bahía Cacaluta. | 33 |
| Figura 9.  | Manchones coralinos de la bahía Maguey y su batimetría.  | 33 |
| Figura 10. | Zona deforestada en la bahía Maguey.   | 34 |

## VII

|   |    |
|---|----|
| Figura 11. Ubicación de parches coralinos en la bahía el Órgano.  | 35 |
| Figura 12. Mapa batimétrico de la bahía de Violín y los subsistemas de la placa coralina.   | 36 |
| Figura 13. Zonas de mayor relevancia y poblados con mayor densidad demográfica alrededor del PNH.                                 | 39 |
| Figura 14. Relleno sanitario Santa Cruz.  | 40 |
| Figura 15. Matriz de Leopold reducida.  | 51 |
| Figura 16. Las principales acciones que pueden causar efectos ambientales.  | 53 |
| Figura 17. Las principales características del medio susceptibles a alterarse.  | 55 |
| Figura 18. Dendrograma de varianza mínima de Ward para la matriz de Leopold.  | 56 |
| Figura 19. Magnitud e importancia de las acciones que pueden causar efectos ambientales para cada bahía del PNH y la Entrega.     | 58 |
| Figura 20. Magnitud e importancia de las características del medio susceptibles a alterarse para cada bahía del PNH y la Entrega. | 59 |
| Figura 21. Magnitud e importancia de la pérdida de estructuras coralinas en las bahías de Huatulco.                               | 60 |
| Figura 22. Magnitud e importancia de la hidrología en las bahías de Huatulco.   | 61 |
| Figura 23. Magnitud e importancia de los vertidos en el mar de las bahías de Huatulco.  | 62 |
| Figura 24. Magnitud e importancia de la alteración de la cubierta terrestre en las bahías de Huatulco.                            | 62 |
| Figura 25. Magnitud e importancia de la urbanización en las bahías de Huatulco.   | 63 |
| Figura 26. Magnitud e importancia de la pavimentación o recubrimiento de superficies de las bahías de Huatulco.                   | 64 |
| Figura 27. Magnitud e importancia de los arrecifes en las bahías de Huatulco.   | 65 |
| Figura 28. Magnitud e importancia de la calidad del agua marina en las bahías de Huatulco.  | 66 |

## VIII

|  |    |
|--|----|
| Figura 29. Magnitud e importancia de los vertederos de residuos en las bahías de Huatulco.   | 66 |
| Figura 30. Magnitud e importancia de la densidad poblacional en las bahías de Huatulco.  | 67 |
| Figura 31. Zonas poco profundas y con mayor riesgo a la degradación por visitantes en la bahía de San Agustín.   | 82 |
| Figura 32. Propuesta de implementación de boyado ecológico en la bahía de San Agustín.   | 83 |
| Figura 33. Propuesta de sendero ecológico en la bahía de San Agustín.  | 84 |
| Figura 34. Propuesta de boyado ecológico en la bahía de Riscalillo.  | 85 |
| Figura 35. Propuesta de sendero marino y zona restringida en la bahía de Riscalillo.   | 86 |
| Figura 36. Propuesta de zona núcleo marina para el PNH.  | 87 |
| Figura 37. Propuesta de boyado ecológico en la isla Cacaluta.  | 88 |
| Figura 38. Propuesta de boyado ecológico y sendero marino para la bahía Órgano.  | 89 |
| Figura 39. Propuesta de boyado ecológico, zona restringida y sendero marino para la bahía de la Entrega.   | 91 |
| Figura 40. Propuesta de cierre de polígono en ambos extremos del PNH y la inclusión de una zona núcleo marina en las bahías de Riscalillo, Jicaral y Chachacual. | 93 |

**Índice de tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Esquema metodológico para la elaboración de las acciones de manejo de las comunidades coralinas del PNH. | 14 |
| Tabla 2 Características de los diferentes Subsistemas de San Agustín.   | 28 |
| Tabla 3 Características de los diferentes Subsistemas de Riscalillo.  | 30 |
| Tabla 4 Características de los diferentes ambientes de Maguey.  | 34 |
| Tabla 5 Actores clave de los diferentes sectores en la región.  | 44 |
| Tabla 6 Acciones que pueden causar efectos ambientales.   | 46 |
| Tabla 7 Características del medio susceptibles a la alteración.   | 48 |
| Tabla 8 Actividades y propuestas para el PNH y su zona de influencia.   | 73 |

**RESUMEN**

El Parque Nacional Huatulco cuenta en cada una de sus bahías con formaciones coralinas las cuales tienen particularidades específicas, desde su distribución, hasta las problemáticas a las que se enfrentan. Por lo cual, mediante la información recolectada *in situ* y de los actores involucrados, así como de la bibliografía disponible, se generó una matriz de Leopold la cual permitió reconocer los patrones de cada problemática en particular, para así derivar en propuestas ecológicas específicas de cada bahía abordando su respectiva problemática, esto con el objetivo de establecer un adecuado manejo de las bahías y las formaciones coralinas del parque para su sustentabilidad.

Mediante la información publicada de las placas coralinas del Parque Nacional Huatulco (Riscalillo, San Agustín, Cacaluta, Órgano y La Entrega), de los principales actores del área (CONANP, FONATUR, Gobierno Municipal, Comité de playas limpias, Equipo Verde Huatulco, CONAPESCA, Prestadores de Servicios y Pescadores) y el muestreo directo en las bahías mediante fototransectos de 10 m de manera perpendicular a la costa y a dos profundidades (3 m y <3 m), se realizó un diagnóstico ecológico para cada una de estas bahías, identificando, cuantificando y clasificando las acciones que repercuten en el área. Con esta información se implementó una matriz de Leopold con 40 indicadores, divididos en 15 acciones que pueden causar efectos ambientales y 25 características del medio susceptibles a la alteración; siendo estos resultados clasificados mediante un análisis multifactorial, utilizando el método de Ward el cual arrojó un dendograma de las problemáticas.

La problemática más recurrente fue la afectación a las placas coralinas en cada una de las bahías, (San Agustín > La Entrega > Riscalillo) debido principalmente al daño mecánico ocasionado por malas prácticas turísticas, embarcaciones y por temporalidad (Ciclones y fenómenos climatológicos). Seguido de ello, fueron la calidad del agua y afectaciones a la hidrología, causado por vertimientos, uso de combustibles y malas prácticas en la construcción, en especial de la infraestructura comercial.

Mediante la identificación de estas problemáticas es que se propuso una serie de acciones para cada una de las bahías, entre las que destacan: el uso de boyados ecológicos con una planeación de acuerdo al relieve submarino, aunado a la creación de senderos marinos para

el uso turístico; vigilancia ambiental local con apoyo de proyectos comunitarios mediante una vinculación con los actores del área, talleres ambientales para la población local y turista, certificaciones a prestadores de servicios, énfasis en planes integrales para el desarrollo sustentable mediante la vinculación con empresas, sociedad y gobierno. Todo esto con el fin de mitigar el daño ocasionado por tales acciones y que el sistema pueda valerse de la resiliencia para restablecer su continuidad ecológica.

Con este trabajo se pretende focalizar las acciones de mayor relevancia para cada sistema, teniendo como base no solo una percepción de los sucesos, si no agregando a esto un compendio de información que lo respalde. Vinculando las investigaciones en el área y los actores involucrados en ella, se plantean propuestas viables que pueden ser adoptadas por los distintos actores, con lo cual no solo se trabaja en el cuidado del ambiente si no también se busca la sustentabilidad del área y el Parque Nacional Huatulco.

## **ABSTRACT**

The Huatulco National Park has coral formations in each of his bays, which have specific characteristics, from the position where they are distributed to the problems they face. Whereby, through a compendium of data collected, *in situ*, the actors involved and the available bibliography, a matrix was generated, which allowed to recognize the patterns of each particular problem, in order to derive in specific ecological proposals of each bay, addressing their respective problems, with the objective of establishing an adequate management of the bays and Park's coral formations for their conservation.

The published information of Huatulco National Park coral's plates (Riscalillo, San Agustín, Cacaluta, Órgano and La Entrega), the main actors in the area (CONANP, FONATUR, Municipal Government, Comité de Playas Limpias, Equipo Verde Huatulco, CONAPESCA, Services Provider's and Fishermen) and the direct sampling in the bays by phototransects (10 m perpendicular to the coast and at two depths 3 m and <3 m), building an ecological diagnosis for each of these bays, identifying, quantifying and classifying the actions that affect the area. With this information, a Leopold matrix with 40 indicators was implemented, divided into 15 actions that can cause environmental effects and 25 environmental

characteristics susceptible to alteration; These results were classified by multifactorial analysis, using the Ward method, which show a dendrogram of the problems.

The recurrent problem, was the affectation to coral plates of each bays (San Agustín > La Entrega > Riscalillo) due mainly to the mechanical damage caused by wrong tourist practices, boats and weather (cyclones and weather). After, was the water quality and hydrology afectations, by dumping, fuel use and wrong practices in construction, especially commercial infrastructure.

Through the identification of problems, a series of actions was proposed for each bays, like: Use of ecological buoys with a planning according to the submarine relief, together with the creation of marine trails for the tourist use; local environmental monitoring with support of community projects with a link to area actors, environmental workshops for local and tourist population, certifications to service providers, emphasis in comprehensive plans for sustainable development with companies, society and government entailment. All this to mitigate the damage caused by wrong actions and the system can use resilience to restore its ecological continuity.

This work aims to focus the relevant actions for each system, not only based on a perception of events, adding a compendium of information that supports it. Linking the research in the area and actors involved in it, viable proposals can be adopted by the different actors, not only works in the care of the environment, but also seeks the sustainability of the area and the Huatulco's National Park.

## I INTRODUCCIÓN

Los corales escleractinios han creado estructuras complejas desde hace aproximadamente 250 millones de años, siendo el hábitat de un gran número de organismos marinos (Veron, 2008; Wilkinson *et al.*, 2009); éstos son clasificados de acuerdo con su origen, forma y cercanía a la costa, siendo los arrecifes marginales y arrecifes de plataforma las formas más representativas de los arrecifes mexicanos (Chávez-Hidalgo, 2009).

Los arrecifes de coral brindan protección a las costas del daño mecánico ocasionado por el oleaje y las corrientes (Castro y Huber, 2003; Ganivet, 2008), así como por la captación de carbono y su uso como paleoindicador de cambios climáticos globales (Calderón-Aguilera *et al.*, 2007; Nellemann *et al.*, 2009); además éstos son refugio de numerosas especies de importancia comercial y biológica, albergando cerca del 25 % del total de las especies del planeta, con sólo menos del 1 % del piso oceánico (Davidson, 2002; Davidson, 2002; Aguilar *et al.*, 2008; Mulhall, 2009), generando anualmente una derrama económica debido al turismo de 25 mil millones de dólares tan sólo en el Caribe (Burke y Maidens, 2005).

En México se reconocen tres zonas con arrecifes de coral: las costas del Pacífico, el Golfo de México (Veracruz y Campeche) y el Caribe. De éstas, las comunidades de coral de las costas del Pacífico son divididas en Golfo de California, Revillagigedo y Pacífico tropical mexicano, donde la pérdida de cobertura viva de corales según Calderón-Aguilera *et al.* (2007), ha tenido como resultado una baja sensible en la producción de carbonatos a escala regional, siendo las causas de esta situación más de origen natural que antropogénico (El Niño de 1997, y huracanes y tormentas tropicales comunes entre mayo y octubre). Sin embargo, los arrecifes Oaxaqueños han resultado muy resistentes a estas perturbaciones aun cuando se han presentado varios ciclones en la zona durante un corto tiempo (1997), sufriendo sólo daños aislados (Glynn *et al.*, 1998).

En la costa del Pacífico mexicano las comunidades coralinas se presentan principalmente en aguas someras (0 a 25 m de profundidad), construyendo estructuras con menos de 3 m de espesor (Reyes-Bonilla, 2003), en donde las condiciones ambientales son desfavorables para su crecimiento debido a que toda esta región presenta una limitada superficie de plataforma continental, con temperaturas relativamente bajas como producto de múltiples zonas de surgencia y de la influencia de la Corriente de California (Calderón-Aguilera *et al.*, 2007),



además de ser uno de los sitios con valores más bajos de pH superficial en el océano a nivel mundial (Kleypas *et al.*, 1999). Estas comunidades han sido estudiadas por largo tiempo por considerarse raras, pero también de menor importancia debido principalmente a su baja diversidad en comparación con el Caribe; sin embargo, recientemente se ha retomado el interés por ellas por las características biológicas que presentan y la composición de sus comunidades coralinas (Reyes-Bonilla, 2003), además de la importancia actual de los arrecifes a nivel mundial.

El desarrollo sostenible es una práctica que implica la búsqueda simultánea de la prosperidad económica, la calidad ambiental y la equidad social (Elkington, 1998) considerando un enfoque ecosistémico (Shepherd, 2006). El concepto de sostenible y sustentable ha sido ampliamente criticado, no solo por el significado de la palabra, que según la RAE tienen el mismo origen y pueden tomarse como sinónimos (RAE, 2015), sino por el contexto en que se manejan y el énfasis actual que se tiene por el desarrollo sostenible (Rull, 2010).

Para la integración de estas partes (económico, ambiental y social) es necesario la colaboración a diversos niveles, desde el contexto político hasta el local, incluyendo los actores sociales, gubernamentales y particulares que integran la dinámica de la zona (WWF, 2001; Ramsar, 2010; Beltrán-Torres y Carricart-Ganivet, 2011; García Guzmán, 2013; SEMARNAT, 2014; UNESCO, 1997, 2001, 2003). Para poder coordinar estos actores es necesario contar con un esquema de trabajo que concuerde con las metodologías internacionales en relación a un manejo adaptativo. El enfoque ecosistémico coloca a la gente y el uso de los recursos como el punto de partida de la toma de decisiones, por lo que es utilizado para buscar el balance entre la conservación y el uso de la biodiversidad en áreas con múltiples usuarios e intereses, basándose en 12 principios agrupados en cinco pasos:

- 1) La definición de los actores, el área y la conexión entre ellos.
- 2) La caracterización y funcionamiento del área mediante manejo y monitoreo.
- 3) La identificación de los aspectos económicos que afectan al ecosistema y sus habitantes.
- 4) La determinación del impacto en el ecosistema y sus alrededores.
- 5) La resolución sobre metas a largo plazo y mecanismos flexibles para alcanzarlos, mediante los cuales se pretende el lograr la continuidad del desarrollo social, económico y biológico.

El uso y aprovechamiento de los océanos tiene diversos interesados (industrias de telecomunicaciones, de petróleo, comunidades científicas, fuerzas armadas, farmacéuticas,

pesqueras, turísticas y las comunidades tradicionales), donde cada uno tiene un impacto ambiental en diversos grados, sin que existan generalmente una coordinación entre éstos. Es aquí donde el enfoque ecosistémico debería imperar, ya que al colocar al ser humano en el centro de la toma de decisiones, se reconoce plenamente el uso del espacio, los recursos marinos y la responsabilidad del problema que esto conlleva, lo que debería empatar con el proponer soluciones, basados en la coordinación de la sociedad a distintos niveles, ya que éstas entrañan compensaciones recíprocas que a largo plazo benefician a todos, pues se debe tomar en cuenta que las interacciones e interdependencias del ecosistema marino atañe tanto a la vida oceánica como a los seres humanos (ONU, 2009).

El enfoque ecosistémico ha sido aplicado en diferentes ambientes, culturas y contextos, abordando inclusive los ambientes marinos, en especial a los ambientes arrecifales y sus asociaciones con la pesca, el turismo y la gobernanza, muestra de ello es el caso de la Gran Barrera Arrecifal Australiana, donde el empleo del enfoque ecosistémico ha regulado y estabilizado la pesca, las regulaciones al turismo y al aprovechamiento de las zonas arrecifales, resultado eficaces para su mantenimiento, todo esto desde un perspectiva en conjunto, donde sociedad, gobierno y academia han empatado para crear una de las redes de estudio arrecifal más grandes y complejas (GBRMPA, 2008; AIMS, 2011; Kritzer *et al.*, 2014). Otro caso similar es el de Cuba, donde se ha reportado que la degradación comparada con otras zonas del caribe es menor. Se han aplicado diversas estrategias de manejo en sus diferentes arrecifes, desde la regulación del turismo hasta diferentes tipos de usos en cada una de las zonas de manejo, instruyendo al sector pesquero y turístico y estableciendo un ambicioso programa de manejo espacial, creado a partir de una estrecha relación entre gobierno, sociedad y academia (Kritzer *et al.*, 2014).

En el caso de Huatulco es trascendental la implementación de este enfoque, pues el programa de manejo no contempla una participación social activa para la toma de decisiones a pesar de los esfuerzos actuales de diversas instituciones en Huatulco por lograrlo, esto en conjunto con un análisis y la identificación de las acciones o actividades que generan deterioro a las placas de arrecife de coral, junto con la aplicación del enfoque ecosistémico, puede en gran medida ayudar a la sostenibilidad del Parque Nacional y sus zonas de influencia, como un elemento base para establecer propuestas para el manejo sustentable de las bahías.

## II ANTECEDENTES

Los arrecifes de coral y el ambiente marino se han visto afectados por las presiones globales y locales actuales (Burke y Maidens, 2005; Gil-Agudelo *et al.*, 2009), lo que ha ocasionado una reducción en sus poblaciones (Aronson y Precht, 2001; Gil-Agudelo *et al.*, 2009). Algunas de las enfermedades que se han detectado al ser caracterizadas, han hecho evidente la relación entre el vertimiento de aguas residuales provenientes de las manchas urbanas y el patógeno que ocasiona la enfermedad, debido a que algunos de éstos son de origen terrestre y humano (Aronson y Precht, 2001; Patterson *et al.*, 2002; Patterson y Ritchie, 2004).

El declive en la condición arrecifal y marina no solo se debe a la incidencia de enfermedades o a la mortandad del tejido coralino asociado, sino que existen diversos factores que producen cambios en el sistema como la sobrepesca, que disminuye importantes funciones de las comunidades de peces arrecifales como la herbivoría, también el desarrollo costero a través de la modificación de ambientes adyacentes a los arrecifes y con alta conectividad como manglares y camas de pastos marinos. La deforestación y la urbanización de la zona costera también producen aumentos en sedimentación, aporte de terrígenos e incremento de nutrientes en el agua (Burke y Maidens, 2005).

Además de los factores mencionados anteriormente, también se debe tomar en cuenta, el cambio climático global (Hoegh-Guldberg, 1999; Buddemeier *et al.*, 2004; Mumby *et al.*, 2014). Los impactos de este fenómeno son difíciles de cuantificar, pero se sabe que pueden alterar los patrones de circulación de las corrientes superficiales, la ubicación e intensidad de eventos climáticos extremos y los procesos químicos del océano debido a los elevados niveles de dióxido de carbono disuelto. La evidencia más directa del impacto que tiene el aumento de temperatura sobre las comunidades arrecifales son los eventos de blanqueamiento masivo coralino (Burke y Maidens, 2005), y el efecto de este sobre la biología de cada especie dentro de las comunidades coralinas, como son la reproducción, alimentación y crecimiento entre otros.

Los efectos sobre las comunidades coralinas y el ambiente en general han ocasionado la implementación de programas estratégicos para el manejo de áreas naturales, creando dependencias internacionales para su protección. En 1992 sobre el Ártico se detectó una importante disminución de la capa de ozono, siendo éste uno de los principales ejes por los cuales se celebró la “Cumbre de la Tierra”, induciendo a la creación del Convenio sobre la

Diversidad Biológica (CDB), en la cual se contempla la conservación de la biodiversidad, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes (ONU, 1992). Es a partir de 2004 donde empieza un proceso de expansión de las áreas protegidas debido al impulso que se dio a partir del CDB y por la aprobación de un Programa de Trabajo de Áreas Protegidas (ONU, 1992; Dudley, 2008).

En 1994 se instaura un sistema unificado de categorías para la gestión establecido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a través la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMA), el cual conforma actualmente seis categorías que van desde una conservación estricta (categorías Ia y Ib) con nulo impacto humano, hasta el aprovechamiento sustentable de los recursos (categoría VI) y la restauración de las áreas (Dudley, 2008). Este esfuerzo por unificar las categorías pretende facilitar la gestión de las áreas protegidas, ya que desde los primeros esfuerzos que datan de 1933 en la Conferencia Internacional para la Protección de la Flora y Fauna, el definir cada una de estas áreas era complejo, puesto que cada país y cada estado desarrollaba su propio enfoque de gestión, siendo inexistentes estándares o terminologías comunes (Dudley, 2008).

En 2002 se celebra, en Sudáfrica la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, siendo un resultado clave el compromiso de establecer áreas marinas protegidas (AMP) consistentes con el derecho internacional y sobre la base de información científica, incluyendo el establecimiento de redes representativas para el año 2012. En ese momento, con menos del 1% del océano mundial declarado como AMP, solo se había logrado que menos del 10% de estas alcanzarán sus metas y objetivos de gestión (Pomeroy *et al.*, 2006).

Las AMP se crean con diversos propósitos, en los que destacan el proteger las especies y los hábitats marinos, conservar la biodiversidad marina, restaurar las reservas de pesquerías, administrar las actividades turísticas y reducir los conflictos entre los distintos usuarios de recursos, por lo que es fundamental un manejo adaptativo de estos sistemas en los que se identifiquen los objetivos y las problemáticas que atañen al área y su zona de influencia, monitoreando y evaluando los impactos de las actividades de gestión, y retroalimentando el proceso de planificación con los resultados de estas acciones a fin de corregir los objetivos, planes y resultados (Pomeroy *et al.*, 2006).

Con anterioridad la evaluación de la gestión de las áreas protegidas, era definida por cuánto dinero se gastaba, cuantas autorizaciones se emitían, cuantas acciones de acatamiento se llevaban a cabo o cuantas leyes y normas se adoptaban (Pomeroy *et al.*, 2006); sin embargo estas medidas no necesariamente eran indicativas de un progreso en la gestión, por lo que se optó por establecer programas de evaluación adaptativa, en donde se incluyeran tres ejes principales, “ecología, sociedad y gobierno”, donde la evaluación fuera calculada a partir de los resultados y productos obtenidos, derivados de los objetivos primarios (Pomeroy *et al.*, 2006).

Meganck y Saunier (1983) mencionan que con frecuencia se presenta el argumento de que el manejo de la naturaleza o áreas silvestres es un lujo que únicamente pueden hacer los países desarrollados, donde ya existe una infraestructura económica y social básica y que los países menos desarrollados tienen que dirigirse a asuntos fundamentales asociados con el progreso definido, como el aumento del producto interno bruto o el lograr un balance de pagos favorables, o en casos extremos, la simple supervivencia. Sin embargo, este concepto es superficial, desactualizado y erróneo puesto que los esfuerzos en el manejo ambiental y la protección de áreas silvestres deben de procurarse como una prioridad hasta en los países menos desarrollados, si es que se desea alcanzar niveles de vida de calidad alta, extendiéndose así las áreas Naturales Protegidas en sus diferentes jerarquías, desde zonas de protección especial hasta parques nacionales.

La evaluación de un área protegida no incluye solo el aspecto ecológico, pues es necesario ver todo el panorama que influye sobre ésta, por lo que diversas organizaciones han propuesto métodos de evaluación para estas áreas protegidas, entre los que destacan WWF, EUROPARC y UICN.

La WWF (2001) a través del programa Bosques para la Vida, instaura una metodología para la Evaluación y Priorización Rápidas del Manejo de Áreas Protegidas (RAPPAM), con la que se pueden identificar las fortalezas y debilidades en el manejo; analizar el alcance, severidad, prevalencia y distribución de una variedad de amenazas y presiones; identificar áreas de importancia y vulnerabilidad ecológica y social; señalar la urgencia y prioridad en la conservación de áreas individuales, así como también ayudar a desarrollar y priorizar intervenciones con políticas apropiadas y los pasos a seguir para mejorar el manejo efectivo de las áreas protegidas.

EUROPARC (2010) plantea una serie de indicadores que pueden ser evaluados para observar el desarrollo de la gestión de un área, con esto se pretende el ofrecer un marco conceptual de referencia para orientar la evaluación de la eficacia de la gestión en áreas protegidas y ofrecer una herramienta para la recopilación de las variables e indicadores necesarios para la evolución de la gestión.

En el documento de la UICN, Pomeroy *et al.* (2006) definen a la gestión adaptativa como un proceso cíclico que se encarga de poner sistemáticamente a prueba los objetivos, estrategias, planes y resultados que se llevan a cabo en un AMP para generar un aprendizaje con los resultados obtenidos por esta prueba, lo que permite continuar, corregir y mejorar las prácticas de gestión. El problema radica en que la evaluación suele percibirse como una actividad difícil, excesiva y demasiado técnica que requiere el involucrar ‘especialistas’ externos con la posibilidad de emitir juicios y sanciones; sin embargo el evaluar la efectividad de la gestión de las áreas protegidas no debe de tomarse como una tarea compleja, puesto que independientemente de cómo esté gestionada un área, los disturbios naturales pueden alterar radicalmente los ecosistemas, por lo que se requiere que la evaluación sea adecuada y precisa al evaluar el nivel del logro directamente vinculado a las acciones de la gestión.

Los arrecifes en México son sometidos a diversas presiones, teniendo problemáticas particulares en cada una de sus ubicaciones, como los arrecifes Veracruzanos que registran presiones antrópicas y naturales, los de Campeche debido a la explotación de hidrocarburos y la pesca de camarón, los de Quintana Roo que soportan la mayor tensión turística y desarrollo urbano y los de Pacífico por desarrollos costeros, contaminación y una falta de planeación en su manejo, siendo esto evidenciado desde antes de la firma de tratados internacionales, como el del convenio de la diversidad biológica (CBD), sin que hasta el momento se vea un verdadero control de ello (Greenpeace, 1988; Torruco-Gómez y González-Solís, 2010; Moguel-Archila y Martínez, 2015).

A pesar de la importancia de los arrecifes en México, no existe una legislación específica para ellos, ya que ésta se encuentra fragmentada en la Ley General de Vida Silvestre, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental y de Áreas Naturales Protegidas y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar entre otros, además de distintas normas

oficiales como la NOM-059 para flora y fauna en riesgo o la NOM-022 para la preservación y conservación de los humedales y diversos tratados internacionales como la CONVEMAR, RAMSAR, CDB, Agenda 21, Declaración de Río etcétera, siendo esto un punto a considerar pues para poder lograr un buen manejo y conservación de estos ecosistemas, es necesaria la coordinación desde los distintos ámbitos sociales y gubernamentales (Moguel-Archila y Martínez, 2015).

Existe una propuesta reciente en México para la evaluación de las AMP: Evaluación de las áreas marinas protegidas en México (Rivera, 2011), la cual tiene similitudes con lo publicado por la UICN (Pomeroy *et al.*, 2006). Ésta consta de dos mecanismos de evaluación: el general, que aborda los componentes del marco de referencia nacional y el específico, que se fundamenta en el programa de manejo del área que se desea evaluar. El primero se constituye de tres matrices para la clasificación de los indicadores según su proveniencia: los de la UICN (contexto, planificación, insumos, procesos, resultados e impactos); los del Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas o PNANP (protección, manejo, restauración, conocimiento, cultura y gestión) y el del modelo desarrollado (planeación, implementación y seguimiento), asignándole valores entre 0 y 4, donde 0 es un manejo insatisfactorio y 4 un manejo satisfactorio. El componente específico está dado por los objetivos del programa de manejo de cada área en particular, el cual sigue la misma escala que el general apoyándose en los principios de la UICN y la PNANP (Rivera, 2011). El objetivo de estos planes y métodos de evaluación es el adecuado aprovechamiento y conservación de los sistemas naturales, en específico de los arrecifes, implementando diferentes estrategias según las necesidades de cada lugar. Sin embargo, en México se desconocen los efectos de la implementación de la evaluación de los programas de manejo, ya que muy pocas ANP tienen los recursos y el compromiso para realizar la evaluación de sus programas, a pesar de que en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se indica que la revisión de éstos se debe llevar a cabo cada cinco años.

El programa de manejo del Parque Nacional Huatulco establece una serie de componentes enfocados a la resolución de los problemas que afectan al parque, entre los que se encuentran la investigación y el monitoreo ambiental con acciones enfocadas al conocimiento, protección y preservación del patrimonio natural y cultural del área mediante el reconocimiento de las dinámicas naturales y socio-ambientales; la restauración de áreas

dañadas; la reconstitución de corredores biológicos y el manejo y control de afluentes y escorrentías. Se establecen actividades a corto (< 2 años), mediano (2-4 años) y largo plazo (> 4 años), en las que el mismo programa plantea un reajuste periódico mediante una evaluación y el seguimiento de las acciones en cada componente. Sin embargo, no presenta una metodología concisa de los mecanismos de evaluación y seguimiento así como de implementación, solo considera que las evaluaciones deben contar con mecanismos para ser medidos como lo son: una línea base (descripción de la situación de los recursos naturales en el parque); la identificación de criterios, ecológicos y socioeconómicos (para evaluar el desempeño del programa de manejo) y una evaluación anual por parte de las autoridades competentes, junto con la CONANP y el Consejo Asesor.

### **III MARCO TEÓRICO**

Las problemáticas referentes al ambiente en muchos casos suelen presentar una subjetividad innata debido a la propia naturaleza de estos, al igual que un carácter de análisis subjetivo. Este hecho se magnifica al analizar cada incidencia individualmente, dificultando su aporte en términos absolutos, ya que cada supuesto puede llegar a tener diversas conclusiones, lo que presenta una alta complejidad a la hora de su homogeneización en escala numérica (Verd, 2000; Coria, 2008). Para tal caso, la matriz de Leopold es una matriz de interacción simple, que permite identificar los diferentes impactos ambientales de un proyecto determinado, siendo su principal ventaja la consideración de los posibles impactos y su importancia y magnitud respecto a los distintos factores ambientales (Verd, 2000; Coria, 2008).

A pesar de ser este uno de los primeros métodos para las evaluaciones de impacto ambiental aún sigue en uso, ya sea como originalmente se estableció o con variantes del mismo. Este es utilizado en estudios de seguridad química, ecológicos, industriales o incluso en análisis de documentales para el estudio ambiental (Verd, 2000; Mujica y Pérez 2005; Luz, 2007; Coria, 2008).

Las desventajas del método radican en: la cantidad de tiempo para su realización, dependiendo de las interacciones que se presenten, además de los datos empíricos y subjetivos sobre cual se basan sus puntajes, ya que estos están implícitos, a menos que haya una explicación que apoye la matriz, las limitaciones para evaluar efectos secundarios y la falta de temporalidad de los efectos (Luz, 2007; Coria, 2008).



Las ventajas que presenta el método sobre otros son: la simplicidad para identificar impactos ambientales en un proyecto determinado, así como la consideración de los posibles impactos, su importancia y magnitud con respecto a los distintos factores ambientales, permitiendo el desarrollo de una matriz para cada subconjunto en el que se divida el proyecto, pudiendo realizarse de tan simple o complejo como se requiera (Verd, 2000; Luz, 2007; Coria, 2008). El método de agrupación de Ward o varianza mínima se basa en la pérdida mínima de información al conglomerarse y fundirse dos o más elementos, este método es representado mediante un dendrograma que permite visualizar las relaciones entre las distintas unidades operativas. Al ser un análisis multifactorial, existe pérdida de información durante el agrupamiento, pero su importancia radica en unir gran cantidad de información, que en algunos casos resultaría imposible analizar en conjunto, sin embargo, una de sus desventajas es que una vez concluido el proceso y eliminando o combinando grupos, no pueden modificarse para poder analizar otras combinaciones, lo que es ventajoso en tiempo, pero no en maleabilidad (Ward, 1963; Fernández-Santana, 1991; Ferreira y Hitchcock, 2009).

El análisis de las redes causales se enfoca en que la distribución original se presenta como el producto de las distribuciones condicionadas de cada variable a sus predecesoras, por lo que los algoritmos clásicos usan funciones de muestreo próximas a las condicionadas para obtener pesos más uniformes en el proceso de simulación (Hernández *et al.*, 1997). Esto quiere decir que las relaciones de cada variable están en función de lo que acontece antes de ellas y son agrupadas a los datos más próximos y uniformes. La meta de las redes causales es el de comprender el origen o “causa” de una modificación, mediante el reconocimiento de cada factor y sus posibles relaciones con un medio, realizándolo preferiblemente desde diferentes enfoques y escalas para poder obtener una relación más estrecha con cada factor, asignando valores de acuerdo a la correspondencia de cada causa, obteniendo así agrupamientos de cada problema y relacionándolos con diferentes causas, siendo esto similar a lo realizado en la matriz de Leopold y el método de agrupación.

El objeto del enfoque ecosistémico es el manejo de los recursos biofísicos por parte de las sociedades humanas dentro del contexto ecológico, en la cual el ecosistema es visto como la articulación del sistema natural y el socio cultural donde estos se relacionan e interactúan (Treviño, 1995; Andrade 2007). Es un método para la resolución de problemas relacionados con la adaptación del hombre al paisaje, el cual implica el entendimiento de procesos

ecológicos y socioculturales, siendo una vertiente el desarrollo sustentable. Sus ventajas radican en la base del manejo adaptativo y una visión a largo plazo que junto con la integración de sociedad, política y ambiente buscan los bienes y servicios como producto de un ecosistema saludable y no como un fin. Teniendo como limitantes los problemas de tenencia de la tierra, el analfabetismo en determinadas regiones y el alto costo que supone los procesos participativos, además de que, al ser un método a largo plazo, los proyectos y las expectativas se ven mermadas por el tiempo de los procesos biológicos. Este enfoque ha sido aplicado con éxito en diversas regiones, donde la principal problemática, sobre todo en Latinoamérica, es la participación política activa y la falta de esfuerzos y compromiso para la inclusión y educación social (Treviño, 1995; Andrade 2007).

El manejo sustentable en las bahías de Huatulco es el eje principal con el que se proyecta este destino turístico, sin embargo, diversas situaciones destacan en la falta de visión y compromiso por parte de autoridades y locatarios, además de no tener una integración ni un plan de acción con base en la información disponible para su realización. Es por esto que el proponer estrategias que permitan el manejo de las comunidades coralinas, apoyados en una estructura de información sólida y viable es recomendable, apoyándonos de diversas fuentes como lo es el esquema general de Pomeroy *et al.* (2006), el marco de referencia de la UICN para la efectividad de la gestión y el Enfoque Ecosistémico (Shepherd, 2006) y los métodos para la identificación y agrupación de los impactos ambientales.

#### **IV HIPÓTESIS**

Se ha observado un avance en el deterioro de las placas coralinas de las Bahías de Huatulco, donde las principales actividades que se realizan son orientadas al turismo, siendo éstas y las estrategias de manejo que se aplican, las principales causas del avance en la degradación; si estas estrategias se continúan aplicando de esta forma, los corales y la comunidades asociadas desaparecerán en su estructura y función actual por lo que se deben plantear diferentes estrategias de manejo que permitan la protección y conservación de las agregaciones coralinas.

## **V OBJETIVOS**

### **V.1 General**

Con base en el análisis y la identificación de las principales acciones que generan deterioro en las placas de arrecife de coral de las Bahías de Huatulco, establecer propuestas que mitiguen o contrarresten las acciones negativas, mediante el uso del enfoque ecosistémico como elemento base para el manejo sustentable de las bahías.

### **V.2 Particulares**

1. Caracterizar ambientalmente a las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus comunidades coralinas, en los contextos global y local, con base en los antecedentes existentes.
2. Realizar un diagnóstico ecológico de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus comunidades coralinas, con base en la información recopilada y su verificación en campo.
3. Identificar, clasificar y cuantificar las principales actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas del Parque Nacional Huatulco.
4. Evaluar las estrategias de manejo y proponer posibles acciones que mitiguen o contrarresten los impactos negativos, mediante la caracterización de las actividades y acciones que tienen un efecto sobre las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus placas coralinas.

## **VI MATERIALES Y MÉTODOS**

### **VI.1 Área de estudio**

El Parque Nacional Huatulco forma parte del estado de Oaxaca, se ubica entre las coordenadas 15°39'12'' y 15°47'10'' de latitud Norte y 96°06'30'' y 96°15'00'' de longitud Oeste. Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (junio-octubre) y una temperatura media anual de 26.9 °C (García, 1973). Está delimitado por un polígono de 11 890.98 ha, de las cuales 5 516 ha pertenecen a la zona marina con una profundidad menor a

200 m en el 90% de la zona, con mareas mixtas de dominancia semidiurna y un oleaje predominante del oeste (CONANP, 2003). Incluye cinco de las nueve principales bahías de Huatulco: San Agustín, Chachacual, Cacaluta, Maguey y Órgano, donde Punta Sacrificio al occidente y Punta Violín al oriente marcan el límite del polígono marino (Fig. 1).

De acuerdo a CONANP (2003), dentro del parque se localizan 18 comunidades coralinas agrupadas en San Agustín, Riscalillo, Jicaral, Dos Hermanas, Chachacual-India, Palo Santo, Cacaluta, Carrizalillo, Maguey, Órgano y Violín. Cubren un área total de 45.9 ha (1% del área marina del PNH), y sobresalen por su extensión las localidades de San Agustín (20.0 %), Jicaral (16.7 %), Cacaluta (14.0 %) y Maguey (15.0 %).

Estas comunidades coralinas se caracterizan por la presencia de 12 especies hermatípticas divididas en cuatro géneros (*Psammacora*, *Pocillopora*, *Porites* y *Pavona*), donde los pocilopóridos son dominantes (*Pocillopora verrucosa*, *Pocillopora capitata*, *Pocillopora damicornis* y *Pocillopora inflata*), existiendo una clara zonación de las especies coralinas. Los pocilopóridos dominan en profundidades menores a diez metros, seguido de *Porites panamensis* que aparece a partir de los cuatro metros y hasta los catorce metros de profundidad (CONANP, 2003).

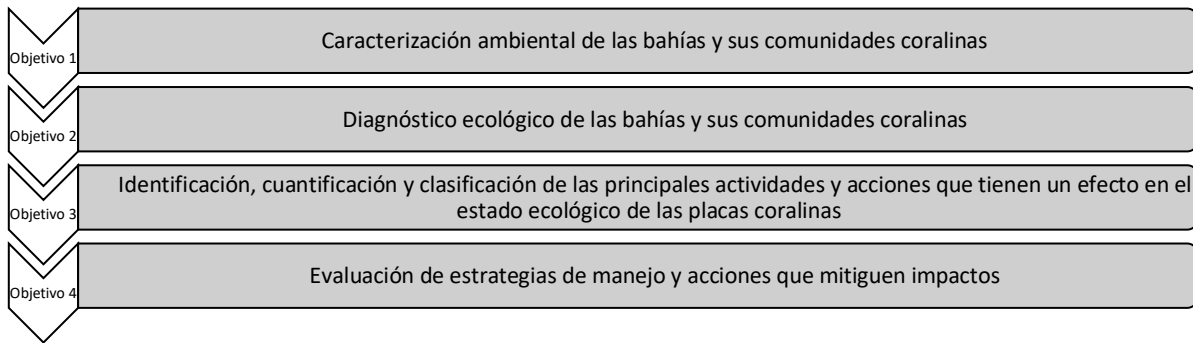


**Figura 1.** Parque Nacional Huatulco (polígono en línea blanca). Delimitado en su zona marítima al occidente por Punta Sacrificio y al oriente por Punta Violín (Google-Earth, 2014).

## VI.2 Metodología

Para ejemplificar y facilitar la comprensión de la metodología se ha utilizado el siguiente esquema, el cual resume los pasos que se siguieron para la identificación y el análisis de las principales acciones que generan deterioro en las placas coralinas en las bahías del PNH, así como para la elaboración de las acciones de manejo.

**Tabla 1. Esquema metodológico para la elaboración de las acciones de manejo de las comunidades coralinas del PNH.**



### VI.2.1 Caracterización ambiental de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus comunidades coralinas.

Para establecer la amplitud de la caracterización de la región a cada una de las escalas (macroescala, mesoescala y local) se utilizaron las definiciones de la CCA (Comisión para la Cooperación Ambiental), las cuales son divididas en 3 categorías, Nivel I, Nivel II y Nivel III (Wilkinson *et al.*, 2009).

Conforme a las definiciones de la CCA, las categorías de Nivel I se centran principalmente en clasificar cuencas oceánicas debido a la similitud en patrones de corrientes y temperaturas, para lo cual se definió el Pacífico mexicano como macroescala para abordar la temática del PNH, catalogado por la CCA como el número 16 dentro de su esquema de caracterización, abordado en ecorregiones marinas de América del norte (Wilkinson *et al.*, 2009) debido a su fisiografía y la baja influencia de corrientes del norte en ella. Además de ello, se aplicó parte de la técnica de la “Guía para el análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales” (Andrade *et al.*, 1999), el cual consiste en valorar de manera global el área de interés dentro del contexto general en donde se encuentra inmerso.

Las de Nivel II están determinadas por su fisiografía, donde la profundidad es el factor determinante para su clasificación tomando en cuenta la plataforma continental, talud, fosas,

islas, etc. Se eligió la plataforma continental del Golfo de Tehuantepec que conforme a la clasificación de la CCA se ubica en la categoría de Nivel II, la cual tiene una fisiografía definida (Havskov *et al.*, 1982; Trasviña *et al.*, 1995; Lluch-Cota *et al.*, 1997; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Trasviña *et al.*, 2002) y condiciones particulares que proporcionan una singularidad en su comportamiento y estabilidad agrupando ésta dentro de la clasificación en mesoescala. Tanto la cuenca del Pacífico mexicano como el Golfo de Tehuantepec fueron abordadas como parte de la mesoescala por tener un comportamiento similar y estar inmersas en la misma dinámica hidrográfica y biológica de la zona circundante (Roden, 1961; Havskov *et al.*, 1982; Lluch-Cota *et al.*, 1997; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Trasviña *et al.*, 2002).

Las de Nivel III se basan en variables locales, como características de la masa de agua, las formaciones del fondo marino y el tipo de comunidades biológicas (Wilkinson *et al.*, 2009). Para ello se eligió al PNH y las bahías de Huatulco como la escala local por presentar condiciones particulares que son congruentes a todo lo largo de esta zona como las comunidades biológicas, las formaciones del fondo marino y las masas de agua (Havskov *et al.*, 1982; Tapia-García *et al.*, 1994; Glynn y Leyte Morales, 1997; Gamboa-Contreras y Tapia-García, 1998; Monreal-Gómez y Salas de León, 1998; Tapia-García y Gutiérrez-Díaz, 1998; Núñez-Orozco *et al.*, 2013).

### **VI.2.1.1 Macroescala**

La base que permitió el desarrollo de este primer esquema fue la recopilación de diversas fuentes de información como trabajos publicados por la CONANP, artículos de la delimitación de ecorregiones marinas, tectónica de placas y caracterizaciones del Pacífico Mexicano entre otras. Sin embargo, para corroborar la importancia que tiene el PNH desde esta escala se aplicó parte de la técnica de la “Guía para el análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales” (Andrade *et al.*, 1999), el cual consiste en valorar de manera global el área de interés dentro del contexto general en donde se encuentra inmerso apoyado de la medición de una serie de atributos como contribución, rareza, calidad y valor, asignando valores numéricos de 0.5, 1, 2 y 4, dependiendo de la importancia de éstos en cada uno.

#### **VI.2.1.1.1 Contribución**

Se evaluó la importancia del PNH y las bahías de Huatulco con respecto a las placas coralinas en el Pacífico mexicano respondiendo al siguiente cuestionamiento ¿Qué pasaría con respecto a la diversidad biológica si el conjunto de arrecifes de las bahías de Huatulco desapareciera o fuera seriamente degradado? Se consideraron como criterios de evaluación los siguientes valores:

- 4= Muy importante contribución.
- 2= Buena contribución.
- 1= Poca contribución.
- 0.5= Nula contribución.

#### **VI.2.1.1.2 Rareza**

Para este atributo se valoró la presencia de taxa presentes en la zona, que confieren de singularidad al PNH y las bahías de Huatulco, categorizando la ausencia o presencia de “especies en peligro de extinción o endémicas”, “amenazadas” y “vulnerables”.

- 4= Presencia de especies en peligro de extinción o endémicas.
- 2= Presencia de especies amenazadas.
- 1= Presencia de especies vulnerables.
- 0.5= Indeterminado.

#### **VI.2.1.1.3 Calidad**

Se evaluó el estado de conservación de los ecosistemas presentes en la zona como atributos singulares en el Pacífico mexicano, debido a la importancia de ellos en el esquema general.

- 4= Las bahías de Huatulco son el único o mejor ejemplo de conservación en el Pacífico mexicano.
- 2= Las bahías de Huatulco son un buen ejemplo de conservación en el Pacífico mexicano.
- 1= Las bahías de Huatulco son un ejemplo promedio de la conservación en el Pacífico mexicano.
- 0.5= Las bahías de Huatulco no son un ejemplo de la conservación en el Pacífico mexicano.

#### **VI.2.1.1.4 Valor**

Se evaluó en este esquema el valor potencial de la zona, ecológico, político, social y económico y las singularidades de sus características biológicas y ecológicas, considerando la presencia de especies o ambientes representativos o únicos.

- 4= Las bahías de Huatulco son muy importantes o potencialmente importantes.
- 2= Las bahías de Huatulco son útiles o potencialmente útiles.
- 1= Las bahías de Huatulco tienen un valor promedio.
- 0.5= Las bahías de Huatulco son de poco o escaso valor.

#### **VI.2.1.2 Mesoescala**

Debido a que el Golfo de Tehuantepec tiene una dinámica propia, el cual está delimitado por el relieve submarino, la dinámica de los vientos y las corrientes, el conocimiento de ésta fue necesaria para poder comprender el contexto local de Huatulco y como esto afecta las condiciones de los arrecifes a una escala mayor, basándose en el manual RAMSAR para el manejo de las cuencas hidrográficas (Ramsar, 2010), donde se menciona que el manejo debe efectuarse teniendo en cuenta su entorno más amplio como “paisaje acuático”, con una inclusión de los procesos y las funciones hidrológicas que existen dentro de la cuenca. Para ello se utilizó la información proveniente de diversas fuentes como artículos de la dinámica del Golfo de Tehuantepec, trabajos y recopilaciones de la dinámica costera en Oaxaca, así como también de libros y bases de datos de CONAPESCA y CONANP.

#### **VI.2.1.3 Local**

Debido a que las características de cada una de las bahías del PNH son únicas, la adopción de un sistema único de manejo para toda la porción marina es poco factible, además de que la zonación del polígono del PNH no es tan marcado como en la parte terrestre, existiendo en la mayor parte de las bahías una categoría llamada UR (Uso Restringido), en el cual es permitido el turismo de bajo impacto. Sin embargo, éstas son sometidas a diversas variables comunes, por lo que conocer la dinámica que se tiene dentro del parque y su zona de influencia es de importancia para poder realizar un manejo integral del área, por lo que se utilizó el material recopilado de artículos, tesis, libros, entrevistas, periódicos y bases de datos de CONANP, CONAPESCA, INEGI, SECTUR y gobierno municipal. Con esto se generó una proyección completa de la zona, en donde se vieran inmersas las interacciones de los



procesos físicos, químicos, biológicos y sociales con al área, estableciendo una unificación de ello y visualizando de manera integral la causas y efectos de diversas situaciones en el manejo, conservación y continuidad de los recursos naturales apoyados en el contexto del manejo integral de las zonas costeras (Vázquez *et al.*, 2006).

### **VI.2.2 Muestreo en campo**

El muestreo se llevó a cabo durante tres fechas diferentes, noviembre de 2014, febrero de 2015 y junio de 2015, siendo esto ajustado por las temporalidades de la zona (secas y lluvias), el muestreo consistió en seis fototransectos por bahía (Riscalillo, San Agustín, Cacaluta, Órgano y La Entrega), de 10 m lineales cada uno, de manera perpendicular a la costa, tomando en cuenta el gradiente de profundidad, siendo para este caso: 3 fototransectos de 1-3m de profundidad y 3 fototransectos mayores a 3m de profundidad, previamente identificando su posición y tamaño de las placas coralinas, apoyados de literatura y trabajos previos (Alejandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Herrera-Olayo, 2009).

Para la toma de fototransectos se utilizó una cámara sumergible CANON G10, una computadora de buceo SUUNTO D4, para establecer y mantener la profundidad y una cinta métrica TRUPPER de 50 m, con un sistema de fijación temporal al fondo, para delimitar el área.

Para el análisis de gabinete, se utilizó el método de observación directa de las fotografías obtenidas, con el cual se realizó la comparación de los datos registrados en campo con respecto a la literatura consultada.

### **VI.2.3 Diagnóstico ecológico de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus estructuras coralinas.**

La recopilación de los antecedentes del área se realizó con aportes de artículos, libros, revistas, diarios y trabajos publicados y no publicados, entre los que destacan líneas como ecoturismo y arqueología (Fernández y Gómez, 1985; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011) historia y sociedad (Orozco-Cervantes, 1992; Monterrubio y Mendoza, 2011; Talledos-Sánchez, 2012), economía turística (Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004), desarrollo urbano (González Mora y Martínez Pacheco, 2010), sitios prioritarios (López Pérez y López García, 2008), ecología de peces y corales (Glynn y Leyte Morales, 1997; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004; Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007; Juárez

Hernández *et al.*, 2013; Juárez-Hernández y Tapia-García, 2017; Ramos-Santiago y Tapia-García, 2017), sedimentación (Granja Fernández y López-Pérez, 2008), estructura de la comunidad de erizos (Benítez-Villalobos, 2000; Herrera-Escalante *et al.*, 2005), análisis territorial (Gómez Rojo *et al.*, 2006) y efecto de tormentas (Lirman *et al.*, 2001), es por esto que la recopilación de información se apoyó también en el aporte de tesis (Trasviña, 1991; Leyte-Morales, 2001; Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007; Herrera-Olayo, 2009; Alejandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Dellavedova, 2011; Rivera, 2011; Herrera-Olayo, 2013; Juárez-Hernández *et al.*, 2013), servicios sociales (Martínez-Morgan, 2004; Juárez-Hernández, 2005; Monsivais-Luna, 2005; Herrera-Olayo, 2009); reportes gubernamentales (Rivera-Rivera, 2011; DATATUR, 2014; CONANP, 2015); noticias, bases de datos (FONATUR-BMO, 2006; FONATUR, 2008; INEGI, 2009; FONATUR, 2012; CONANP, 2015); entrevistas y cuestionarios con lo cual se tuviera una representación de la información más basta que enriqueciera el conocimiento de la zona y brindara apoyo para el diagnóstico ecológico de las bahías del PNH, desde el contexto geográfico y ecológico, hasta el contexto político y social que imperan.

Se estableció el estado ecológico de cada una de las bahías del PNH, que contaban con los datos para ello (San Agustín, Riscalillo, Cacaluta, Órgano, Maguey y Violín), y se verificó *in situ* que los datos recopilados correspondieran con la realidad de cada bahía, para lo cual se realizaron tres visitas cuatrimestrales durante junio de 2014 a enero de 2015 y se utilizaron imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (QSIG 2.12.0 Lyon y SAS.Planet 14.12) para representar los cambios y modificaciones identificados.

### **VI.2.3.1 Actores**

La identificación de los actores más representativos del PNH y su zona de influencia, se realizó mediante un mapeo de actores clave (MAC), el cual consiste en un listado de los actores de un territorio, sus acciones, objetivos y perspectivas a futuro. Para identificar los roles y el poder que tienen cada uno de ellos se ejecutó una metodología estructural que permitiera acceder a la trama de relaciones sociales para abordar aspectos objetivos ¿Quién presiona y por qué?, ¿Quiénes buscan intereses comunes al PNH y quienes los opuestos?, ¿Qué capacidad de influenciar en las acciones de otros tienen determinados actores?, ¿Cuáles son más vulnerables?, etcétera (Ceballos, 2004; Guedes, 2004; Tapella, 2007). Para ello se realizó primeramente una clasificación de los actores, la identificación de sus funciones y

papeles, sus relaciones y niveles de poder para posteriormente agrupar a cada uno de ellos y sus interacciones con el PNH.

### **VI.2.3.2 Entrevistas**

La aplicación de entrevistas a diversos actores dentro de la dinámica del PNH tuvo el objetivo de conocer la percepción de las distintas problemáticas en cada uno de ellos, sus actividades y funciones en el área y el relacionar éstas con los agentes causales.

El análisis de las redes y los agentes causales tiene como meta comprender el origen o “causa” de una modificación, mediante el reconocimiento de cada factor y sus posibles relaciones con un medio, realizándolo preferiblemente desde diferentes enfoques y escalas (Hernández *et al.*, 1997). Para esto fueron entrevistados en junio de 2015, mediante técnicas valorativas (Pinto, 1988) y de carácter mixto (situaciones contextuales, antecedentes y declaraciones) actores de diferentes sectores clave en la región, como son CONANP, FONATUR, CONAPESCA, Gobierno municipal, Comité de playas limpias, Equipo Verde Huatulco, prestadores de servicios y sociedad, con el objetivo de obtener una visión integral de las problemáticas de cada sector, así como sus percepciones y acciones en pro o contra del ecosistema, lo cual ayudó a formar un mejor criterio para la comprensión de las redes causales y la adopción de propuestas sustentables sociales, económicas y ecológicas.

La caracterización de cada bahía se realizó mediante la recopilación de la información y su verificación *in situ*, con lo cual, además de corroborar la información encontrada, permitió visualizar las posibles afectaciones que suceden en el lugar. La utilización de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica QSIG 2.12.0 Lyon y SAS. Planet 14.12, permitió abordar la problemática de cambio de uso de suelo y las edificaciones alrededor del PNH, lo cual es un factor que puede alterar las condiciones de los arrecifes en determinadas circunstancias. Además de esto, la recopilación de información y la situación del parque y sus bahías pudo ser mejor abordada por la información recolectada por entrevistas y pláticas con autoridades inmersas en la dinámica del área.

#### **VI.2.4 Identificación, cuantificación y clasificación de las principales actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas del PNH.**

Para la identificación de las principales actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas se analizaron los datos recopilados en el diagnóstico ecológico de las bahías y se integraron en una matriz de Leopold para su cuantificación y posteriormente con los datos arrojados poder clasificar estas actividades y acciones mediante un análisis multifactorial.

##### **VI.2.4.1 Identificación de actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas**

La identificación de las actividades y acciones que afectan el estado ecológico de las placas coralinas se realizó mediante el análisis del diagnóstico ecológico de las bahías, entrevistas, visitas y publicaciones, con lo cual se identificaron 25 características del medio susceptibles a la alteración y 15 acciones que podrían causar efectos ambientales, los cuales empataban con los indicadores de interés para el proceso de cuantificación y clasificación mediante el uso de la matriz de Leopold y el análisis multifactorial.

##### **VI.2.4.2 Cuantificación: Matriz de Leopold**

Para la elaboración de la matriz se calificó del 1 al 10 cada acción (horizontal), con su respectivo factor de impacto (vertical), donde 10 representaba la máxima calificación y 1 la mínima. En la esquina superior izquierda se colocó la magnitud (1-3 nulo/poco, 4-7 moderado y 8-10 alto). Si el impacto era benéfico se consideraba positivo, colocando un signo “+” delante de ella y si no, uno negativo “-“. En la esquina inferior derecha se calificó la importancia del posible impacto (1-3 puntual, 4-7 local y 8-10 regional).

Para asignar cada calificación se utilizaron los datos disponibles de artículos, entrevistas, consultas, libros, tesis y la información proporcionada por locales y autoridades.

Para el caso del PNH se utilizaron 25 características del medio susceptibles a la alteración agrupadas entre características físicas y químicas; condiciones biológicas; factores culturales y relaciones biológicas, mientras que 15 fueron las acciones que pueden causar efectos ambientales agrupadas en modificaciones del régimen, transformación del suelo y

construcción, extracción de recursos, recursos renovables, cambios en el tráfico, tratamiento y vertido de residuos.

Al terminar la elaboración de la matriz se sumaron por separado cada uno de los rubros, separando magnitud e importancia de las acciones y los factores.

#### **VI.2.4.3 Clasificación: Análisis multifactorial con dendrogramas**

Para poder clasificar los resultados obtenidos por la matriz de Leopold, se realizó un análisis con dendrogramas con el programa Past 3.11 de uso libre, mediante el algoritmo de varianza mínima de Ward. La clasificación arrojó grupos de indicadores útiles para el diagnóstico y la evaluación de las estrategias de manejo en cada bahía.

El método de Ward es uno de los más utilizados en la práctica ya que posee casi todas las ventajas del método de la media y suele ser más discriminativo en la determinación de los niveles de agrupación, probando que este método es capaz de acertar mejor con la clasificación óptima que otros métodos como mínimo, máximo, media y centroide (Kuiper y Fisher, 1975; Ryzin, 1976; Cáceres, 1994). Este método propone que la pérdida de información que se produce al integrar los distintos individuos en grupos, puede medirse a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada punto y la media del grupo en el que se integra para que el proceso de integración resulte óptimo, pues así los grupos formados no distorsionan los datos originales ya que en cada paso del análisis, se considera la posibilidad de la unión de cada par de grupos y se opta por la fusión de aquellos dos que menos incrementen la suma de los cuadrados de las desviaciones al unirse (Cáceres, 1994).

La razón para implementar el método “Matriz de Leopold” y el “Análisis Multifactorial”, es que mediante las interacciones causa-efecto se pueden identificar y establecer las relaciones de cada afectación de forma cuantitativa. A pesar de ser un método subjetivo, al aplicar criterios valorativos, en coordinación con la experiencia, la comparación con la información disponible y la relación multidisciplinaria, tanto de la literatura como de los actores que intervienen, se puede integrar y reducir su subjetividad, además de que ayudados del método de correlación, se pueden establecer las relaciones a las que pertenecen determinados grupos, mediante los parámetros que han sido definidos, enriqueciendo aún más la valoración y reduciendo la subjetividad de cada grupo de interacción (García Leyton, 2004; Ponce, 2010).

### **VI.2.5 Evaluación de las estrategias de manejo y propuestas de posibles acciones que mitiguen o contrarresten los impactos negativos en el Parque Nacional Huatulco y sus placas coralinas.**

Con la información obtenida mediante la matriz de Leopold y el análisis multifactorial se identificaron los principales indicadores de las problemáticas que afectan a las placas coralinas, con lo que se realizó un diagnóstico con base en ellos para una posterior evaluación de las estrategias de manejo que nos permitieran proponer acciones que mitiguen o contrarresten los impactos en el área.

Para ello se evaluó como primera instancia la importancia y magnitud de los indicadores más representativos en cada bahía a fin de identificar los de mayor calificación para un análisis individual y comparativo entre bahías, con lo cual se abordaron las problemáticas principales y se realizaron propuestas de manejo con base al contexto, político, social y ecológico desde un aspecto general de las bahías a uno particular por cada una.

A raíz de la información recopilada, su integración y análisis, es que se proponen diversas medidas para el manejo de las comunidades coralinas, adecuadas a sus características biológicas y ecológicas, además de integrar en estas propuestas situaciones que proyecten a Huatulco, no solo como un destino ecológicamente sustentable sino también social y políticamente viable, los cuales permitan la vinculación de la población, el gobierno y las instituciones encargadas del cuidado del ambiente al contexto económico actual, valiéndonos de la integración de la economía verde y el enfoque ecosistémico para justificar las acciones que pueden emprenderse en pro de la sustentabilidad y la proyección internacional de Huatulco.

## **VII RESULTADOS**

El contar con un esquema general del área permite comprender los factores bióticos y abióticos que inciden en el sistema y permiten la permanencia del mismo. Este esquema a gran escala es integrado por Sherman *et al.* (1993), en los Grandes Ecosistemas Marinos y retomado en el manejo de cuencas oceánicas por Hyrenbach *et al.* (2000), el cual menciona que la dinámica de los sistemas costeros debe ser comprendido para poder determinar su permanencia y evolución y con ello establecer adecuados proyectos de manejo, que incluyan el monitoreo, la investigación y la aplicación de nuevas tecnologías.

El primer paso para poder entender la complejidad y la problemática de un área es el conocer el contexto global que lleva a generar las condiciones propicias para el establecimiento de los diversos ecosistemas (UNESCO, 1984, 2003), en este caso los arrecifes coralinos. Para eso es necesario conocer y entender la ubicación regional y las características a macro, micro y locales que conforman e influyen sobre el PNH (Brown, 1994; Nixon, 1996)

## **VII.1 Caracterización ambiental de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus comunidades coralinas.**

### **VII.1.1 Bahías de Huatulco**

Las bahías de Huatulco se ubican en el litoral del municipio Santa María Huatulco en el estado de Oaxaca, contando con 35 km de costa en donde se ubican 9 bahías y 36 playas incluyendo el PNH (Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011). Desde su consolidación como Centro Integralmente Planeado (CIP), esta zona se ha visto abordada por distintos conflictos desde el orden social hasta ecológico, a pesar de haber sido fundamentada bajo un esquema de impulso económico, social y más recientemente ecológico (Brenner, 2005; Gullette, 2007). Varios autores han reconocido que este destino no puede verse como un caso de éxito debido a los conflictos sociales que imperan, la nula participación social en los procesos de planificación y gestión del turismo que establecen como prioridad los objetivos de desarrollo implementados por el gobierno mediante FONATUR (Orozco-Cervantes, 1992; Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004; Brenner, 2005; Escamilla-Pérez, 2011; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011; Rivera-Rivera, 2011; Talledos-Sánchez, 2012).

El municipio de Santa María Huatulco en el estado de Oaxaca, fue expropiado a favor del gobierno federal de conformidad con lo establecido en el decreto presidencial con fecha 18 de junio de 1984 y puesto a disposición del fideicomiso Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), a fin de que lo destinara al desarrollo urbano y a la reserva territorial del poblado de Santa María Huatulco, administrando sus 11 890.98 ha, que eran poco más del 30 % del territorio expropiado, siendo en 2008 cedido a SEMARNAT para ser administrado por medio de la CONANP (CONANP, 2003; FONATUR, 2008).

Como parte del análisis de la región a macroescala se utilizó la Guía para el análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales (Andrade *et al.*, 1999), el cual consiste en valorar

de manera global el área de interés dentro del contexto general en donde se encuentra inmerso, asignando valores de 0-4 con respecto a la importancia de cada rubro (contribución, rareza, calidad y valor).

### VII.1.1.1 Zonificación

El PNH cuenta con 8 diferentes zonas: P: Protección, UR1 y 2: Uso restringido, UT: Uso tradicional, ASRN 1, 2 y 3: Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales y R: recuperación (Fig. 5), de los cuales existen seis tipos en las bahías y la porción marina a excepción de dos (R y ASRN 1), en los que el programa de manejo estipula las actividades prohibidas y permitidas en cada rubro, siendo la más estricta la zona de protección donde solo se permite la conservación y la más laxa la zona ASRN 3 donde se permite la pesca comercial y deportiva.

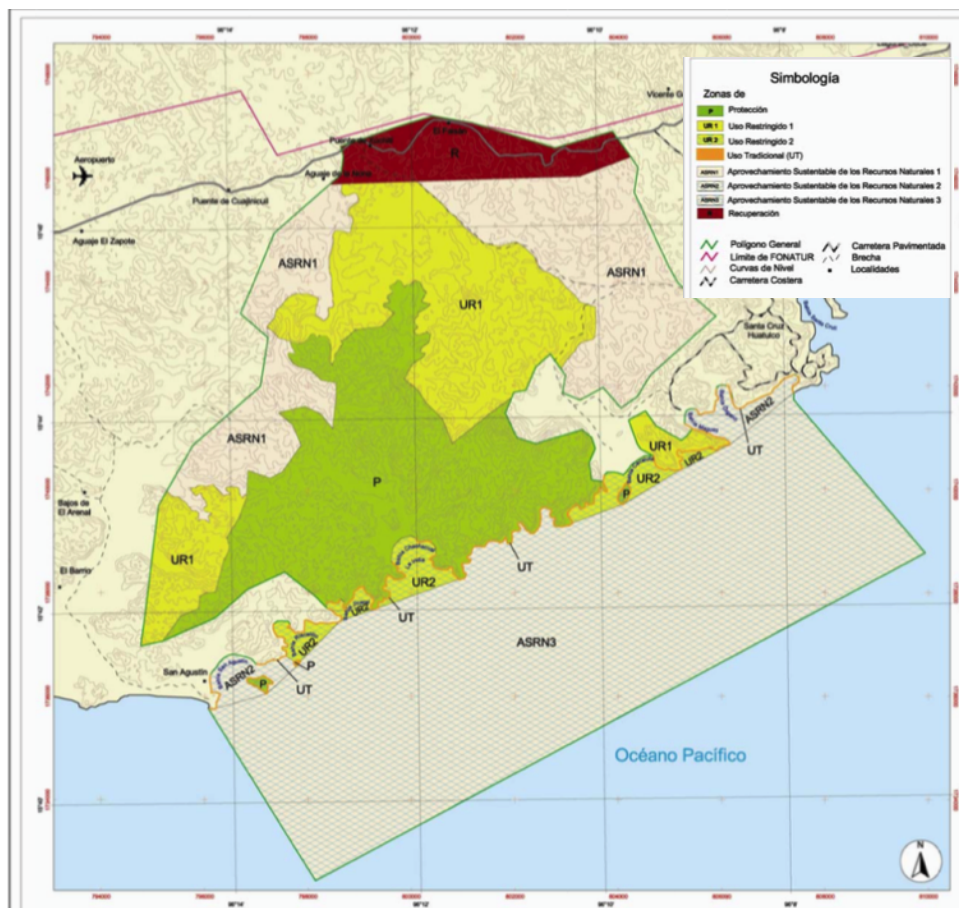


Figura 2. Zonificación del PNH. Tomado de CONANP (2003).



#### **VII.1.1.2 Contribución**

En la parte de contribución se evaluó que tan significativo sería si las zonas coralinas del PNH desaparecieran o sufrieran un gran deterioro, para las franjas coralina en el extremo occidental del Golfo de Tehuantepec (Glynn y Leyte Morales, 1997; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004; Gómez Rojo *et al.*, 2006; González Mora y Martínez Pacheco, 2010; Rivera-Rivera, 2011; López López, 2016). Se obtuvo un valor de 4, puesto que esta zona es una de los pocos lugares en el Pacífico mexicano que cuenta con comunidades coralinas.

#### **VII.1.1.3 Rareza**

Al ser uno de los pocos arrecifes del Pacífico, éste cuenta con una singularidad muy alta, además de contener en él especies en un grado de protección alto, como son tortugas marinas, caracol púrpura y el ángel Rey (Glynn y Leyte Morales, 1997; Leyte-Morales, 2001; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004; Escamilla-Pérez, 2011; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Herrera-Olayo, 2013; López López, 2016), por lo que obtuvo un valor de 4 en este rubro.

#### **VII.1.1.4 Calidad**

La calidad en la conservación del sitio es un factor que puede alterar las condiciones ecológicas que permanecen en él y la importancia a nivel macro, por lo que es ideal mantener una buena calidad en la conservación de éstos (Gómez Rojo *et al.*, 2006; Ambientat-Consultores, 2009; Herrera-Olayo, 2009; Alejandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; González Mora y Martínez Pacheco, 2010; Rivera-Rivera, 2011), siendo Huatulco puntuado con 2 por ser un buen ejemplo de estos sistemas en el Pacífico mexicano, pero sometido a diversas presiones, en especial de origen antrópico.

#### **VII.1.1.5 Valor**

El valor del área en materia económica, política, biológica y social es muy alto, debido a que es el eje fundamental de la actividad económica del área y uno de los pocos ecosistemas coralinos en el Pacífico mexicano (Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011; Rivera-Rivera, 2011), por lo cual obtuvo un valor de 4 en este rubro.

El promedio de los valores asignados en cada rubro permite apreciar a macroescala la importancia del sitio, obteniendo en el caso de Huatulco una puntuación de 3.5, el cual representa, según la escala de la Guía para el análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales (GAIFAN) de The Nature Conservancy (Andrade *et al.*, 1999), un valor de importante a muy importante.

## **VII.2 Diagnóstico ecológico de las bahías del Parque Nacional Huatulco y sus estructuras coralinas.**

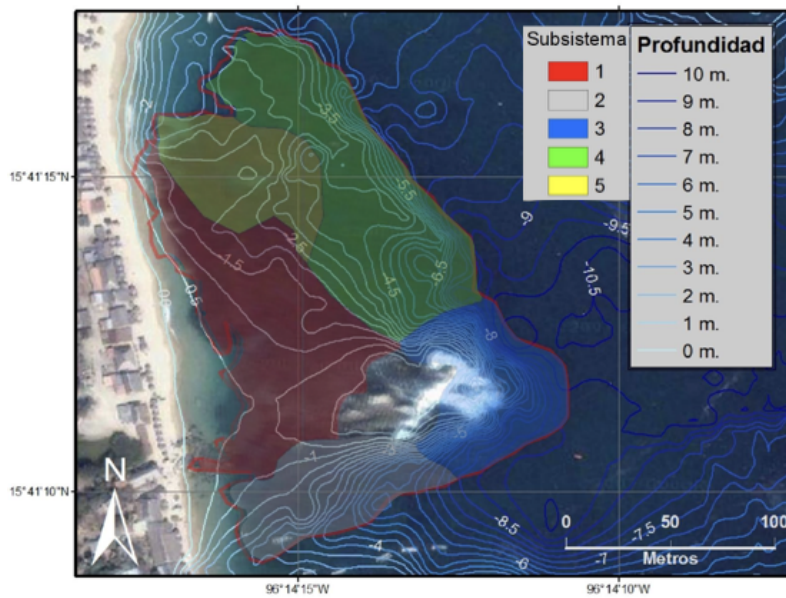
### **VII.2.1 Estructuras coralinas**

Conocer la distribución y complejidad de estos ecosistemas es importante, puesto que permite en primera estancia conocer el estado del sistema para así establecer estrategias de manejo acertadas que conduzcan hacia un adecuado aprovechamiento. La distribución de hábitats es la caracterización estructural y espacial de todos los tipos de hábitats representados, mientras que la complejidad es la extensión y diversidad de distintos hábitats hallados dentro de un área determinada (Pomeroy *et al.*, 2006).

Debido a que cada parche arrecifal tiene características propias que no pueden ser manejadas de manera general por lo que, además de conocer las características de cada porción, éstas deben llevar un manejo individual para que puedan establecerse estrategias efectivas para su conservación, uso y aprovechamiento. Es por esto que a continuación se caracterizan de forma individual cada una de las bahías de las que se obtuvo información.

#### **VII.2.1.1 San Agustín**

La placa arrecifal de San Agustín (Tabla 2) tiene un área de 2.7 ha, siendo la de mayor extensión en el PNH, la cual está compuesta por 5 subsistemas debido a las diferencias topográficas de la misma placa (Fig. 6). En este arrecife la profundidad mínima es de 0.5 m, cercana a la costa, donde en marea baja llega a quedar expuesta, mientras que la profundidad máxima es cercana a los 10 m, al sureste, en la parte posterior a la isla rocosa (Fonseca-Gally, 2010).



**Figura 3. Delimitación de los 5 subsistemas de la placa arrecifal en San Agustín y su batimetría (Fonseca-Gally, 2010).**

**Tabla 2 Características de los diferentes Subsistemas de San Agustín (Fonseca-Gally, 2010).**

| SS | Características  |
|----|--|
| 1  | Representa aproximadamente el 33% de la placa con 0.9 ha, caracterizada por una profundidad baja (0.5 m a 1.5 m), donde predomina en su mayoría coral muerto (81%).  |
| 2  | Representa aproximadamente el 14% de la placa con 0.36 ha, caracterizada por profundidades que van desde los 0.5 m a los 8 m, con una cobertura media de coral vivo (50%) y denudado (33%), con una pendiente pronunciada.       |
| 3  | Representa aproximadamente el 16% de la placa con 0.43 ha, caracterizada por una profundidad de hasta 10 m, con un sustrato mixto rocoso-coralino (83% de coral vivo), con una mayor diversidad coralina.                        |
| 4  | Representa aproximadamente el 25% de la placa con 0.68 ha, caracterizada por una profundidad de 5 m a 7 m, donde predomina una cobertura de coral denudado (66%).  |
| 5  | Representa aproximadamente el 12% de la placa con 0.35 ha, caracterizada por una profundidad de 1 m a 5 m, siendo una zona de transición entre el SS1 y SS4, donde predomina escombros de coral (12%) y crecimiento algal (66%). |

Mediante imágenes satelitales y la utilización de QSIG 2.12.0 Lyon y SAS.Planet 14.12 se observó un incremento en las edificaciones de esta bahía pasando de 3.66 ha a 5.29 ha de 2004 a 2012 (Fig. 7).



Figura 4. Aumento en las edificaciones de 2004 (Azul) a 2012 (Rojo) en la bahía de San Agustín, con un crecimiento de 1.63 ha en estos años. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.

### VII.2.1.2 Riscalillo

La placa arrecifal de Riscalillo (Tabla 3) tiene un área de 2.5 ha, siendo la segunda de mayor extensión en el PNH, y está compuesta por tres subsistemas. La profundidad varía de uno a diez m (Fig. 8), donde la zona de menor extensión se ubica entre los dos m y seis m de profundidad.

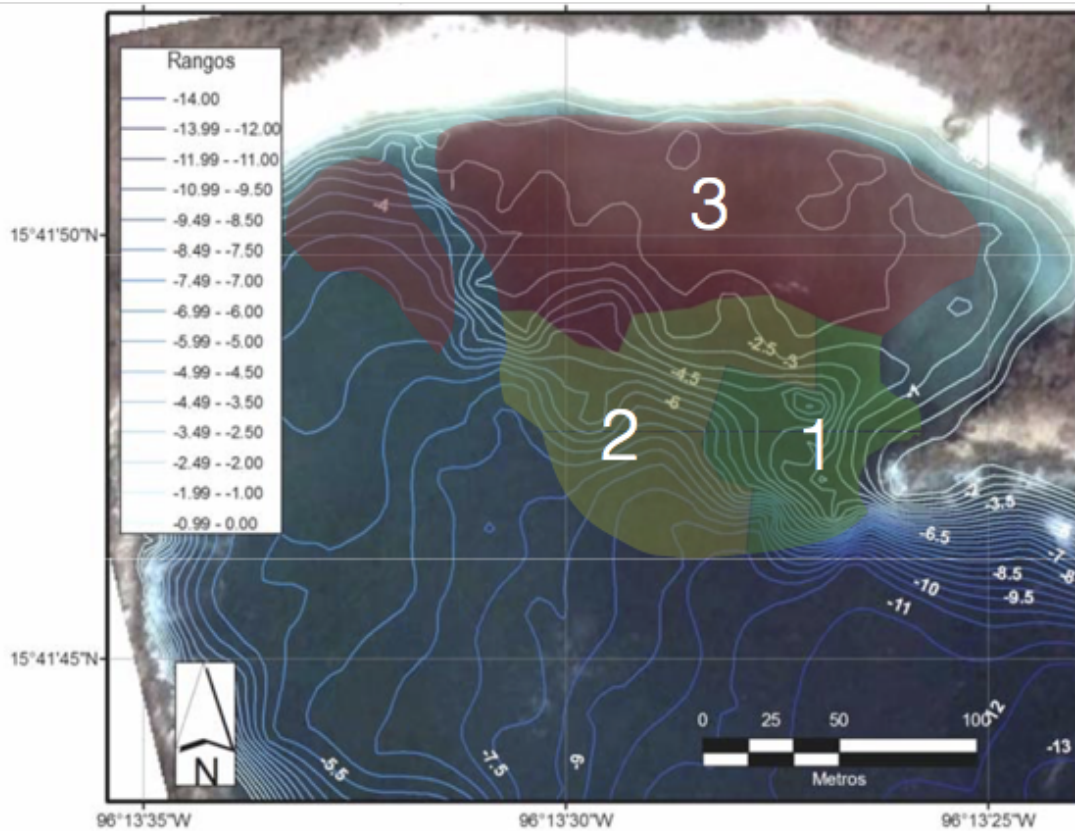
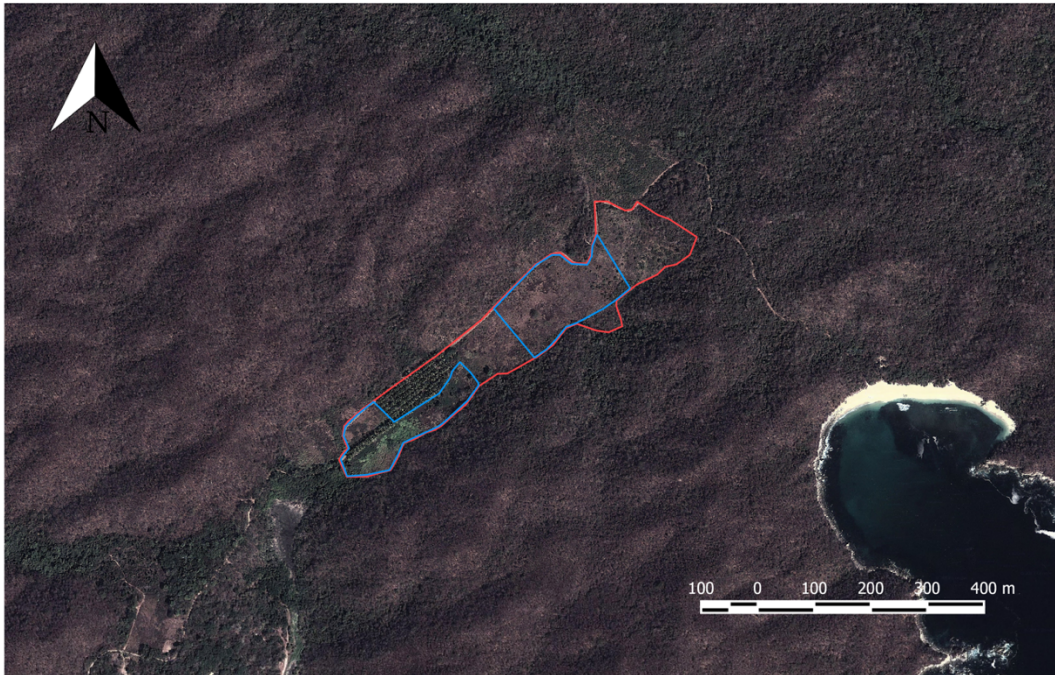


Figura 5. Delimitación de los 3 subsistemas de la placa arrecifal en Riscalillo y su batimetría (Alejandre-Samaniego, 2010).

Tabla 3 Características de los diferentes Subsistemas de Riscalillo (Alejandre-Samaniego, 2010).

| SS | Características   |
|----|---|
| 1  | Representa aproximadamente el 15% de la placa con 0.38 ha, caracterizada por una profundidad de 2 m a 10 m con una pendiente pronunciada, donde el ambiente predominante es el coralino, sin presencia de escombros o sedimento con un 35% de coral denudado y una cobertura algal del 9.2% |
| 2  | Representa aproximadamente el 26% de la placa con 0.66 ha, caracterizada por profundidades que van desde los 2.5 m a los 10 m, con una cobertura de coral muerto de 17%.  |
| 3  | Representa aproximadamente el 59% de la placa con 1.5 ha, con una profundidad de 0.5 m a 4.5 m, con un ambiente predominante de coral y coral muerto (69.9%), con una cobertura algal del 71% y coral denudado del 24%.   |

Cerca de esta bahía existe una zona de uso agrícola que incrementó su cobertura de 4.33 a 8.16 ha del 2004 al 2012 (Fig. 9).



**Figura 6.** Zona de plantación cercana a la bahía de Riscalillo, que de 2004 (azul) a 2012 (rojo) incrementó su cobertura en 3.83 ha. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.

### **VII.2.1.3 Jicaral**

No se encontraron datos con respecto a la distribución y complejidad del hábitat para esta bahía a pesar de que en el programa de manejo la sitúa como relevante, ya que es aquí donde existe una mayor incidencia del caracol púrpura, sin embargo se menciona que el estado del arrecife es malo a pesar de que existe una baja incidencia turística y una pequeña zona pesquera por lo que el deterioro se asocia a daño natural.

### **VII.2.1.4 Chachacual**

No se encontraron datos con respecto a la distribución y complejidad del hábitat para esta bahía, sin embargo, en el programa de manejo se menciona una extensión de 0.5 ha de coral, en un buen estado de conservación con una gran diversidad y una baja presencia de indicadores de disturbio, siendo esta parte donde existe la mayor concentración de manglar en el parque.

### VII.2.1.5 Cacaluta

La placa arrecifal de Cacaluta tiene un área de 1.3 ha, que se dividen en dos porciones, una cerca de la bahía y otra en la isla Cacaluta (Fig. 10), teniendo una cobertura de coral del 61.4% y de 38.4 % de arena rocas y algas (López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004), sin embargo los datos encontrados no son suficientes para corroborar la distribución y complejidad del hábitat para esta bahía a pesar de contar con uno de los escasos humedales del parque, claves para la retención de sedimentos y la diversidad del sistema.



Figura 7. Placa arrecifal de Cacaluta (Juárez-Hernández *et al.*, 2013)

La placa arrecifal en la bahía de Cacaluta es muy pequeña con pequeños manchones en uno de sus extremos (Fig. 11 A). Esta bahía es importante porque en ella existe uno de los únicos humedales del PNH, el cual, como se observa en la imagen satelital (Fig. 11 B), está rodeado por construcciones humanas, una zona de cultivos y una subestación eléctrica.



Figura 8. (A) Ubicación de manchones coralinos de la bahía y la isla de Cacaluta (B) Edificaciones construidas en los alrededores del humedal y la bahía Cacaluta. Imágenes tomadas de Google-Earth (2014).

### VII.2.1.6 Maguay

La placa arrecifal de Maguay (Tabla 4) tiene un área de 0.44 ha (Fig. 12), en donde se identifican 3 ambientes: rocoso, coralino y mixto. En este arrecife la profundidad varía de 0.5 a 5 m.

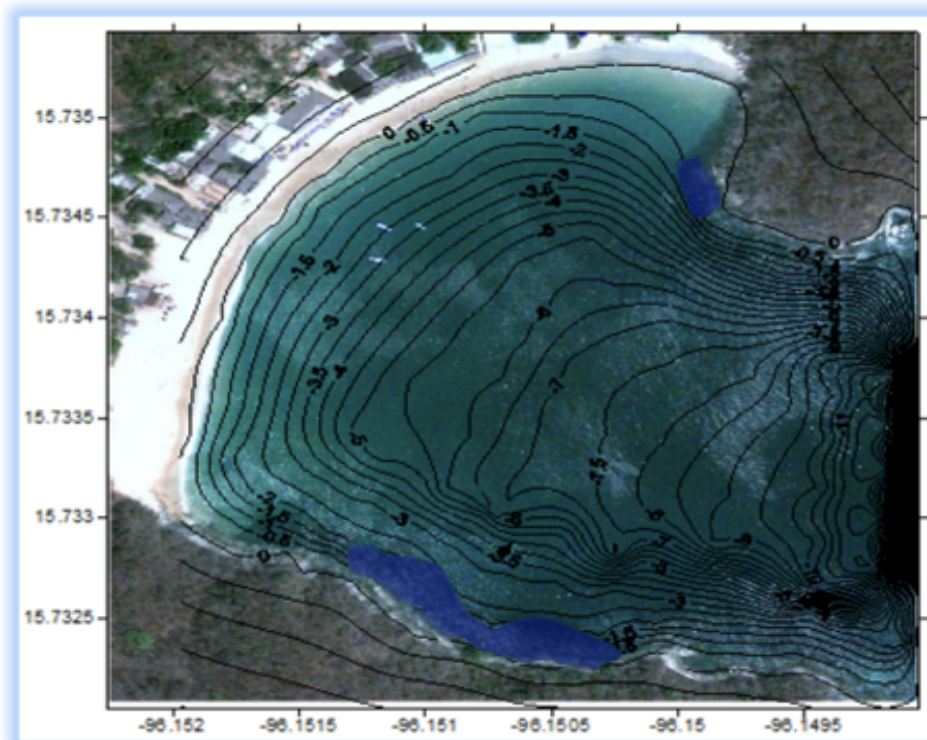


Figura 9. Manchones coralinos de la bahía Maguay y su batimetría (Herrera-Olayo, 2013 ).



**Tabla 4 Características de los diferentes ambientes de Maguey (Juárez-Hernández, 2005).**

| Ambiente        | Características  |
|-----------------|--|
| <b>Rocoso</b>   | Ubicado en el extremo norte de la bahía, con poca irregularidad topográfica, con un oleaje nulo, agua turbia y un alta incidencia de turismo, con una profundidad de 2 m.  |
| <b>Coralino</b> | Ubicado al sur de la bahía, dominado por una placa de coral de <i>Pocillopora sp.</i> de una longitud 15 m de largo por 4 de ancho, con una alta irregularidad, un oleaje de moderado a fuerte con una profundidad de 1 a 4 m, con baja incidencia de turistas, pero un tránsito continuo de motos acuáticas y pequeñas embarcaciones. |
| <b>Mixto</b>    | Ubicado al noreste y sureste de la bahía con predominancia de roca al noreste (75%) y de coral al sureste (60%), con una profundidad de 1.5 a 5 m, baja incidencia de turistas, una alta complejidad topográfica y sometido a un oleaje intenso.   |

La placa coralina en la bahía Maguey está conformada solo por pequeños manchones a sus extremos, sin embargo se pudo identificar un crecimiento en la edificación de restaurantes en la bahía, pasando de 1.29 a 1.54 ha del año 2004 al 2014 (Fig. 13) y también una zona deforestada de una hectárea cerca de la bahía.



**Figura 10. Zona deforestada en la bahía Maguey que incremento de 2004 (azul) a 2014 (rojo) en 1.20 ha en estos años. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

### VII.2.1.7 Órgano

No se encontraron datos con respecto a la distribución y complejidad del hábitat para esta bahía, sin embargo en el programa de manejo se menciona una extensión de 1.5 ha con 3.3 % de cubierta de coral, en un buen estado de conservación a pesar del gran número de turistas que recibe.

En la bahía el Órgano se encuentran dos principales zonas coralinas a ambos extremos de la playa, con pequeños parches en cada una (Fig. 14), donde no se observó un gran deterioro y tampoco se identificaron zonas perturbadas a sus alrededores.

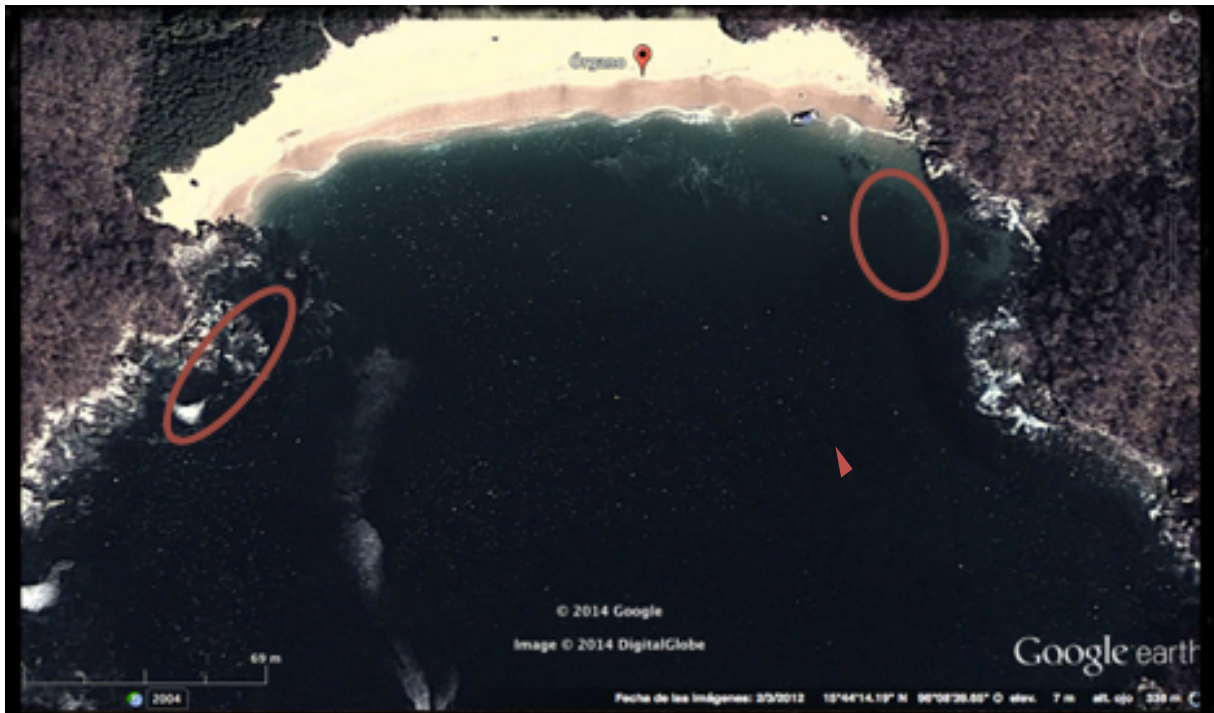


Figura 11. Ubicación de parches coralinos en la bahía el Órgano. Imagen tomada de Google-Earth (2014).

### VII.2.1.8 Violín

La placa arrecifal de Violín tiene un área de 0.99 ha, dividida en 3 subsistemas: coral vivo, coral muerto y coralino-rocoso, con profundidades de 1 a 10 m (Fig. 15), con un porcentaje de cobertura de coral vivo de 45.3%, de coral muerto de 21.6%, y de roca de 33.10%, encontrándose en buenas condiciones a pesar de la mortandad de una sección de la placa.

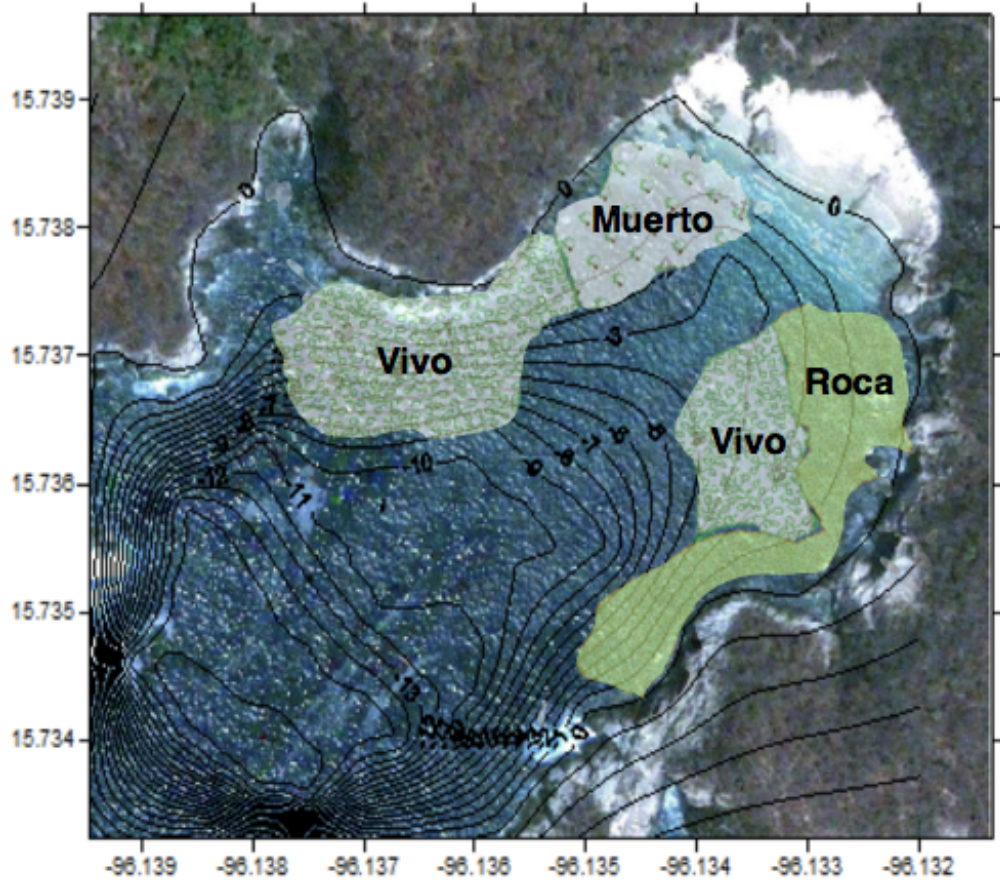


Figura 12. Mapa batimétrico de la bahía de Violín y los subsistemas de la placa arrecifal (Herrera-Olayo, 2009, 2013).

Estos datos fueron obtenidos de diversos trabajos y publicaciones realizadas por distintas instituciones en el PNH (Glynn y Leyte Morales, 1997; López-Pérez *et al.*, 2002; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004; Monsivais-Luna, 2005; López-Pérez *et al.*, 2008; Herrera-Olayo, 2009; Alejandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Herrera-Olayo, 2013).

## VII.2.2 Beneficios e intereses económicos, sociales y ambientales

### VII.2.2.1 Derrama económica

Año con año el turismo se incrementa en esta zona derivado de los múltiples destinos y desarrollos generados en la región, así como una amplia difusión realizada por el gobierno

nacional y estatal, haciendo que tan solo de 2006 a 2012 el Producto Interno Bruto Estatal (PIB) incrementara un 11 % (CEIEG, 2014), mientras que el nacional fue de menos del 4 % (Reyes-Solís, 2012). Para Huatulco basta con comparar las estadísticas turísticas de 2003 al 2013, donde se aprecia un incremento de la ocupación hotelera, pasando del 43% al 51 %, con un incremento de la derrama económica del 286% (de 1 882 328 678 mil millones de pesos a 5 390 086 856 mil millones de pesos), y una afluencia de 243 699 visitantes para el 2003 contra 555 071 visitantes para el 2013 (SECTUR, 2004; CEIEG, 2014). La ocupación hotelera es uno de los factores que generan gran interés en la zona. Una de las principales prioridades de FONATUR es incrementar la oferta para cubrir mayores necesidades de la demanda, teniendo como objetivo próximo, tal como dicta en su página web, el de “otorgar permisos para construcción y desarrollo de villas y condominios, un campo de golf, una casa club, hoteles boutique, hoteles 5 estrellas, clubes de playa y comercios, en torno a la reserva de las Bahías Cacaluta, Órgano y Maguey”, siendo esta zona parte del sitio RAMSAR 1321, y solo encontrándose estratégicamente protegida la zona marina y no la terrestre dentro del polígono del PNH.

#### **VII.2.2.2 Destino ecológico**

Actualmente Huatulco se proyecta internacionalmente como un destino turístico sustentable ya que cuenta con la certificación EarthCheck desde el 2005 y EarthCheck Gold desde el 2011, esto debido a que cada año se realiza un sistema de monitoreo de cinco puntos clave para la certificación: consumo energético, emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de agua potable, basura y áreas de conservación. Al respecto se evalúa la reducción y manejo de desechos, la utilización de fuentes alternas de energía, el consumo, ahorro y reutilización del agua y la emisión de gases de efecto invernadero, contando este destino con plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de captación de agua, rellenos sanitarios con plantas de reciclaje y creación de composta, así como también sistemas de energía verde. Actualmente se encuentran trabajando para obtener la certificación de “Carbono Neutro”, con el objetivo de neutralizar las emisiones de carbono debido a las actividades económicas presentes en el área, con lo que estarían logrando ser el primer destino económico con esta certificación en el continente americano, lo que le daría mayor difusión a nivel mundial y por ende una mayor atracción económica.

### **VII.2.3 Problemáticas**

#### **VII.2.3.1 Edificación del CIP**

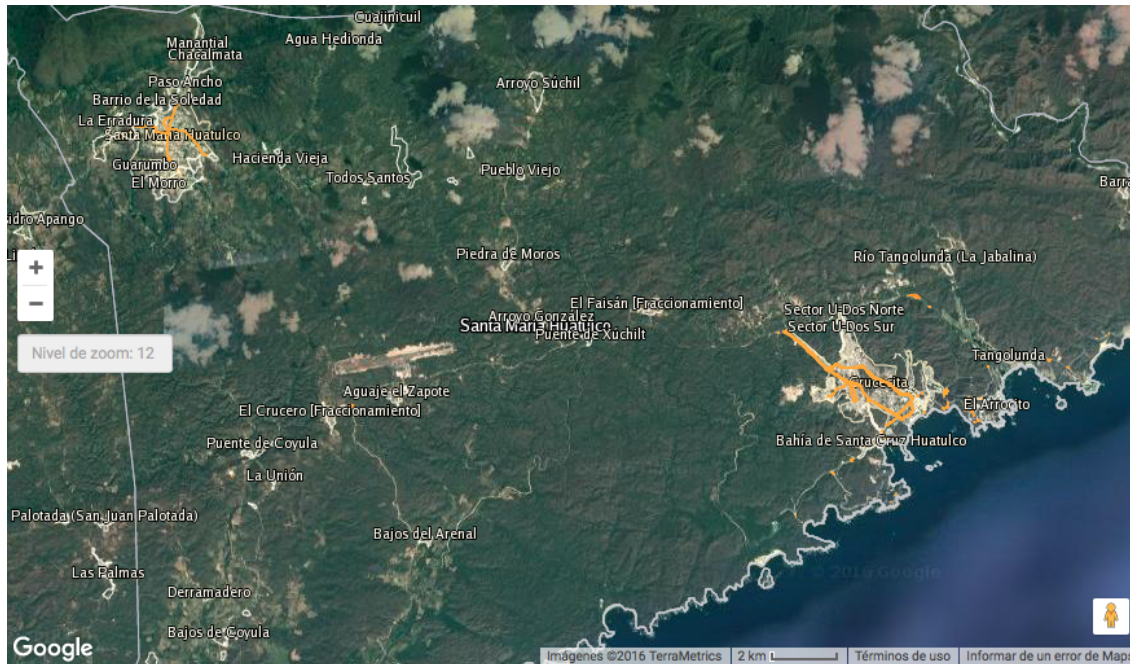
El argumento que utilizó el gobierno federal en 1984 para la expropiación de 21 163 ha fue el de sacar de la marginación y la pobreza a los pobladores de esta región, sin embargo sus actos solo reflejaron el autoritarismo y favoritismo para ciertos sectores empresariales, pues este proceso se caracterizó por una práctica confusa, contradictoria y poco clara en la presentación de los estudio técnicos y de inversión de su plan de manejo, aunado a que la mayor parte de la población involucrada no sabía leer ni escribir, siendo los pobladores originales desplazados y en muchos casos violentados, a pesar de las protestas y los amparos efectuados por los locatarios. A pesar de estos conflictos la edificación del CIP siguió, con la promesa por parte de FONATUR de pagos de indemnización mayores a los 200 000 pesos, además de predios en Bajos de Coyula, infraestructura de riego, materiales para construcción y urbanización (Talledos-Sánchez, 2012).

En 1998 mediante presión de ONG e instituciones académicas, se da la creación del Parque Nacional Huatulco, sobre un área de 6734 ha, donde FONATUR pretendía la edificación de un área urbana similar al poblado de la Crucecita. Sin embargo este espacio reafirmó la exclusión de áreas donde los antiguos dueños no podían participar, debido a las diferentes zonas y sus restricciones, con un enfoque para turismo alternativo e investigación, por lo que el polígono fue diseñado estratégicamente para el beneficio de grandes empresarios y el sector privado, los cuales tomaron posesión de los terrenos de costa y el agua para un beneficio netamente económico (Talledos-Sánchez, 2012).

#### **VII.2.3.2 Población y turismo**

El cambio en la densidad poblacional, tanto local como externa genera cambios significativos en el área, debido a la demanda de recursos y el uso de servicio. La población de Huatulco ha crecido de 6,760 habitantes en 1980 a 38 629 habitantes en 2010, y el turismo se ha incrementado de 243 699 visitantes en 2004 a 402,733 visitantes en 2014, por lo que la demanda de espacio y recursos también ha incrementado, pudiéndose notar en el incremento de la cantidad de viviendas particulares en 1995 con un total de 5,557 viviendas a 2010 con 10 151 viviendas, contando con los servicios de energía eléctrica, drenaje y disponibilidad de agua en cerca del 90% de ellas, aumentando a esto los más de 72 hoteles, 89 restaurantes

y 72 comercios varios que se han ido incrementado en la zona. Alrededor del PNH existen más de 40 áreas pobladas, entre rurales y urbanas (Fig. 16), pero las zonas con mayor densidad demográfica son Santa María Huatulco y la Crucecita, y esta última el eje principal del turismo en el área y la zona más cercana al PNH, por lo que los cambios generados aquí, repercuten rápidamente en el parque nacional.

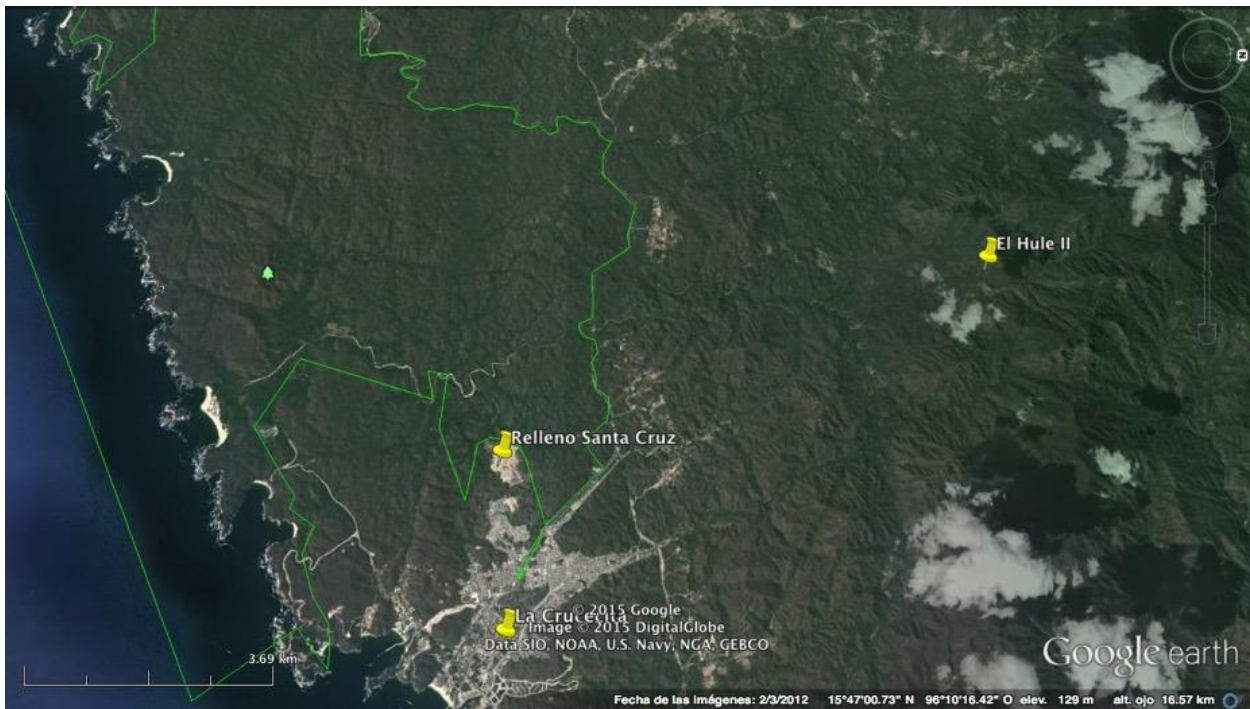


**Figura 13. Zonas de mayor relevancia y pobladas con mayor densidad demográfica alrededor del PNH (Santa María Huatulco y la Crucecita), Según datos de INEGI, 2009 existen más de 40 áreas rurales en el municipio de Santa María Huatulco. Tomado de INEGI (2009).**

### VII.2.3.3 Basurero municipal

Se calcula que la generación de basura en el municipio de Santa María Huatulco es de 600 a 800 g diarios por persona, llegando todo esto a un relleno sanitario a cielo abierto común, el basurero de Santa Cruz Huatulco. Éste ha finalizado su vida útil desde hace tiempo, siendo una fuente de contaminación para el río Cacaluta, por lo que las autoridades competentes aprobaron desde 2009 la construcción de un nuevo relleno sanitario, cerca del rancho el Hule II (Fig. 17), al norte del poblado de la Crucecita, el cual mencionan debería haber tenido listo

su resumen ejecutivo a mediados de enero del 2013, en el que se garantizara que los mantos freáticos no serían afectados ni las micro cuencas, ya que se realizarían los trabajos necesarios para la protección de éstos. Sin embargo, a la fecha sigue en operación el relleno sanitario Santa Cruz. Aún no existe una claridad para el destino final de los desechos a pesar de que se menciona que, desde el 2012 ya se contaban con la manifestación de impacto ambiental y el reglamento de residuos sólidos (PUBLIMAR, 2009; TODOHUATULCO, 2009; HUATULCONOTICIAS, 2012; TODOHUATULCO, 2012).



**Figura 14.** Relleno sanitario Santa Cruz, cerca de la franja del polígono del PNH (verde). El Hule II, lugar propuesto para establecer el nuevo relleno sanitario (Google-Earth, 2014).

#### **VII.2.4 Actores**

La importancia de los actores radica en el uso y participación de cada uno de ellos en la problemática ambiental del PNH, ya que estos deben ser tomados en cuenta por la relación que tienen con el sistema y la influencia regional, nacional o internacional que puedan tener, para así poder entender mejor la complejidad del área y dar soluciones más acertadas para su gestión.

Para su identificación se empleó un mapeo de actores clave, donde se describieron sus funciones y relaciones con el PNH para posteriormente agrupar e identificar sus interacciones con el parque. Teniendo como resultado el análisis de ocho grupos de actores clave representativos para el área con un nivel de poder en la toma de decisiones alto, al igual que su influencia e interacción con el PNH.

#### **VII.2.4.1 PROFEPA**

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es un órgano administrativo desconcentrado con autonomía técnica y operativa, la cual se encarga de incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental a fin de contribuir al desarrollo sustentable, vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales, salvaguardar los intereses de la población en materia ambiental procurando el cumplimiento de la legislación ambiental y sancionar a las personas físicas y morales que violen dichos preceptos legales (PROFEPA, 2015).

#### **VII.2.4.2 SEMARNAT**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la dependencia del gobierno federal encargada de impulsar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales de México, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable (SEMARNAT, 2015).

#### **VII.2.4.3 FONATUR**

El Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) es una dependencia de la Secretaría de Turismo (SECTUR) que tiene como objetivo el desarrollo de la inversión turística sustentable en México, para contribuir a la mejora e igualdad social y a la competitividad de Sector Turístico (FONATUR, 2015).

#### **VII.2.4.4 CONANP**

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) tiene como objetivo el conservar los ecosistemas más representativos de México y su biodiversidad, mediante las Áreas Naturales Protegidas y otras modalidades de conservación, fomentando una cultura de la conservación y el desarrollo sustentable de las comunidades asentadas en su entorno, con criterios de inclusión y equidad (CONANP, 2015).



#### **VII.2.4.5 Gobierno municipal**

El gobierno de Huatulco (2015) menciona que este municipio es una Comunidad Turística Sustentable con características únicas a nivel mundial, ya que cuenta con diversas certificaciones y distintivos nacionales e internacionales, además de que se implementan programas para la conservación del entorno. Se genera este compromiso a partir del año 2005 cuando Huatulco se convierte en la primera Comunidad Turística Sustentable del Continente Americano bajo las normas de EarthCheck, y siguiendo después en el año 2011, la primera certificación de Comunidad Turística Sustentable EarthCheck Certified Gold a nivel mundial, certificación que ostenta hasta la actualidad.

#### **VII.2.4.6 ONG**

De acuerdo con el Centro de Información de las Naciones Unidas (CINU) una organización no gubernamental (ONG) es cualquier grupo no lucrativo de ciudadanos voluntarios que está organizada a nivel local, nacional o internacional. Realizan una variedad de servicios y funciones humanitarias; llevan los problemas de los ciudadanos a los gobiernos; supervisan las políticas y alientan la participación de la comunidad; proveen de análisis y experiencia; sirven como mecanismos de advertencia temprana y ayudan en la supervisión e implementación de acuerdos internacionales.

Las ONG presentes y sus actividades en la zona de Huatulco son

Equipo Verde Huatulco, A. C.

Difusión y capacitación en temas de sustentabilidad y conservación.

Educación ambiental y talleres.

Manejo de residuos.

Reforestaciones.

Conservación Biológica y Desarrollo Social A. C. (CONBIODES)

Investigación y conservación de la naturaleza mediante el manejo sustentable de los recursos y de proyectos de desarrollo social.

Divulgación científica y cultural.

Control de especies introducidas en Parque Nacional Huatulco

Tierra Verde Naturaleza y Cultura A.C.

Implementación de proyectos productivos desde un enfoque de permacultura incidiendo en la política pública.

Elaboración de planes de conservación de especies prioritarias que contribuyan en la conservación de corredores biológicos.

(SEMARNAT, 2014)

#### **VII.2.4.7 Universidades**

Las principales Universidades que realizan trabajos de investigación en la zona son la UMAR, UAM, UNAM y CICIMAR, con diferentes proyectos y enfoques, como la UMAR, la UAM y la UNAM dedicadas a la parte biológica y ecológica de la zona y CICIMAR enfocada en la parte social.

#### **VII.2.4.8 Consejo asesor**

Es el órgano de apoyo y consulta del Parque Nacional Huatulco, integrado por representantes de los sectores público, social, privado, académico y organizaciones no gubernamentales, constituido como parte fundamental para lograr los objetivos de conservación del PNH, mediante Acta en la fecha 9 de noviembre de 2000 (CONANP, 2003).

En la reunión del 23 de septiembre del 2010 se abordó la importancia del municipio de Santa María Huatulco ante la designación como Sitio RAMSAR y el uso de la microcuenca como unidad apropiada para todo los sectores, haciendo uso racional de los recursos a partir de principios de sustentabilidad, también se reconocieron las acciones en materia de protección que se realizan en el Parque Nacional y se señalaron los distintos factores de impacto a los recursos naturales del parque y zona de influencia (CONANP, 2015).

#### **VII.2.5 Entrevistas**

Las entrevistas se realizaron con el objetivo de visualizar tres aspectos fundamentales del área: las problemáticas imperantes, la percepción del daño de estas problemáticas de cada uno de los actores y las maneras en cómo se abordan éstas en cada uno de los grupos. Para ello fueron entrevistados dentro de cada grupo de actores clave, miembros representativos de cada uno (Tabla 5), con lo cual se pudiera identificar y empatar las actividades y acciones que tiene un efecto en el estado ecológico de las placas coralina junto con la información recopilada anteriormente, es de señalar que los actores entrevistados albergan en ellos el orden político, social y económico de la zona, y sirven como referencia de la situación que

imperera en las bahías, por lo cual no se definieron números determinados de entrevistas, ni se eligieron otros actores o sectores poblacionales.

**Tabla 5 Actores clave de los diferentes sectores en la región, entrevistados en junio de 2015.**

| <b>Sector</b>             | <b>Nombre</b>                  | <b>Cargo</b>   |
|---------------------------|--------------------------------|--|
| <b>CONANP</b>             | Omar Gabriel Gordillo Solís    | Director del PNH   |
|                           | Adriana Hernández Allende      | Técnico en Zona Federal  |
|                           | Eugenio Villanueva Frank       | Coordinador de educación y participación social                            |
|                           | Mauricio Robles Gonzales       | Encargado del programa de uso público del PNH                              |
| <b>FONATUR</b>            | Horacio Alderete               | Jefe de departamento de servicios públicos                                 |
|                           | Ricardo González Cladiano      | Seguimiento contractual  |
|                           | Emiliano López                 | Seguridad sectorial  |
|                           | Cristian Zafiro Torres Noges   | Encargado del desarrollo de la comunidad                                   |
| <b>Gobierno Municipal</b> | Alfredo Pérez Díaz             | Director de desarrollo sustentable y manejo ambiental del municipio de SMH |
|                           | Estephania Hernández Sánchez   | Coordinadora de promoción y eventos<br>Subdirector de turismo              |
|                           | Luis Hernández                 | Coordinadora de gestión ambiental  |
|                           | Floriberta Hernández Hernández |  |

|                                 |                            |  |
|---------------------------------|----------------------------|--|
| <b>Comité de Playas Limpias</b> | Antonia Cruz Sánchez       | Técnico operativo                                |
|                                 | Daniel Arellanes García    | Técnico operativo                                |
| <b>Equipo Verde Huatulco</b>    | Lorenzo Alfaro Ocampo      | Coordinador de certificación Huatulco EarthCheck |
| <b>CONAPESCA</b>                | Ricardo Blaz Velázquez     | Coordinador de la dirección de pesca             |
| <b>Prestadores de Servicios</b> | Sigifredo Castro Rendón    | Guía de turistas                                 |
|                                 | Héctor Cruz García         | Guía de turistas                                 |
| <b>Pescadores</b>               | Esau Zavaleta Sánchez      | Pescador   |
|                                 | Fernando Rey López Jiménez | Pescador   |
|                                 | Israel Vázquez Lavariega   | Pescador   |
|                                 | Roberto Pacheco            | Pescador   |

Mediante el uso de las entrevistas se corroboraron y ampliaron problemáticas como el uso del territorio y los conflictos imperantes entre autoridades y locales, además de que se abordaron los diferentes puntos de vista de cada actor con respecto a una misma problemática. También se encontraron los puntos donde empatan como la proyección y realización de un Huatulco sostenible, la difusión de actividades en pro del ambiente y la carga que esto conlleva, no solo para autoridades sino también para los usuarios de las bahías.

### VII.3 Identificación, cuantificación y clasificación de las principales actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas del PNH.

#### VII.3.1 Identificación de actividades y acciones que tienen un efecto en el estado ecológico de las placas coralinas

El diagnóstico ecológico del área arrojó 40 indicadores, divididos en 15 acciones que pueden causar efectos ambientales agrupados en siete rubros (Tabla 6) y 25 características del medio susceptibles a la alteración, agrupados en cinco rubros (Tabla 7), los cuales fueron empatados y clasificados de acuerdo a los lineamientos de la matriz de Leopold, quedando de la siguiente forma:

**Tabla 6 Acciones que pueden causar efectos ambientales.**

| <b>Acciones que pueden causar efectos ambientales</b> |  | <b>Descripción</b>  |
|---|--|---|
| Modificación del régimen                              | Controles biológicos.                            | Existe o no un control biológico que impida el desplazamiento de especies nativas y la introducción de especies no nativas. |
|   | Alteración de la cubierta terrestre.             | Existe o no una alteración de la cubierta terrestre en las bahías (cambios de uso de suelo, plantíos).                      |
|   | Alteración de la hidrología.                     | Existe o no una alteración de la hidrología en las bahías (presas, modificación de causas, desecación de lagunas).          |
|   | Pavimentaciones o recubrimientos de superficies. | Existe o no una alteración por pavimentación en las bahías (carreteras, puentes, pasos a desnivel).                         |
| Transformación del suelo y construcción               | Urbanización.                                    | Existe o no una transformación del suelo de origen urbano en las bahías.  |

|                                   |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
|                                   | Aeropuertos.   | Existe o no un conflicto con el transporte aéreo y el parque.   |
|                                   | Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas. | Existe o no un conflicto con el transporte marino y el parque.  |
|                                   | Desmontes y rellenos.  | Existe o no desmontes y rellenos en el parque.  |
| Extracción de recursos            | Pesca comercial y caza.  | Existe o no pesca comercial y caza en el parque.  |
| Recursos renovables               | Reposición forestal.   | Existe o no una reposición forestal en el parque.   |
|                                   | Gestión y control de la vida natural.                          | Existe o no una gestión de la vida natural para el parque.  |
| Cambios en el tráfico             | Transportes.   | Hay o no conflictos de transporte en el parque (uso de vehículos al interior del parque).                             |
| Tratamiento y vertido de residuos | Vertidos en el mar.  | Hay o no un tratamiento de residuos vertidos al mar (residuos de comercios y hoteles en la costa).                    |
|                                   | Vertederos continentales.                                      | Hay o no un tratamiento y control de los vertidos continentales (vertidos de zonas urbanas).                          |
| Otros                             | Afectaciones a las estructuras coralinas.                      | Existe o no afectaciones a las estructuras coralinas en las bahías del parque (Mortandad, enfermedades, destrucción). |

Tabla 7 Características del medio susceptibles a la alteración.

| Características del medio susceptibles a la alteración |   | Descripción  |
|--|---|--|
| Características físicas y químicas                     | Suelos.                                     | Existe o no una degradación de suelos en zonas cercanas a las bahías.              |
|  | Suministro de agua.                         | Existe o no una problemática con el suministro de agua del parque y áreas urbanas. |
|  | Calidad del agua.                           | Como es la calidad de las fuentes hídricas cercanas al parque.                     |
|  | Deposición (Sedimentación y precipitación). | Que intensidad tiene la sedimentación de la zona costera.                          |
| Condiciones biológicas                                 | Flora.                                      | Como se encuentra la flora en la zona costera y sus alrededores.                   |
|  | Humedales.                                  | Existen riesgos para los humedales en el PNH                                       |
|  | Fauna terrestre.                            | Como se encuentra la fauna terrestre en la zona costera y sus alrededores.         |
|  | Fauna marina.                               | Como se encuentra la fauna marina en las bahías del parque y sus alrededores.      |
| Factores culturales                                    | Corredores.                                 | Como se encuentra los corredores biológicos en el parque.                          |
|  | Agricultura.                                | Existe o no agricultura en el parque o en zonas cercanas a él.                     |
|  | Residencial.                                | Existe o no zonas residenciales en el parque o en zonas cercanas a él.             |
|  | Comercial.                                  | Existe o no zonas comerciales en el parque o en zonas cercanas a él.               |
|  | Navegación.                                 | Existe o no navegación en el parque o en zonas cercanas a él.                      |

|                       |                         |  |
|-----------------------|-------------------------|--|
|                       | Parques y reservas.     | Existe o no un manejo del parque y que problemáticas o logros ha conseguido. |
|                       | Salud y seguridad.      | Existe o no salud y seguridad para la población en la zona de influencia.    |
|                       | Empleo.                 | Existe o no empleo para la población en la zona de influencia.               |
|                       | Densidad poblacional.   | Es o no una problemática la densidad poblacional para el PNH.                |
|                       | Red de trasportes.      | Existe una red de trasportes en el parque o su zona de influencia.           |
|                       | Red de servicios.       | Existe una red de servicios en el parque o su zona de influencia.            |
| Relaciones ecológicas | Vertederos de residuos. | Existe o no una problemática con los residuos en el parque y sus bahías.     |
|                       | Eutrofización.          | Existe o no una eutrofización en las bahías.                                 |
| Otros                 | Arrecifes.              | Existe o no una problemática con los arrecifes en las bahías del PNH.        |

### VII.3.2 Cuantificación: Matriz de Leopold

La matriz de Leopold es un método para identificar y establecer interacciones causa-efecto de forma cualitativa y cuantitativa de acuerdo con las características particulares de un proyecto (García Leyton, 2004). Consiste en un cuadro de doble de entrada que dispone como filas a los factores ambientales que pueden ser afectados y como columnas las acciones propuestas en el lugar que pueden generar impactos. Ambos valores son evaluados desde un punto de vista subjetivo al no existir criterios de valoración, sin embargo, si la evaluación es multidisciplinaria y objetiva, ésta se verá reflejada como una aportación adecuada para la valoración de los impactos (Ponce, 2010).

La matriz de Leopold se compone de dos ejes: el horizontal que representa las acciones que causan impacto ambiental y el vertical que representa las condiciones ambientales existentes



que pueden verse afectadas por las acciones. Leopold *et al.* (1971) detallan las acciones del eje horizontal (100) y los factores en el vertical (88) con 8 800 interacciones, que en la práctica solo algunas tienen la magnitud e importancia para ser consideradas, por lo que cuando se realiza esta matriz, se hace una reducción de sus partes para un manejo más eficiente de los datos.

Del total de los elementos evaluados en la matriz de Leopold, se consiguieron 15 calificaciones positivas en los apartados de usos del territorio (agricultura, residencial, comercial, industrial), recreación (pesca y navegación), nivel cultural y servicios (empleo, densidad de la población, red de transportes y servicios), extracción de recursos (pesca comercial y caza), recursos renovables (reforestación, gestión y control de la vida natural) y transformación del suelo y construcción (aeropuertos y escolleras, diques, puertos y terminales marítimas), mientras que las demás calificaciones fueron negativas.

Para asignar que calificaciones eran las de mayor importancia, se calculó el promedio de los valores registrados y se eligieron aquellos que estaban sobre esa calificación (100 para acciones y 70 para factores). Con esto se obtuvo un total de 8 acciones y 11 factores de importancia, los cuales fueron descritos por la relevancia que tienen en el área y a partir de ellos, se generaron las propuestas a los conflictos existentes.

Las 8 acciones que pueden causar efectos ambientales de mayor relevancia fueron: urbanización con -26 de magnitud y 171 de importancia, vertidos en el mar (-109/150), Afectaciones a las estructuras coralinas (-88/139), alteración de la hidrología (-22/132), desmontes y rellenos (-23/128), transportes (-34/125), alteración de la cubierta terrestre (-3/106) y gestión y control de la vida natural (48/102), como se muestra en la Fig. 18.

## MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

### ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES

CONDICIONES DEL MEDIO SUSCEPTIBLES DE ALTERARSE

|  | MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN                                      |  | FORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN DE |  | CURSOS RENOVABLES EN EL |  | TO Y VERTIDO DE |  | OTROS |  |  |
|--|---|--|---------------------------------------|--|-------------------------|--|-----------------|--|-------|--|--|
|  |   |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Controles biológicos  |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Alteración de la cubierta terrestre                           |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Alteración de la hidrología                                   |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Pavimentaciones o recubrimientos de superficies               |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Urbanización  |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Aeropuertos   |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Desmontes y rellenos  |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Pesca comercial y caza  |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Reposición forestal   |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Gestión y control de la vida natural                          |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Transportes   |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Vertidos en el mar  |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Vertederos continentales                                      |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |
|  | Afectaciones a las estructuras coralinas                      |  |                                       |  |                         |  |                 |  |       |  |  |

|  | CONDICIONES BIOLÓGICAS |       | CONDICIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS |      |
|--|------------------------|-------|--------------------------------|------|
|  | FAUNA                  | FLORA | PROCESOS                       | AGUA |
| Suelos                                     |                        |       |                                |      |
| Suministro de agua                         |                        |       |                                |      |
| Calidad                                    |                        |       |                                |      |
| Deposición (Sedimentación y precipitación) |                        |       |                                |      |
| Flora                                      |                        |       |                                |      |
| Corredores                                 |                        |       |                                |      |
| Humedales                                  |                        |       |                                |      |
| Fauna terrestre                            |                        |       |                                |      |
| Fauna marina                               |                        |       |                                |      |
| Corredores                                 |                        |       |                                |      |

| EVALUACIONES |             |
|--------------|-------------|
| MAGNITUD     | IMPORTANCIA |
| -46          | 82          |
| -25          | 64          |
| -53          | 104         |
| -28          | 44          |
| -19          | 72          |
| -21          | 62          |
| -25          | 58          |
| -23          | 76          |
| -54          | 90          |
| -18          | 57          |

CARACTERÍSTICAS O COND

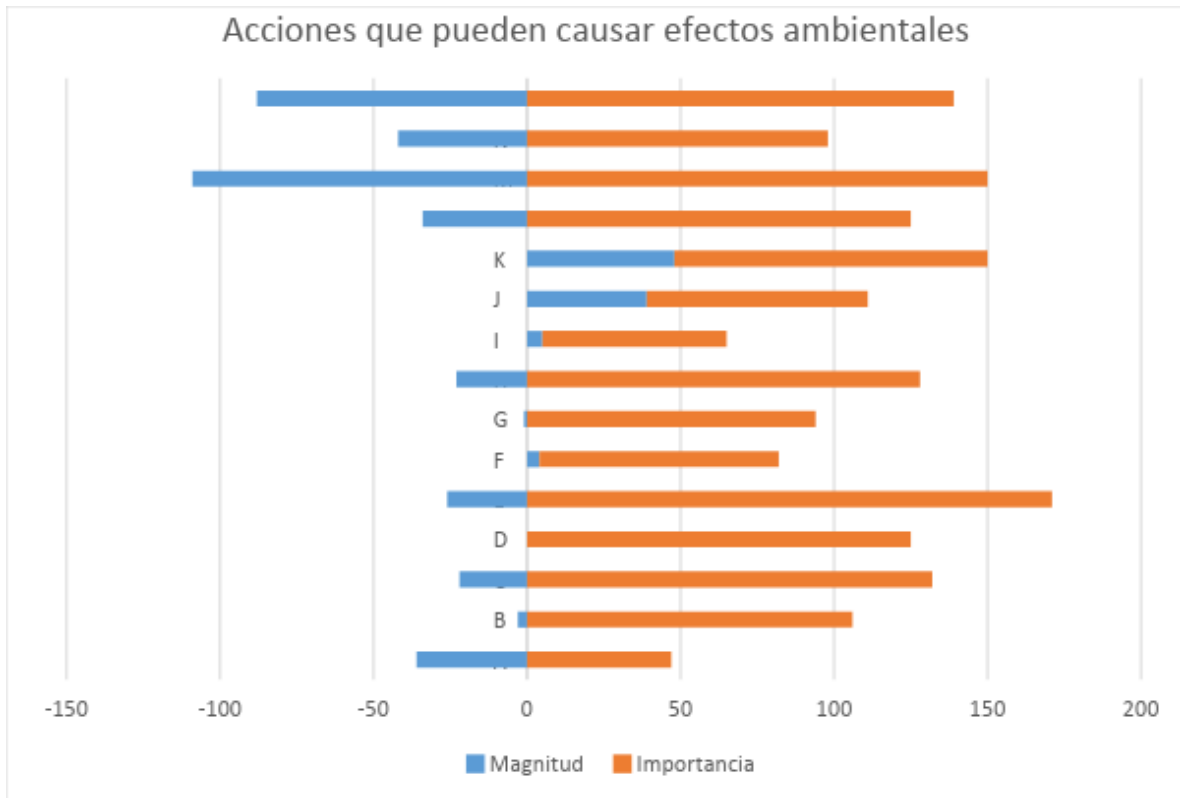
|                     |                              |                        |      |      |      |      |     |     |      |      |      |     |     |  |  |  |  |      |      |     |      |
|---------------------|------------------------------|------------------------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|--|--|--|--|------|------|-----|------|
| FACTORES CULTURALES | USOS DEL TERRITORIO          | Agricultura            | -4/8 | 4    | 4/6  | 4/6  |     |     |      |      |      |     |     |  |  |  |  | -4/9 |      |     |      |
|                     |                              | Residencial            |      | 6/8  | 6/8  | 6/8  | 6/8 |     |      |      |      |     |     |  |  |  |  |      | 8/8  | 8/8 | 8/8  |
|                     |                              | Comercial              |      | 6/8  | 6/8  | 6/8  | 6/8 | 3/8 | 3/8  | 3/8  |      |     |     |  |  |  |  |      | 3/8  | 8/8 | 6/10 |
|                     |                              | Industrial             |      | 3/6  | 3/6  | 3/6  | 3/6 | 3/6 | 3/6  |      |      |     |     |  |  |  |  |      | 3/6  | 6/6 | 3/6  |
|                     | ESTILOS RECREATIVOS          | Pesca                  | -7/9 |      |      |      | 7/8 |     | 5/8  |      | 8/8  |     |     |  |  |  |  |      | -4/9 | 4/8 | 6/8  |
|                     |                              | Navegación             |      |      |      |      |     |     | 7/8  |      |      |     |     |  |  |  |  |      | 4/8  | 6/8 | 8/8  |
|                     | NIVEL CULTURAL               | Parques y reservas     |      | -6/8 | -6/8 | -4/8 | 6/8 |     | -5/8 | -4/8 | -7/8 | 3/8 | 3/8 |  |  |  |  |      |      |     | 6/10 |
|                     |                              | Salud y seguridad      |      |      |      | 7/9  | 7/9 |     |      |      |      |     |     |  |  |  |  |      |      | 6/9 | 5/9  |
|                     |                              | Empleo                 |      |      |      | 4/7  | 7/9 | 2/7 | 4/7  | 4/7  | 7/9  |     |     |  |  |  |  |      | 4/9  | 5/8 |      |
|                     | SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS | Densidad de población  |      |      | 7/9  | 7/9  | 7/9 | 2/7 | 4/7  | 4/7  | 7/9  |     |     |  |  |  |  |      |      | 5/8 |      |
|                     |                              | Red de transportes     |      | 4/8  |      | 4/8  | 6/8 | 4/8 | 4/8  |      |      |     |     |  |  |  |  |      |      | 5/6 |      |
|                     |                              | Red de servicios       |      | 4/8  | 4/8  | 4/8  | 6/8 | 4/8 | 4/8  | 5/8  | 6/8  |     |     |  |  |  |  |      |      | 5/6 | 6/9  |
|                     | RELACIONES ECOLÓGICAS        | Vertederos de residuos |      | 3/9  |      |      | 4/9 |     |      | 4/8  |      |     |     |  |  |  |  |      | 4/8  | 5/6 | 6/9  |
|                     |                              | Eutrofización          |      | -4/8 | -4/8 |      | 5/8 |     | -4/8 | -4/8 |      |     |     |  |  |  |  |      |      | 4/8 | 7/8  |
|                     | OTROS                        | Arrecifes              | -4/9 |      | -6/9 |      | 6/9 |     | -3/9 | -3/9 | -7/9 |     |     |  |  |  |  |      | 6/9  |     | 9/9  |

|  |     |    |
|--|-----|----|
|  | 2   | 29 |
|  | 16  | 56 |
|  | 22  | 82 |
|  | 9   | 42 |
|  | 1   | 68 |
|  | 5   | 24 |
|  | -38 | 82 |
|  | -3  | 36 |
|  | 28  | 73 |
|  | 29  | 58 |
|  | 17  | 46 |
|  | 26  | 79 |
|  | -16 | 68 |
|  | -44 | 74 |
|  | -30 | 91 |

|              |             |     |     |     |     |     |    |    |     |    |    |     |     |      |     |     |
|--------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|-----|------|-----|-----|
| EVALUACIONES | MAGNITUD    | -36 | -3  | -22 | 0   | -26 | 4  | -1 | -23 | 5  | 39 | 48  | -34 | -109 | -42 | -88 |
|              | IMPORTANCIA | 47  | 106 | 132 | 125 | 171 | 78 | 94 | 128 | 60 | 72 | 102 | 125 | 150  | 98  | 129 |

Figura 15. Matriz de Leopold reducida. Se muestran la evaluación obtenida a partir de la elaboración de una matriz de impactos ambientales para las acciones en el PNH y su zona de influencia

A partir de la matriz de Leopold, se generaron gráficos generales para las acciones y las características del medio, donde se vieran reflejados los indicadores de mayor importancia y magnitud (Fig. 19 y 20).



**Acciones que pueden causar efectos ambientales**

|  |   |
|--|---|
| A- Controles biológicos                                  | I- Pesca comercial y caza                   |
| B- Alteración de la cubierta terrestre                   | J- Reforestación                            |
| C- Alteración de la hidrología                           | K- Gestión y control de la vida natural     |
| D- Pavimentaciones o recubrimiento de superficies        | L- Transportes                              |
| E- Urbanización  | M- Vertimientos en el mar                   |
| F- Aeropuertos   | N- Vertederos continentales                 |
| G- Escolleras, puertos deportivos y terminales marítimas | O- Afectaciones a las estructuras coralinas |
| H- Desmontes y Rellenos                                  |   |

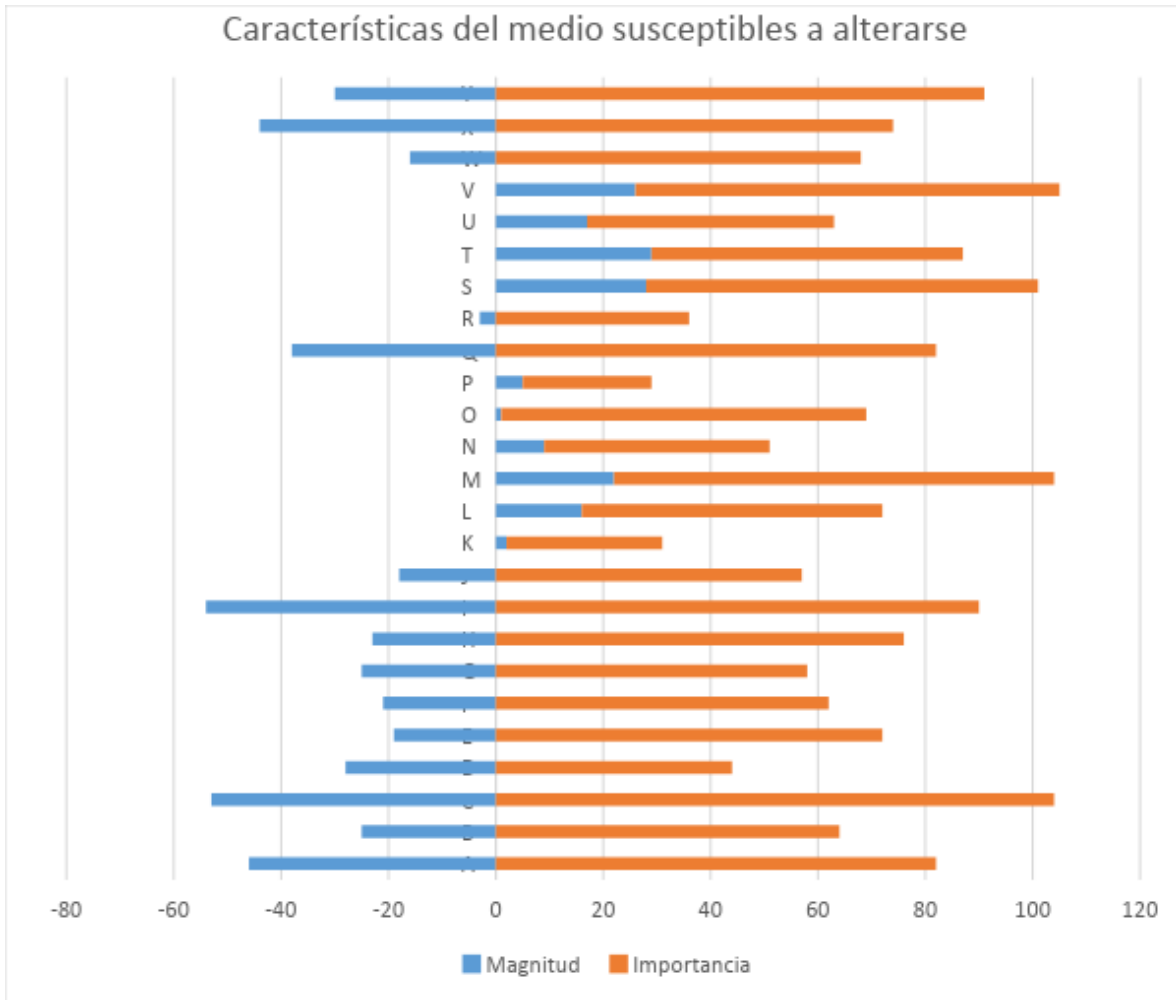
**Figura 16.** Las principales acciones que pueden causar efectos ambientales, basados en los resultados de la matriz de Leopold son la urbanización (-32/178), los vertidos en el mar (-109/150) y las afectaciones a las estructuras coralinas (-95/138).

A pesar de tener una importancia relevante, la (C) alteración de la hidrología (-22/132), tiene una magnitud menor que la (E) urbanización (-26), los (M) vertimientos en el mar (-109) y la (O) afectaciones a las estructuras coralinas (-88), esto debido a que sus alteraciones son puntuales (Bahía Cacaluta), siendo el humedal de Cacaluta el más afectado. Sin embargo, la repercusión que traería la modificación de este se ve reflejado en su importancia (132), siendo este uno de los ejemplos que pueden apreciarse en la matriz. Otro caso son los (H) desmontes y rellenos, con una calificación de -23/128, los cuales se ven asociados a crecimientos en la mancha urbana y el uso comercial del territorio.

Para las características del medio susceptibles a alterarse, se obtuvieron 11 indicadores de mayor relevancia, los cuales fueron: calidad del agua marina con -53 de magnitud y 104 de importancia, arrecifes (-30/91), fauna marina (-54/90), suelos (-46/82), parques y reservas (-38/82), uso comercial (22/82), red de servicios (26/79), fauna terrestre (-23/76), eutrofización (-44/74), empleo (28/73) y flora (-19/72) como se muestra en la Fig. 20

De las 25 características del medio susceptibles a alterarse la (C) calidad del agua marina es un eje fundamental en el desarrollo del ecosistema, pues de ésta depende la salud arrecifal y de la flora y fauna adyacente. Sin embargo, como se puede observar en la matriz el desarrollo costero, junto con las (V) redes de servicios son características en constante desarrollo y modificación, pues Huatulco como CIP y eslabón turístico, tiene este distintivo, lo que es benéfico para la económica del lugar, sin embargo genera alteraciones al ambiente, lo que se ve reflejado en la contaminación del agua y suelos (-53/104 y -44/74), la deforestación (-46/82) y la pérdida de biodiversidad (-30/91, -54/90 y -19/72).

La relevancia de identificar estas acciones y representarlas en una matriz es que, mediante ella, se puede observar con mayor facilidad las condiciones de riesgo existentes en el área y su magnitud, al igual que establecer acciones pertinentes para la atenuación de estos conflictos y su resolución.



| Características del medio susceptibles a alterarse |                           |
|--|---------------------------|
| A- Suelos  | N- Uso industrial         |
| B- Suministro de agua                              | O- Pesca                  |
| C- Calidad del agua marina                         | P- Navegación             |
| D- Deposition (Sedimentación y precipitación)      | Q- Parques y reservas     |
| E- Flora   | R- Salud y seguridad      |
| F- Corredores terrestres                           | S- Empleo                 |
| G- Humedales                                       | T- Densidad de población  |
| H- Fauna terrestre                                 | U- Red de transportes     |
| I- Fauna marina                                    | V- Red de servicios       |
| J- Corredores marinos                              | W- Vertederos de residuos |
| K- Agricultura                                     | X- Eutrofización          |
| L- Uso residencial                                 | Y- Arrecifes              |
| M- Uso comercial                                   |                           |

Figura 17. Las principales características del medio susceptibles a alterarse, basados en los resultados de la matriz de Leopold son la calidad del agua marina (-53/104), los arrecifes (-30/91) y la fauna marina (-54/90).

### VII.3.3 Clasificación: Análisis con dendrograma

Para corroborar las similitudes de los resultados en cada uno de los rubros, se obtuvo el siguiente dendrograma, mediante el algoritmo de varianza mínima de Ward (Fig. 21), en donde se observan las agrupaciones de indicadores que tienen una mayor relación con respecto a los datos obtenidos. Existe una congruencia entre los datos obtenidos por el análisis y las asociaciones de las condiciones encontradas por la matriz de Leopold, relacionándose de una manera cercana mediante la agrupación por ramas cercanas en el dendrograma los siguientes indicadores: la fauna acuática y los arrecifes, así como la calidad del agua marina, los vertederos de residuos, la deposición y eutrofización. Se encontraron relaciones entre los suelos, la fauna terrestre, la flora, los humedales y los parques y reservas, así como también en los apartados socio-ambientales como son la pesca y el empleo o la red de trasportes con la densidad poblacional y las redes de servicios, que a su vez se ven relacionados con la navegación, la agricultura, la industria, el comercio, las zonas residenciales y la salud y seguridad de la población.

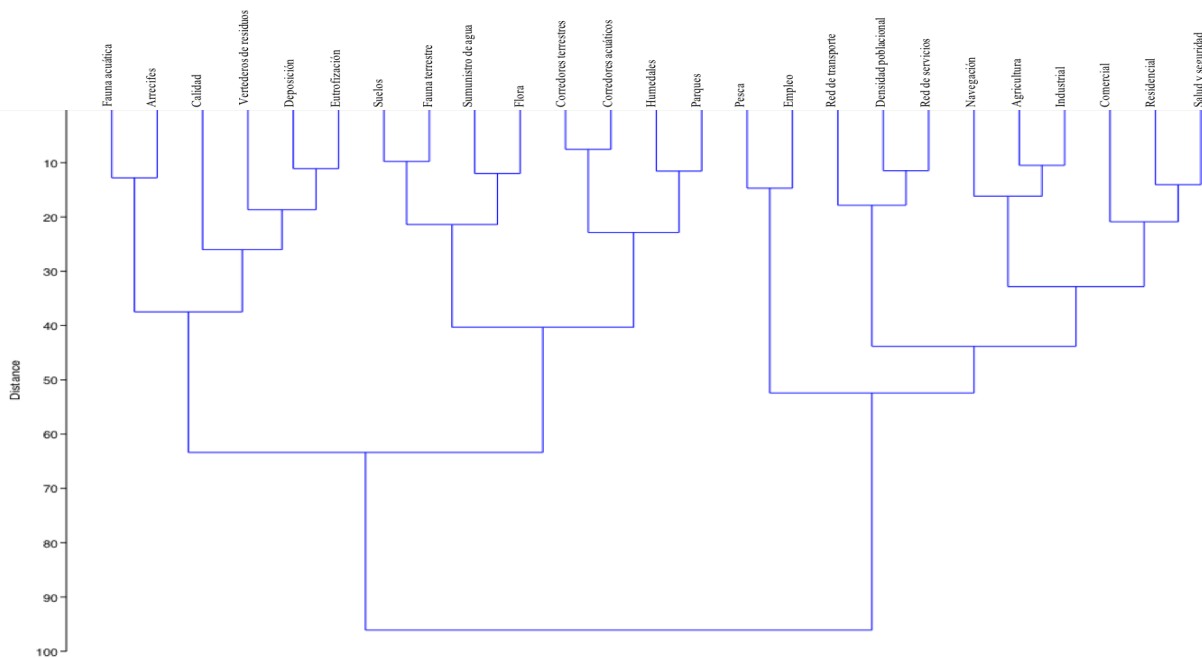
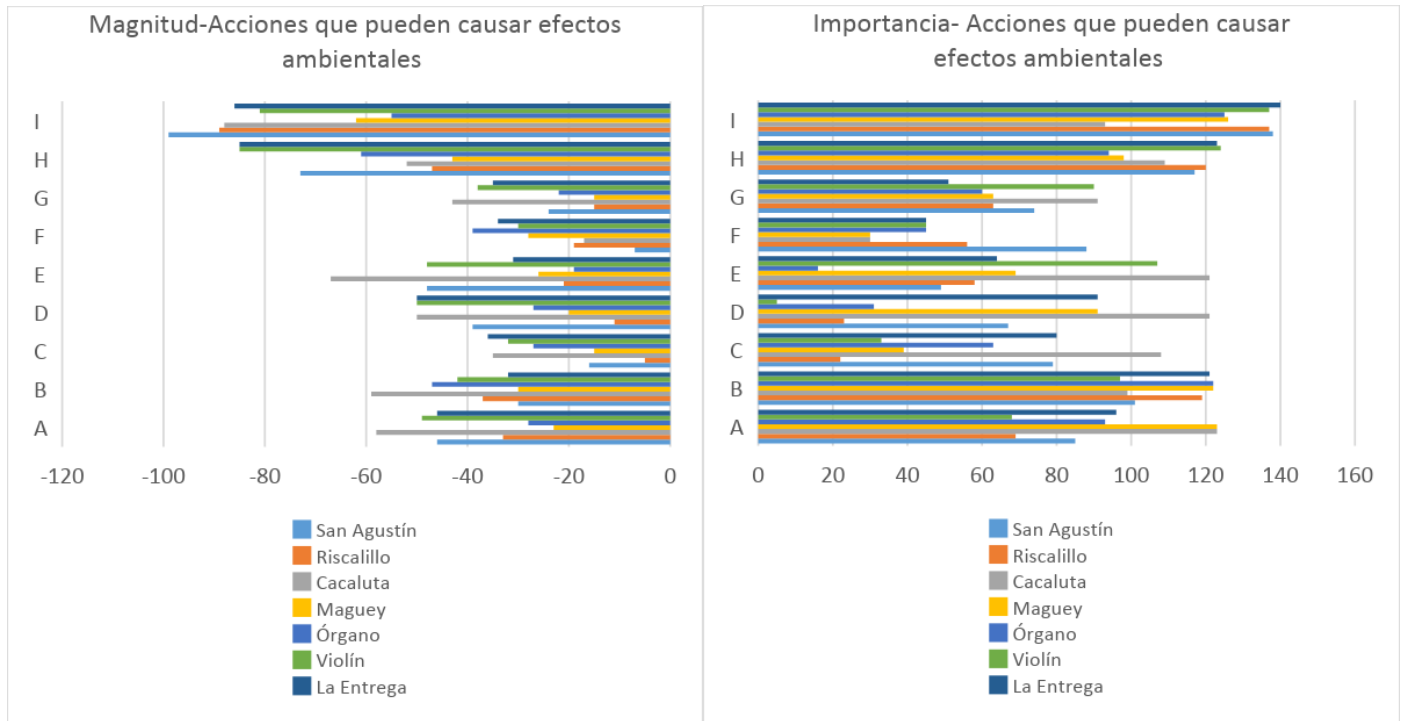


Figura 18. Dendrograma de varianza mínima de Ward para la matriz de Leopold de los datos obtenidos del análisis de las bahías del PNH.

Con base en la importancia y clasificación de los indicadores, se redujo la matriz general del PNH, quedando nueve acciones que pueden causar efectos ambientales (A.-Alteración de la cubierta terrestre, B.-Alteración de la hidrología, C.-Pavimentaciones o recubrimiento de superficies, D.-Urbanización, E.-Desmontes y Rellenos, F.-Pesca comercial y caza, G.-Transportes, H.-Vertimientos en el mar, I.- Afectaciones a las estructuras coralinas) y 15 características del medio susceptibles a alterarse (a.-Suelos, b.-Suministro de agua, c.-Calidad de agua marina, d.-Flora, e.-Peces y crustáceos, f.-Humedales, g.-Uso comercial, h.-Pesca, i.-Navegación, j.-Parques y reservas, k.-Empleo, l.-Densidad de población, m.-Vertederos de residuos, n.-Eutrofización, o.-Arrecifes), los resultados fueron representados en gráficas para obtener una mejor percepción de las acciones y características arrojados por la matriz.

Para las acciones que pueden causar efectos ambientales (Fig. 22) se aprecia que las afectaciones a las estructuras coralinas (San Agustín -99/138, Riscalillo -89/137, Cacaluta -88/93, Maguey -62/126, Órgano -55/125, Violín -81/137, La Entrega -86/140), seguida de los vertimientos al mar (SA -73/117, R -47/120, C -52/109, M -43/98, O -61/94, V -85/124, LE -85/123), son las principales problemáticas que afectan a todas las bahías, siendo las de mayor importancia y magnitud, seguidas de los desmontes y rellenos (SA -48/49, R -21/58, C -67/121, M -26/69, O -19/16, V -48/107, LE -31/64), la alteración de la cubierta terrestre (SA -46/85, R -33/69, C -58/123, M -23/123, O -28/93, V -49/68, LE -46/96) y la hidrología de la zona (SA -30/101, R -37/119, C -59/99, M -30/122, O -47/122, V -42/97, LE -32/121). La bahía de la Entrega no forma parte del PNH, sin embargo, debido a su relevancia ecológica (Herrera-Olayo, 2013) y económica es que se integra en el trabajo pues es uno de los principales destinos turísticos del CIP Huatulco y también uno de los de mayor impacto en sus placas coralinas.





**Acciones que pueden causar efectos ambientales**

|   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| A- Alteración de la cubierta terrestre            | F- Pesca comercial y caza             |
| B- Alteración de la hidrología                    | G- Transportes                        |
| C- Pavimentaciones o recubrimiento de superficies | H- Vertidos en el mar                 |
| D- Urbanización                                   | I- Pérdida de estructuras arrecifales |
| E- Desmontes y Rellenos                           |                                       |

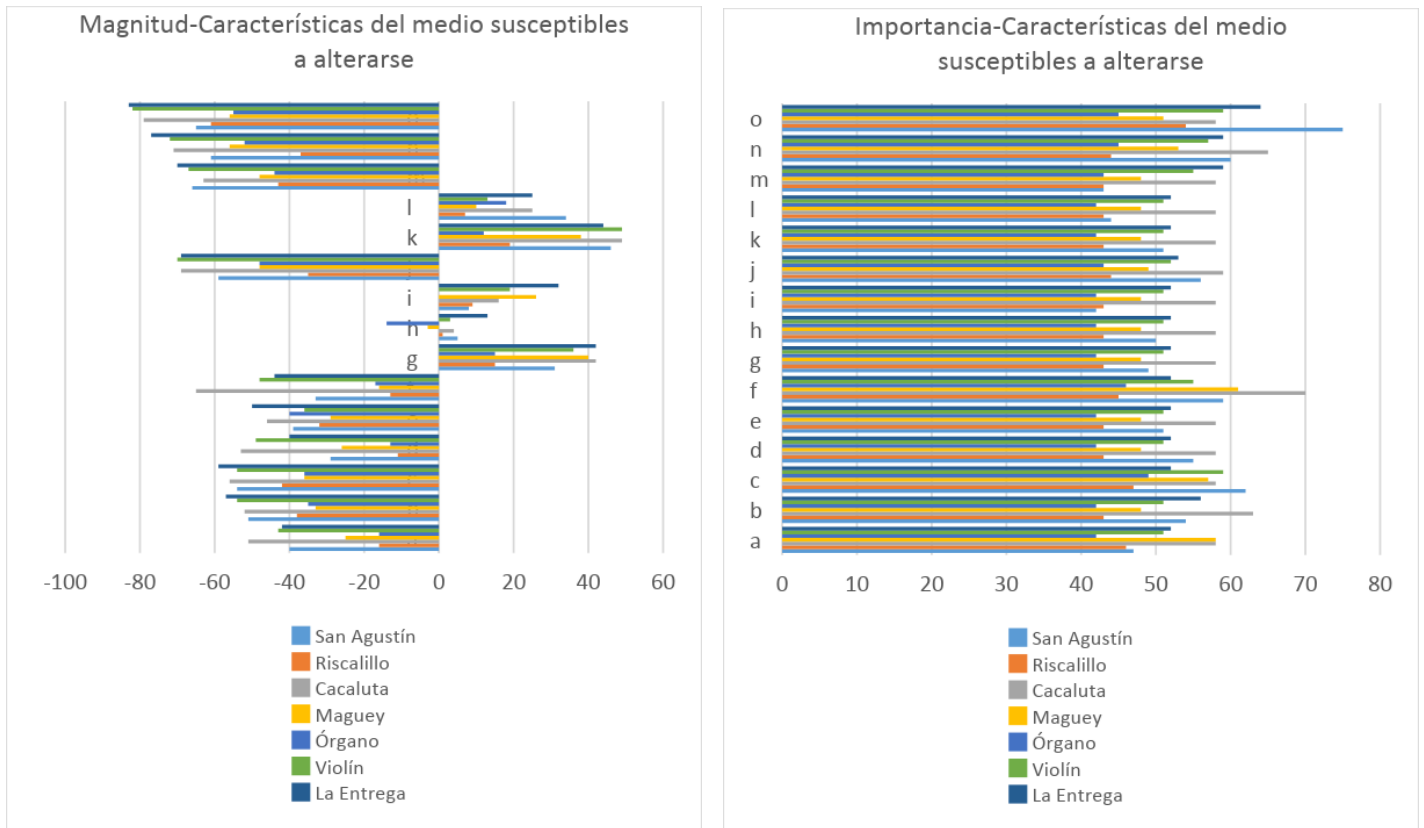
**Acciones que pueden causar efectos ambientales**

|   |   |
|---|---|
| A- Alteración de la cubierta terrestre            | F- Pesca comercial y caza                   |
| B- Alteración de la hidrología                    | G- Transportes                              |
| C- Pavimentaciones o recubrimiento de superficies | H- Vertidos en el mar                       |
| D- Urbanización                                   | I- Afectaciones a las estructuras coralinas |
| E- Desmontes y Rellenos                           |   |

**Figura 19. Magnitud e importancia de las acciones que pueden causar efectos ambientales para cada bahía del PNH y la Entrega.**

Las características del medio susceptibles a alterarse de mayor importancia según los resultados de la matriz de Leopold (Fig. 23), fueron los arrecifes (San Agustín -65/75,

Riscalillo -61/54, Cacaluta -79/58, Maguey -56/51, Órgano -55/45, Violín -82/59, La Entrega -83/64), los humedales (SA -36/59, R -13/45, C -65/70, M -16/61, O -17/46, V -48/55, LE -44/52), la calidad del agua (SA -58/62, R -42/47, C -56/58, M -36/57, O -36/49, V -54/59, LE -59/52) y la eutrofización (SA -62/60, R -37/44, C -71/65, M -56/53, O -52/45, V -72/57, LE -77/59).



| Características del medio susceptibles a alterarse |                           |
|--|---------------------------|
| a- Suelos  | i- Navegación             |
| b- Suministro de agua                              | j- Parques y reservas     |
| c- Calidad del agua marina                         | k- Empleo                 |
| d- Flora   | l- Densidad de población  |
| e- Peces y crustáceos                              | m- Vertederos de residuos |
| f- Humedales                                       | n- Eutrofización          |
| g- Uso comercial                                   | o- Arrecifes              |
| h- Pesca   |                           |

**Figura 20. Magnitud e importancia de las características del medio susceptibles a alterarse para cada bahía del PNH y la Entrega.**

Estos resultados fueron tomados individualmente para hacer una comparación entre cada una de las bahías con la cual puedan abordarse posteriormente para la identificación de la magnitud e importancia de sus conflictos.

### VII.3.3.1 Acciones que pueden causar efectos ambientales

Según los resultados arrojados por la matriz de Leopold, las acciones que pueden causar efectos ambientales de mayor importancia en cada una de las bahías, son las afectaciones a las estructuras coralinas (San Agustín -99/138, Riscalillo -89/137, Cacaluta -88/93, Maguey -62/126, Órgano -55/125, Violín -81/137, La Entrega -86/140), seguida de los vertidos al mar (SA -73/117, R -47/120, C -52/109, M -43/98, O -61/94, V -85/124, LE -85/123), la alteración de la hidrología de la zona (SA -30/101, R -37/119, C -59/99, M -30/122, O -47/122, V -42/97, LE -32/121) y la alteración de la cubierta terrestre (SA -46/85, R -33/69, C -58/123, M -23/123, O -28/93, V -49/68, LE -46/96).

#### VII.3.3.1.1 Afectaciones a las estructuras coralinas

Como se visualiza en la Fig. 24 según la matriz de Leopold, las bahías donde se puede encontrar la mayor importancia con respecto a las afectaciones a las estructuras coralinas son: La Entrega (140), San Agustín (138) y Riscalillo (137), siendo también unas de las que presentan una mayor magnitud de estas pérdidas (-86, -99 y -89).

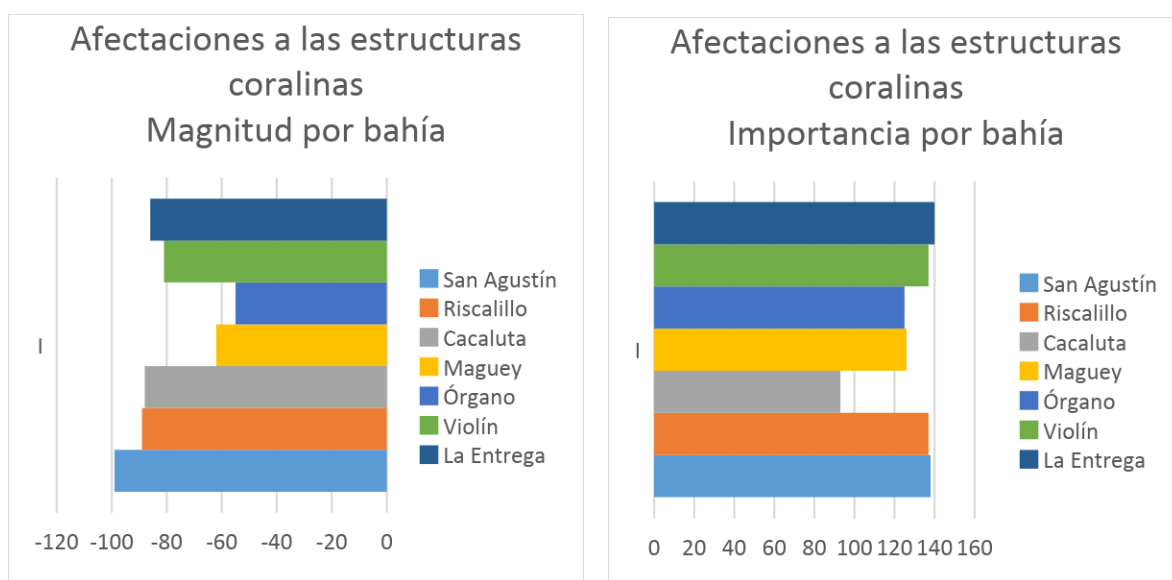


Figura 21. Magnitud e importancia de las afectaciones a las estructuras coralinas en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.1.2 Alteración de la hidrología

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a la alteración de la hidrología (Fig. 25) son: Órgano (122), Maguey (122), La Entrega (121) y Riscalillo (119), sin embargo, la de mayor magnitud es Cacaluta (-59), donde se encuentra inmerso el único humedal del parque.

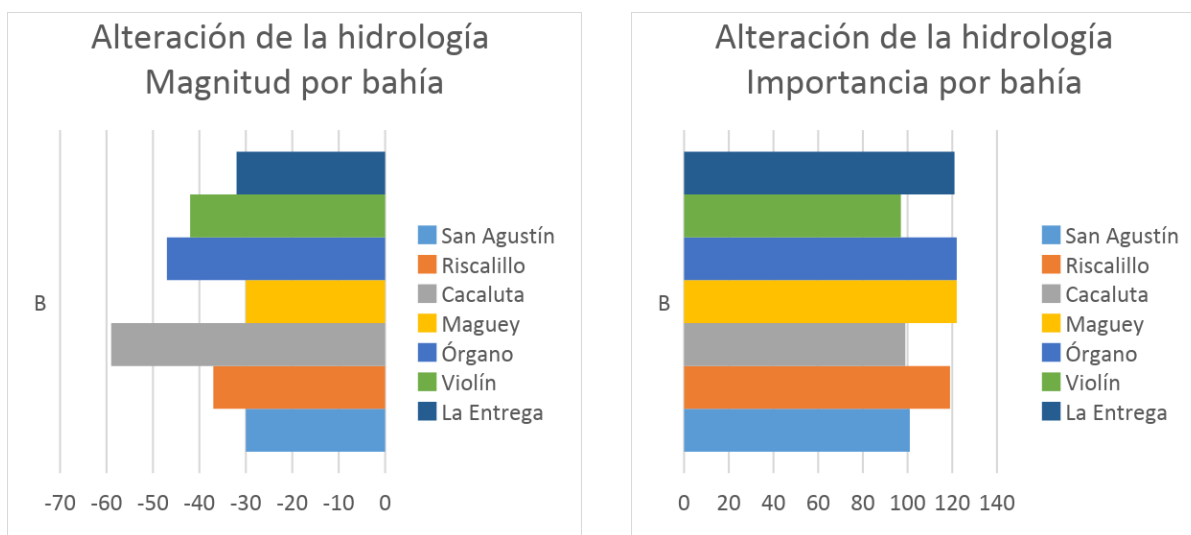


Figura 22. Magnitud e importancia de la hidrología en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.1.3 Vertidos en el mar

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a los vertidos en el mar (Fig. 26) son: Violín (124), La Entrega (123), Riscalillo (120) y San Agustín (117), siendo la Entrega (-85), Violín (-85) y San Agustín (-73) las de mayor magnitud.

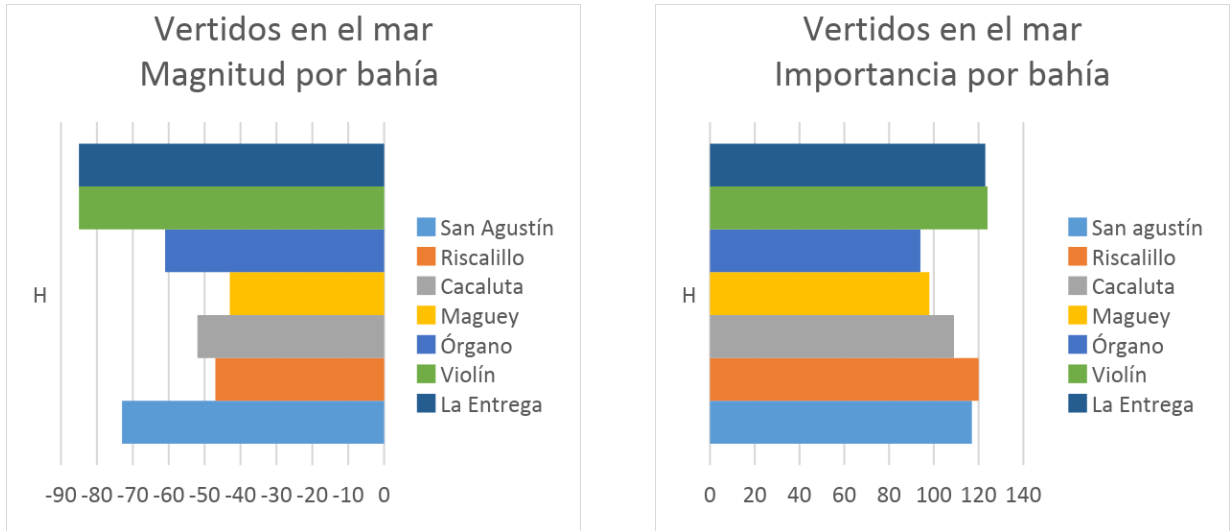


Figura 23. Magnitud e importancia de los vertidos en el mar de las bahías de Huatulco.

#### VII.3.3.1.4 Alteración de la cubierta terrestre

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a la alteración de la cubierta terrestre (Fig. 27) son: Maguey (123), Cacaluta (123), la Entrega (96) y San Agustín (85), siendo Cacaluta (-58) y San Agustín (-46) las de mayor magnitud.

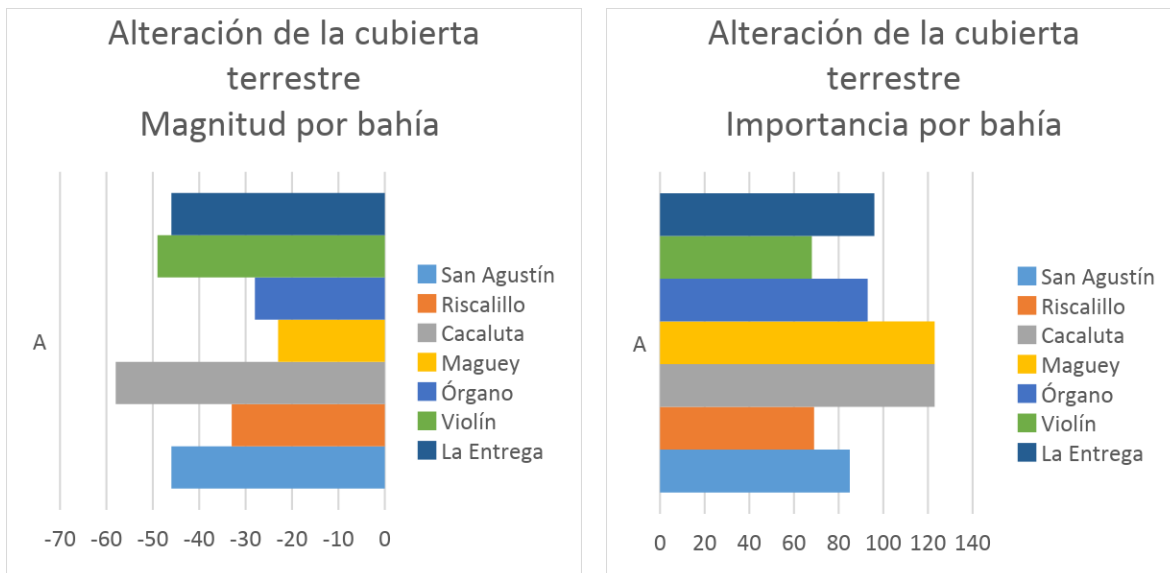


Figura 24. Magnitud e importancia de la alteración de la cubierta terrestre en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.1.5 Urbanización

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a la urbanización (Fig. 28) son: Cacaluta (121), la Entrega (91), Maguey (91) y San Agustín (67), siendo Cacaluta (-50) junto con Violín (-50) y la Entrega (-50) las de mayor magnitud.

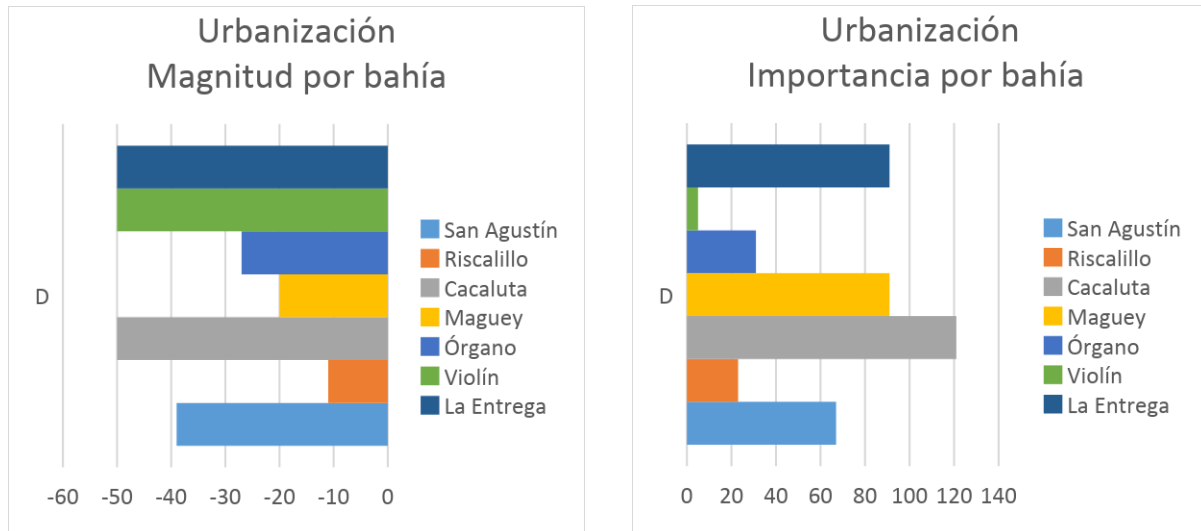


Figura 25. Magnitud e importancia de la urbanización en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.1.6 Pavimentaciones de superficies

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a la pavimentación de superficies (Fig. 29) son: Cacaluta (108), la Entrega (80) y San Agustín (79), sin embargo, la Entrega (-36), Cacaluta (-35) y Violín (-32) son las de mayor magnitud.

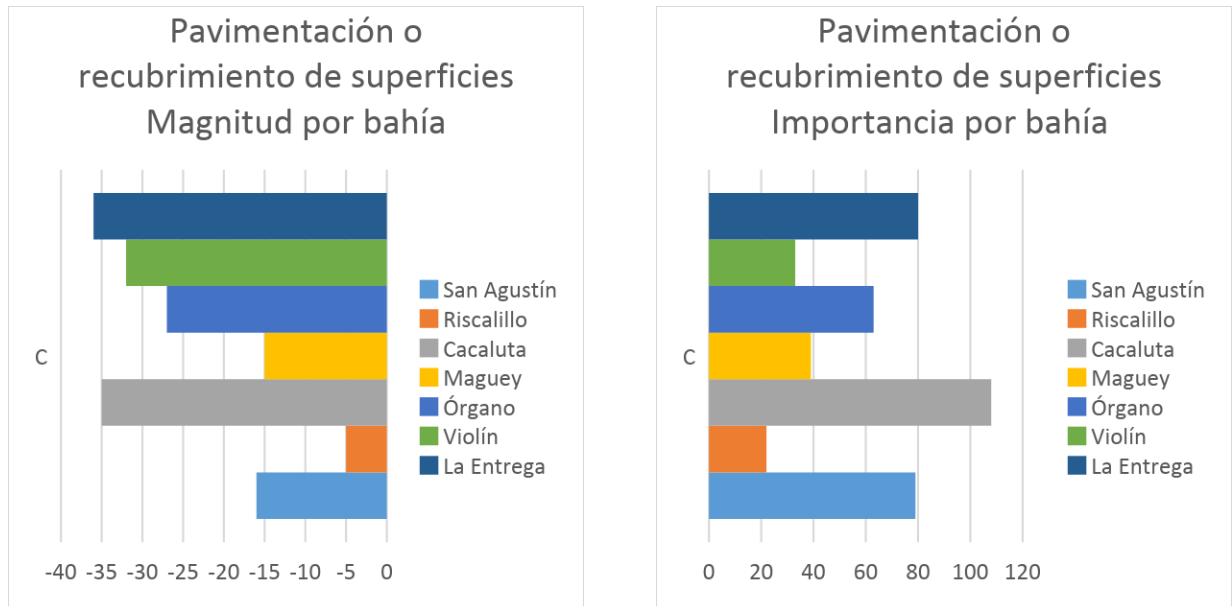


Figura 26. Magnitud e importancia de la pavimentación o recubrimiento de superficies de las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.1.7 Gestión y control de la vida natural

Este apartado presenta un resultado positivo en la matriz general (48/102), pues gracias a las acciones de diversas organizaciones en el área (CONANP, Equipo Verde, Playas Limpias), Huatulco se proyecta como un destino ecológico; siendo galardonado con distinciones tales como: Blue Flag, FITUR, EarthCheck, Carbono Neutro, RAMSAR, PNH y desarrollando diversos proyectos para la conservación y gestión de la vida natural, así como su difusión entre la población local y los turistas.

### VII.3.3.2 Características o condiciones del medio susceptibles de alterarse

Según los resultados arrojados por la matriz de Leopold, los factores más susceptibles a alterarse fueron los arrecifes (San Agustín -65/75, Riscalillo -61/54, Cacaluta -79/58, Maguey -56/51, Órgano -55/45, Violín -82/59, La Entrega -83/64), los humedales (SA -36/59, R -13/45, C -65/70, M -16/61, O -17/46, V -48/55, LE -44/52), la calidad del agua (SA -58/62, R -42/47, C -56/58, M -36/57, O -36/49, V -54/59, LE -59/52) y la eutrofización (SA -62/60, R -37/44, C -71/65, M -56/53, O -52/45, V -72/57, LE -77/59).

### VII.3.3.2.1 Arrecifes

Debido a diferentes factores como pueden ser la urbanización, los cambios de uso de suelo, el daño por locales y turistas y el arrastre de embarcaciones es que los arrecifes pueden llegar a mostrar daños evidentes, sobre todo en las zonas con mayor afluencia y urbanización. Esto puede verse reflejado en los datos arrojados por la matriz de Leopold (Fig. 30), donde la bahía con mayor impacto es la Entrega (-83/64), seguida de Violín (-82/59), Cacaluta (-79/58) y San Agustín (-65/75).

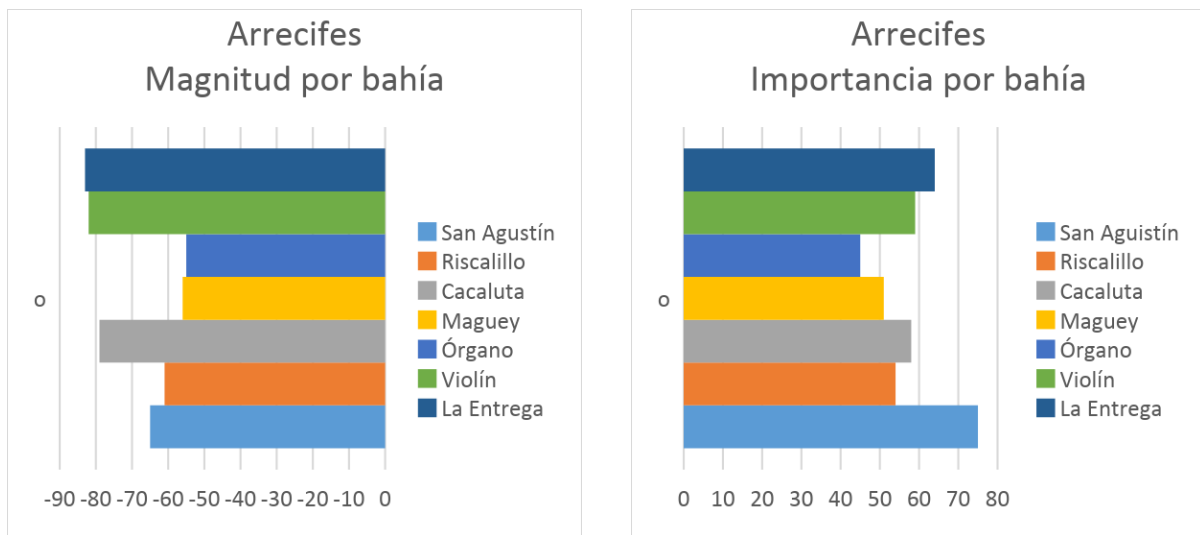


Figura 27. Magnitud e importancia de los arrecifes en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.2.2 Calidad del agua marina

La importancia con respecto a la calidad del agua marina para cada una de las bahías es similar en cuanto a los valores arrojados por la matriz (Fig. 31), sin embargo, la magnitud de esta característica susceptible a la alteración es en mayor medida en la bahía de La Entrega (-59), seguida de San Agustín (-58) y Cacaluta (-56).



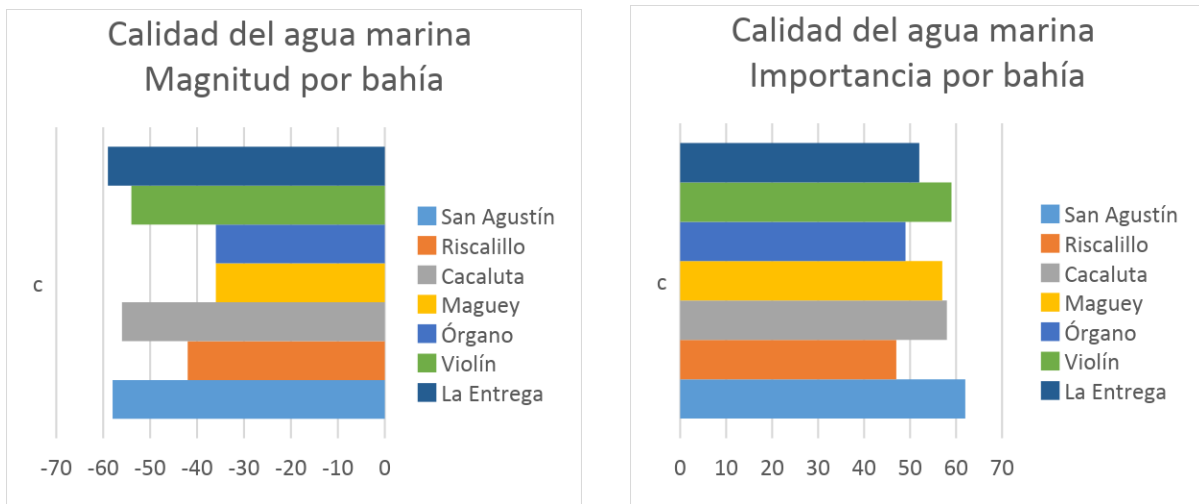


Figura 28. Magnitud e importancia de la calidad del agua marina en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.2.3 Eutrofización

Las bahías donde se encuentran la mayor importancia con respecto a los vertidos de residuos (Fig. 32) son, la Entrega (59), Cacaluta (58) y Violín (55), siendo junto con San Agustín (-66) los de mayor magnitud (-70, -67 y -63).

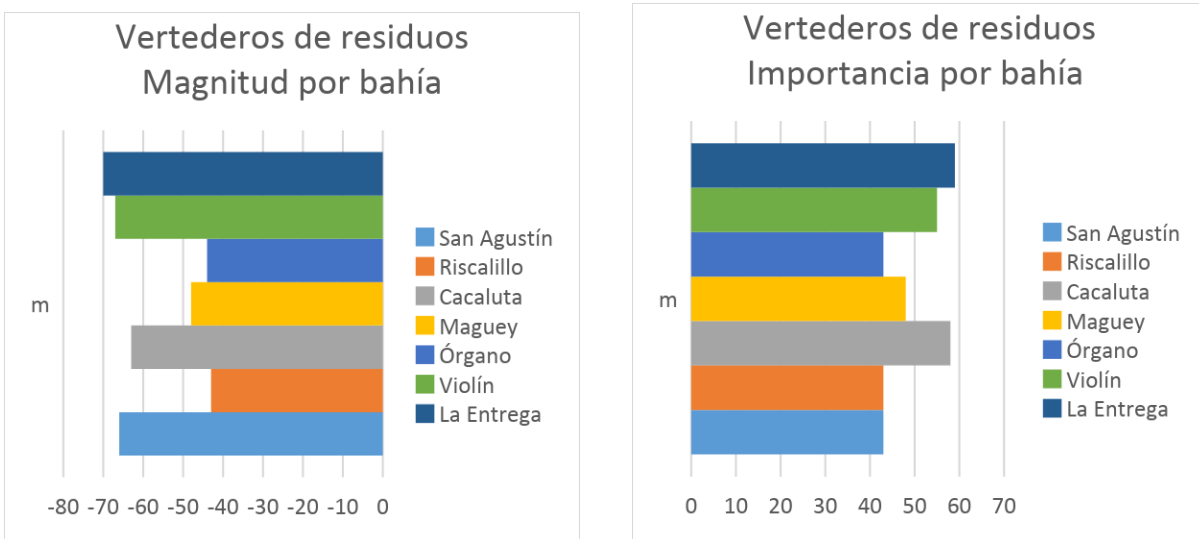


Figura 29. Magnitud e importancia de los vertederos de residuos en las bahías de Huatulco.

### VII.3.3.2.4 Densidad de la población

La importancia con respecto a la densidad de la población para cada una de las bahías es similar en cuanto a los valores arrojados por la matriz (Fig. 33), sin embargo, la magnitud de esta característica es en mayor medida en la bahía de San Agustín (34) junto con Cacaluta (25) y la Entrega (25).

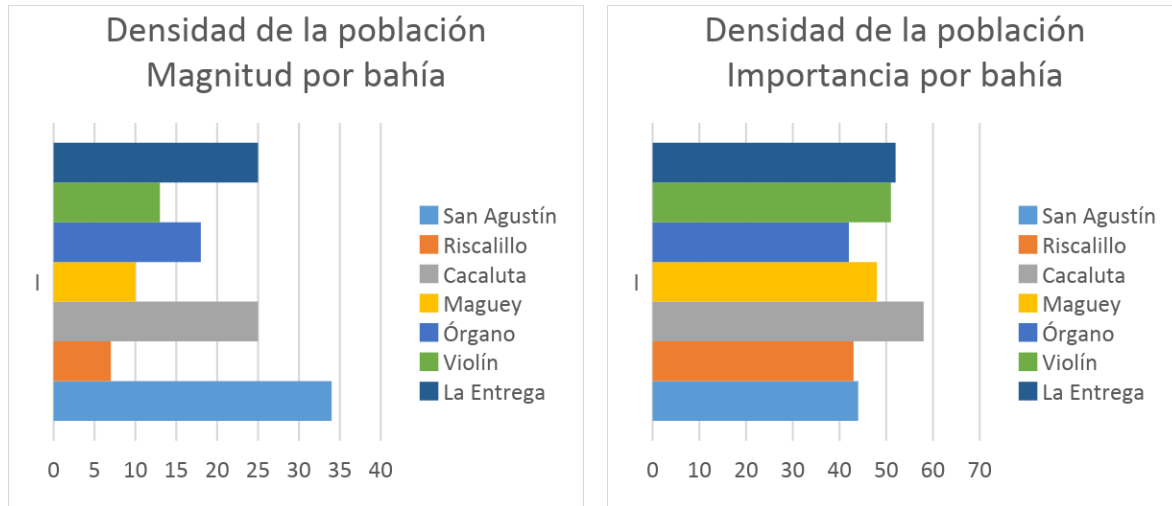


Figura 30. Magnitud e importancia de la densidad poblacional en las bahías de Huatulco.

Con base en estos resultados, al analizar las posibles soluciones y propuestas a efectuarse, junto con la relación que se tiene con cada indicador y teniendo como ventaja la visualización de las magnitudes y las importancias de cada factor de relevancia, se puede definir la actuación directa sobre ellas, junto con su respectiva correlación en las ramas más cortas del dendrograma, lo que conlleva a establecer prioridades en las acciones, no solo a nivel local, sino también a diversas escalas, tomando los datos de la matriz tanto puntuales como generales, pues éstos son comparables entre ellos al mantener la misma escala y ser obtenidos mediante las mismas fuentes.

#### **VII.4 Evaluación de las estrategias de manejo y propuestas de posibles acciones que mitiguen o contrarresten los impactos negativos en el Parque Nacional Huatulco y sus placas coralinas.**

Como se pudo observar la principal problemática que actualmente afecta a las bahías del Parque Nacional Huatulco y en especial a las zonas coralinas, es el daño ocasionado por turistas, locatarios y prestadores de servicios, siendo esto evidenciado por los daños *in situ* en las partes más someras de cada bahía, representadas en los resultados de la matriz de Leopold, como las bahías con mayor impacto (la Entrega, seguida de Violín, Cacaluta y San Agustín), sin embargo, se aprecia que no en todas las bahías es igual debido a la dinámica individual, ya que algunas presentan estructuras coralinas complejas y otras muy pobres o inexistentes, o a sí mismo la mancha urbana no ha generado estragos en la zona o incluso ha tenido bajos impactos debido a su localización o su geomorfología. Aun así resalta el hecho de que magnitud e importancia son contundentes en la zona, a pesar de las diferencias individuales de cada bahía, y que éstas a su vez son relacionadas con distintos rubros en el dendrograma por la cercanía de sus ramas. Sin embargo los impactos en las bahías se ven agravados por la dinámica del océano debido a la alteración de la cubierta terrestre en algunas bahías y los efectos que tienen en esta zona los fenómenos el niño y la niña, los cuales generan estrés en las placas coralinas (Roden, 1961; Glynn *et al.*, 1988; Hernández-Delgado, 2000; D’Croz *et al.*, 2001; Lirman *et al.*, 2001; Baker *et al.*, 2008). Según reportes de la NOAA el fenómeno del niño 2015-2016, fue uno de los más intensos de los que se tiene registro, llegando a prolongarse hasta la primavera de 2016. Efecto que se visualizó desde finales de 2014, hasta la última visita a finales de 2015, donde se detectó que gran parte de las placas coralinas en las bahías de Huatulco se encontraban blanqueadas, fenómeno que al parecer está ligado con un prolongado e inusual calentamiento del agua (D’Croz *et al.*, 2001; Baker *et al.*, 2008), sin que existan datos al respecto para la zona.

La bahía de San Agustín alberga la placa coralina más grande del PNH, donde la problemática imperante es el daño debido a las malas prácticas de los visitantes y prestadores de servicios, siendo evidenciado en los resultados de Fonseca-Gally (2010), Escamilla-Pérez (2011) y el mismo programa de manejo, teniendo zonas con un alto porcentaje de coral muerto (82 %) y una cobertura de algas del 6 %, cercanos a la costa y al atraque de embarcaciones. Este hecho se ve agravado con el incremento de los comercios que han

pasado de 3.66 ha en 2004 a 5.29 ha en 2012, lo cual implica una mayor incidencia de turismo sin que exista una regulación para evitar el daño a la placa coralina, tolerado porque la parte terrestre no se encuentra integrada a la poligonal del parque, siendo éste el mismo caso para las bahías de Riscalillo, Cacaluta, Maguey, Órgano y Violín.

La situación de las bahías de Riscalillo y Órgano difieren de la de San Agustín, ya que no existen asentamientos humanos en ellas, pero son sometidas a presiones antropogénicas por las visitas mediante embarcaciones, en los cuales una gran parte de los prestadores de servicios no asumen la responsabilidad del cuidado de estos ecosistemas, realizando y permitiendo ellos mismos malas prácticas, que repercuten directamente en la salud arrecifal, siendo evidenciado en los resultados de Escamilla-Pérez (2011) y las visitas a la zona, donde el coral muerto tiene una representación del 4.1 % y la cobertura de algas del 10.4 %, para Riscalillo, siendo esta bahía una de las más altas en diversidades de especies ícticas (Martínez-Morgan, 2004), localizándose la mayor incidencia de daño para ambas placas coralinas en las cercanías a la costa y al atraque de embarcaciones.

El caso de la bahía de Cacaluta es especial, debido a que en él se integra uno de los pocos humedales del PNH, es por eso que en la matriz de Leopold refleja una importancia considerable, sin embargo, la porción coralina que impera en esta bahía es muy escasa, limitándose a pequeños manchones, sin llegar a tener las extensiones de otras bahías cercanas. El humedal está inmerso dentro de la poligonal del parque siendo una zona conflictiva, por los intereses económicos generados por FONATUR (Gómez Rojo *et al.*, 2006; Monterrubio y Mendoza, 2011; Talledos-Sánchez, 2012) para la edificación de un centro turístico junto con un campo de golf, sin que hasta el momento se haya podido aprobar dicho proyecto. Sin embargo, la destrucción de este humedal ocasionaría un fuerte problema ambiental, debido al resguardo del sedimento en la zona y la importancia ecológica que implica este sistema (Monsivais-Luna, 2005; Gómez Rojo *et al.*, 2006; López-Pérez *et al.*, 2008; Juárez-Hernández *et al.*, 2013), además de ser un sitio de arribazón de tortugas y nicho de numerosas especies de aves, mamíferos, anfibios, reptiles y flora.

Las bahías de Órgano y Violín presentan para FONATUR un nicho económico, en el cual se tiene planteado la edificación de complejos turísticos, hecho que afecta en buena medida la salud del arrecife, siendo un ejemplo la modificación de la cobertura terrestre en la bahía de

Violín, para la construcción del Hotel Palmas, lo cual generó una degradación del arrecife entre 2004 y 2005 (Herrera-Olayo, 2013).

Al igual que San Agustín la bahía de Maguey cuenta con diversos establecimientos, mismos que se han expandido en 19 % de 2004 a 2014, debido a que ambas bahías presentan acceso por carretera, lo cual propicia el aumento en las visitas y la exigencia de servicios.

La bahía de la Entrega cuenta con una de las placas coralinas de mayor extensión (Herrera-Olayo, 2013), aunque no forma parte del PNH, es un eje fundamental en la zona debido a su alta incidencia del turismo y su cercanía a la zona urbana. Esta bahía cuenta con múltiples factores de estrés, entre los que destacan los vertimientos de aguas residuales, aun habiendo una planta de tratamiento en la zona, la incidencia y poco control del turismo, los prestadores de servicios en la zona, el vertimiento de combustibles y sus residuos, que coadyuvado con la poca vigilancia, pone en riesgo a este sistema natural (Glynn y Leyte Morales, 1997; Brenner, 2005; Gullette, 2007; Herrera-Olayo, 2013), evidencia de ello es el análisis de la matriz de Leopold, que nos muestra a esta bahía como la de mayor importancia y magnitud en la pérdida de placas coralinas, observándose principalmente en la zona somera (Herrera-Olayo, 2013), con una gran mortandad de placas coralinas y un evidente deterioro debido a malas prácticas turísticas, las cuales pudieron ser evidenciadas en las visitas realizadas a la bahía, y corroboradas mediante el análisis con dendrogramas, donde se agrupan los daños al arrecife que se relacionan con la calidad del agua, la fauna acuática, la eutrofización y los vertidos en el mar, en ramas cercanas.

La actuación sobre el paisaje en las bahías es fácilmente evidenciable mediante las imágenes de satélite y la visita a los lugares. En ella existen diversas zonas donde la modificación de la cubierta terrestre es evidente para la construcción de distintas obras como la subestación eléctrica y restaurantes. A estos cambios se le suma la problemática del relleno sanitario Santa Cruz, que según el propio municipio debió de haber cerrado sus operaciones desde hace tiempo (PUBLIMAR, 2009), sin embargo sigue en uso a pesar de que se ha propuesto la apertura de otro basurero, con estándares de protección al ambiente más eficientes (membrana semipermeable, planta separadora de residuos, zonas de composteo, etcétera) y sin contaminar el río que baña al único humedal del PNH (Cacaluta), estando aún como proyecto que inició y se aprobó desde el 2009, sin que hasta el momento se visualice su

apertura (TODOHUATULCO, 2009; HUATULCONOTICIAS, 2012; TODOHUATULCO, 2012).

La Eutrofización también se ve reflejada en los arrecifes de coral por el crecimiento de algas, pues en cada uno de los arrecifes dentro y fuera del PNH, tiene algún grado de dominancia de algas (Leyte-Morales, 2001; López-Pérez *et al.*, 2002; López-Pérez y Hernández-Ballesteros, 2004; Herrera-Escalante *et al.*, 2005; Granja Fernández y López-Pérez, 2008; Herrera-Olayo, 2009; Alejandro-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Herrera-Olayo, 2013), que se agrava en los arrecifes cercanos a los poblados o con mayor índice de turismo. Siendo reflejo de esto, los datos arrojados por la matriz y el dendrograma, donde las zonas con mayor impacto son la Entrega y San Agustín, seguidas de Violín y Cacaluta, las cuales son precisamente, las más de mayor incidencia turística y comercial.

La variación en la diversidad y abundancia de las especies marinas en el PNH, está influenciada por la dinámica que existe en cada una de las bahías, resultado que se ve reflejado en el dendrograma, por la agrupación en ramas cercanas de las variables que afectan a la fauna junto con los arrecifes, ya que se puede tener una zona contigua a la otra, con características en el arrecife totalmente diferentes, como el arrecife San Agustín el cual tiene la mayor abundancia del PNH y el arrecife Riscalillo, a lado, que no tiene una gran abundancia pero si la más alta diversidad en el parque (Martínez-Morgan, 2004; Ramírez-Ramírez, 2004; Juárez-Hernández, 2005; Monsivais-Luna, 2005; Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007; Juárez-Hernández *et al.*, 2013).

La población en Huatulco ha crecido de 6 760 habitantes en 1980 a 38 629 habitantes en 2010 (INEGI, 2009, 2010; CEIEG, 2014), por lo que la demanda de espacio y recursos se ha incrementado, la mayor parte de esta población (90%) cuenta con todos los servicios en un total de 10 151 viviendas, siendo este un factor a considerar, pues son ellos quienes utilizan el recurso y por lo tanto los más aptos también para conservarlo. El incremento de la densidad poblacional se ve mayormente restringido en solo dos poblados, Santa María Huatulco y la Crucecita, pues son estos los ejes principales en la economía del municipio.

Como se aprecia en la matriz de Leopold, el conflicto del desarrollo urbano tiene su mayor importancia y magnitud en las bahías de Cacaluta, La Entrega y San Agustín, esto debido a las edificaciones, principalmente restaurantes, lo que conlleva a un aumento en el uso de recursos, sin contemplar un plan de acción adecuado, que mitigue los posibles daños

ecológicos al ecosistema, incluyendo los conflictos que imperan en la zona, por el interés comercial en las bahías (SECTUR, 2004; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011), lo que pone en riesgo no solo a los hábitats en ellas, sino también la continuidad económica a futuro, dejando de lado la proyección de Huatulco como un destino sustentable.

Estas problemáticas requieren de soluciones inmediatas, que, si bien no son tan complejas como en otras zonas, es importante que se lleven a cabo, acorde al crecimiento urbano y turístico, si es que en verdad se quiere proyectar a Huatulco como un destino sustentable. Aun así, las fortalezas con las que cuenta el parque y Huatulco son variadas, como la designación RAMSAR, las certificaciones internacionales, el trabajo de las distintas organizaciones involucradas en el desarrollo ecológico de Huatulco y la difusión que se tiene por parte de estas, siendo un eje significativo para el objetivo de la sustentabilidad, para esto se tiene que trabajar en conjunto con las organizaciones que mantienen un esquema económico en la zona (FONATUR y Gobierno municipal), que muestran y difunden los resultados de estas organizaciones, pero buscan intereses propios para apoyarlos.

#### **VII.4.1 Propuestas de acciones que mitiguen los impactos en el PNH**

El hecho de tener un destino ecológicamente sustentable no puede basarse solo en los problemas ecológicos y sus soluciones, ya que buena parte de ellos son provocados por conflictos económicos y políticos, por lo que la sustentabilidad ecológica debe perseguir también la social, con propuestas encaminadas a erradicar las problemáticas sociales que perjudican al ambiente, proyectando oportunidades económicas viables asociadas con un uso adecuado de los recursos (Shepherd, 2006; Rull, 2010; UNESCO, 1997, 2001, 2003). Es recomendable la búsqueda de apoyos nacionales e internacionales para proyectos sustentables, la integración de la población en el cuidado de sus recursos, un buen manejo del turismo y sus impactos y una proyección económica que interese a inversionistas, con lo cual pueda crearse una sociedad económicamente sustentable sin la necesidad de sacrificar el ambiente.

Mediante la siguiente tabla se definen lugares y prioridades en la acción de las actividades con efectos negativos, al igual que se proponen proyectos que son desarrollados posteriormente, con el objetivo de mitigar o contrarrestar estas acciones en pro de la sustentabilidad de la zona.

**Tabla 8 Actividades y propuestas para el PNH y su zona de influencia.**

| <b>Locación</b>      | <b>Actividad</b>   | <b>Propuesta</b>  |
|----------------------|--|---|
| Comunidad local      | Presión por el uso de recursos en el PNH   | Empleo temporal o permanente mediante PROCODES y PET.<br>Creación de UMAs.<br>Inversión en proyectos ambientales y de difusión.<br>Vigilancia ambiental local.<br>Participación social activa.                                      |
| Empresas locales     | Presión por el uso de recursos y modificación del suelo.   | Certificaciones de responsabilidad ecológica.<br>Proyección como empresa responsable ambientalmente.<br>Capacitación de personal.<br>Difusión en pro de la sustentabilidad hacia clientes.  |
| Gobierno local       | Falta de integridad en las acciones de ordenamiento ecológico y sustentabilidad.                               | Uso de materiales y tecnologías sustentables para el desarrollo del municipio.<br>Plan adecuado de ordenamiento territorial y ecológico.<br>Plan de crecimiento urbano.<br>Apoyo a campañas de concientización en pro del ambiente. |
| Bahía de San Agustín | Malas prácticas turísticas.<br>Modificación del entorno.<br>Presión local por el uso de recursos de comercios. | Implementación de boyado ecológico.<br>Creación de senderos marinos.<br>Cierre de zonas someras.<br>Vigilancia ambiental local.   |



|                  |  |  |
|------------------|--|--|
|                  |  | Planta de tratamiento de aguas residuales.           |
|                  |  | Plan integral comercial y de modificación del suelo. |
|                  |  | Proyectos de investigación en la zona.               |
| Bahía Riscalillo | Malas prácticas turísticas.  | Boyado ecológico.                                    |
|                  |  | Sendero marino.                                      |
|                  |  | Cierre de zonas someras.                             |
|                  |  | Proyectos de investigación en la zona.               |
| Bahía Cacaluta   | Malas prácticas turísticas.  | Boyado ecológico.                                    |
|                  | Conflictos económicos por su localización.                                   | Campañas de limpieza y concientización.              |
|                  |  | Talleres de educación ambiental.                     |
|                  |  | Apoyo a senderos terrestres.                         |
|                  |  | Monitoreo de calidad del agua y especies en la zona. |
|                  |  | Proyectos de investigación en la zona.               |
| Bahía Maguey     | Presión local por el uso de recursos de comercios.                           | Plan integral comercial y de modificación del suelo. |
| Bahía Órgano     | Malas prácticas turísticas.  | Boyado ecológico.                                    |
|                  |  | Sendero marino.                                      |
|                  |  | Proyectos de investigación en la zona.               |
|                  |  | Apoyo a senderos terrestres.                         |
| Bahía Violín     | Presión local por modificación del suelo debido a una construcción hotelera. | Proyectos de investigación en la zona.               |
|                  |  | Apoyo a senderos terrestres.                         |
| Bahía La Entrega | Malas prácticas turísticas.  | Boyado ecológico.                                    |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     | <p>Modificación del entorno.<br/>Presión local por el uso de recursos de comercios.</p>  | <p>Sendero marino.<br/>Cierre de zonas someras.<br/>Vigilancia ambiental local.<br/>Mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.<br/>Campañas de limpieza y concientización.<br/>Plan integral comercial y de modificación del suelo.<br/>Monitoreo de calidad del agua y especies en la zona.<br/>Capacitación de prestadores de servicios.<br/>Proyectos de investigación en la zona.</p> |
| PNH | <p>Malas prácticas turísticas.<br/>Modificación del entorno.<br/>Presión por el uso de recursos de comercios, hoteles y locales.<br/>Desinformación.<br/>Intereses económicos.</p> | <p>Modificación del polígono<br/>Talleres de concientización.<br/>Apoyo a educación ambiental a sociedad, prestadores de servicios y turismo.<br/>Vigilancia ambiental.<br/>Certificaciones a prestadores de servicios y apoyo a estos.<br/>Empleo temporal y permanente mediante PROCODES y PET.<br/>Participación social activa.</p>   |

#### **VII.4.1.1 Proyectos para las comunidades**

Si es que se quiere alcanzar un buen manejo de los recursos naturales, las necesidades económicas de las poblaciones que circundan al PNH no deben dejarse de lado. La CONANP cuenta con programas de subsidios en las ANP como lo son PROCODES (Programa de conservación para el desarrollo sostenible) y PET (Programa de empleo temporal), en el cual se brindan apoyos económicos para programas de desarrollo comunitario, ordenamiento territorial, estudios ambientales, vigilancia, conservación, ecoturismo, talleres, etcétera, con montos que van desde los \$10,000 hasta mayores a \$1,000,000. Para 2015 en Huatulco se aprobaron 15 proyectos de diferente índole (restauración de manglares, boyados, brechas cortafuego, etc.), con un total recaudado de \$3,095,274 (CONANP, 2015). Para acceder a estos recursos es necesario atender a la convocatoria anual para el ingreso de proyectos en la página web de la CONANP, además de estar inmerso en la dinámica de una región prioritaria y elaborar un estudio de factibilidad técnica y económica cuya antigüedad no sea superior a tres años.

Una de las oportunidades que se puede explotar en la comunidad de Huatulco es la participación ciudadana en materia ambiental, ya que mediante el acceso a estos recursos se pueden proponer proyectos temporales o permanentes en la zona.

Algunos proyectos en los que se puede incluir a la población es el uso y aplicación de diferentes ecotecias que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas. La implementación de talleres para la creación de abonos orgánicos como la lombricomposta, que sean útiles en la creación de huertos urbanos en pequeños espacios ideales para autoconsumo o incluso para venta a pequeña escala; también, la construcción de biodigestores para la purificación de aguas residuales y creación de biofertilizantes, que puedan ser ocupados en hidroponías o camas biointensivas de hortalizas así como también sistemas para captación de agua de lluvia y cisternas de ferrocemento para su almacenamiento. Estos talleres pueden estar a cargo de diversas organizaciones como la FAHHO (Fundación Alfredo Harp Helú Oaxaca), que tiene tiempo trabajando en comunidades rurales en el estado de Oaxaca, GRUPEDSAC (Grupo para promover la educación y el desarrollo sustentable) que desde 1987 ha sumado esfuerzos para promover la educación ambiental, teniendo presencia a nivel internacional con capacitadores

certificados en Permacultura y Asentamientos humanos sustentables, o SEMARNAT mediante la contratación de alguna empresa afin a estas técnicas.

Otra oportunidad que puede implementarse es la creación de UMA (Unidad de Manejo Ambiental), teniendo dos ejemplos en las inmediaciones del PNH: el iguanario Coopalytan y el mariposario Yeé Lo Beé, pudiendo incluir especies de índole comercial, como el venado cola blanca, el armadillo y el cocodrilo o en estatus de conservación como el mono aullador, el tigrillo, el puma y el jaguar. Una UMA intensiva (de aprovechamiento) o extensiva (de conservación) puede establecerse en pequeñas o extensas propiedades, sin importar el régimen de tenencia de la tierra. Para su establecimiento es necesario contar con un programa de manejo y de contingencia elaborado por el técnico responsable y aprobado por SEMARNAT, siguiendo los lineamientos establecidos los cuales deben garantizar la conservación de los ecosistemas y la viabilidad de las poblaciones de especies existentes dentro de la UMA, en especial de aquellas que serán sujetas a algún tipo de aprovechamiento, teniendo un seguimiento constante por parte de las instancias verificadoras, contar con los documentos que avalen la tierra donde se llevará a cabo ésta, identificación vigente, carta topográfica, una pequeña caracterización del área y las instalaciones a utilizar y acreditar la procedencia legal de los especímenes.

SEMARNAT cuenta con diversos proyectos para el repoblamiento de especies de flora y fauna entre las que destacan Aves Playeras, Pericos mexicanos, Cocodrilos, Jaguares, Tortugas marinas y Palmeras, que podrían ser de interés en la zona, ya que mediante estos proyectos se generan diversos empleos, como monitores ambientales, encargados de crianza, difusión, educación y capacitación de personal para distintas tareas en cada proyecto, los cuales busca el dar incentivos directos por conservación de hábitat a las comunidades y propietarios de las tierras donde se encuentren estas especies.

La implementación de un programa de vigilancia ambiental podría estar integrado por jóvenes o locatarios y dirigido por la CONANP, con el objetivo de establecer cercos de vigilancia y monitoreo en diversas zonas del PNH, debido a que una de las problemáticas que aquejan al parque es la falta de personal por la gran extensión del área. Un ejemplo de esta vigilancia ambiental es el programa PROFACE (Programa de Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social) en la Ciudad de México, el cual cuenta con diversas líneas de acción, entre las que destacan el

monitoreo en suelo de conservación, protección, conservación y restauración de los ecosistemas y la biodiversidad, conservación de suelo, agua y aprovechamiento sustentable, el cual es dirigido por la SEDEMA (Secretaría del Medio Ambiente) y se rige a partir de las reglas de operación publicadas en la gaceta oficial de la CDMX.

Siguiendo las acciones del enfoque ecosistémico se debe integrar a la población no solo como un sector externo que influye en el parque, sino como un parte activa en la toma de decisiones, por lo que además de la implementación de estas acciones, se debe buscar la participación social en temas ambientales mediante el uso de cuatro escalafones: Información, Consulta, Participación Activa y Gestión Responsable (Fernández-Velilla *et al.*, 2011). Estas metas pueden lograrse mediante distintas formas, con lo cual se podrá lograr que la sociedad tome como propio el recurso, culminando con una Gestión Responsable. Pueden intensificarse las campañas de información a todos los niveles escolares; talleres informativos a las comunidades y prestadores de servicios; consultas ciudadanas en materia ambiental; apoyos a pequeñas empresas ecológicas y difusión de ellas; firmas de compromisos flexibles para el cuidado del ambiente, así como también sanciones aplicables si no se cumplen con los objetivos preestablecidos como retiro de apoyos, sanciones temporales, vedas en campañas de difusión, entre otras. Mediante estas acciones se podrá pasar de una participación activa de la sociedad a una gestión responsable de los recursos naturales, ya que esto se verá reflejado en la calidad de vida de la comunidad, por lo que la responsabilidad de cuidar el entorno podrá ser adoptada por ellos, teniendo en cuenta las implicaciones en pro y en contra de la sustentabilidad.

Estas problemáticas en muchos de los programas de manejo, incluyendo el de Huatulco, no son abordadas por lo cual las acciones en pro del ambiente se dificultan debido a la exclusión de la sociedad y el hermetismo de las instituciones, siendo el ambiente quien recibe las mayores afectaciones, por lo que aplicar el enfoque ecosistémico para la integración de los diversos actores en la dinámica del área es crucial si se pretende la sustentabilidad en todos sus aspectos.

#### **VII.4.1.2 Proyectos para empresas y gobierno**

Huatulco se proyecta internacionalmente debido a las múltiples certificaciones con las que cuenta como un destino ecológicamente sustentable FONATUR, quién es el encargado de la difusión del destino turístico, hace énfasis en la integración del CIP y el PNH, tomando como

base la donación que realizó a la CONANP de los terrenos que hoy integran el parque nacional, sin embargo para que Huatulco sea realmente un destino sustentable, es necesaria la implementación de diversas acciones que permitan dicha proyección.

La imagen de Huatulco como un destino sustentable está dada por la certificación EarthCheck, la cual cuenta con diversos indicadores que avalan la sustentabilidad del sitio. Huatulco ha podido mantener esta certificación por el monitoreo y control de las fuentes directas de CO<sub>2</sub>; el manejo eficiente del recurso hídrico con 17 km de canales de protección pluvial; 23 cárcamos de re-bombeo, seis plantas de tratamiento y campañas de ahorro de agua; disminución de la generación de basura con campañas de reciclamiento y concientización, así como la conservación de la biodiversidad mediante el manejo del PNH. Actualmente existen diversos proyectos por parte del Equipo Verde Huatulco que buscan el mejorar la sustentabilidad del sitio para seguir conservando la certificación EarthCheck, entre ellos está la apertura de un nuevo relleno sanitario conforme a los estándares internacionales mediante el cual se reduzca la cantidad de residuos en un 80%, gracias a la implementación de un centro de reciclaje y campañas de concientización a la población, comercios y estudiantes, además de la realización de diversos talleres con prestadores de servicios y hoteleros con énfasis en la sustentabilidad. Sin embargo, las problemáticas que se ven en las inmediaciones del PNH sostienen que son necesarios otro tipo de acciones que complementen a las realizadas y proyectadas por estos grupos si realmente se quiere que la imagen de Huatulco sea sustentable.

Para mejorar la proyección en este aspecto pueden implementarse distintos tipos de pavimentación ecológica, que además de ser más económicos que el concreto hidráulico y el asfalto, ofrecen múltiples beneficios como permeabilidad o una menor degradación y contaminación del suelo, para esto existen diversas empresas mexicanas que ofrecen este tipo de productos como lo son, EcoAcción, EcoCreto, VerdeCreto, etcétera, los cuales garantizan un tiempo de vida de hasta 15 años y con características semejantes a las dadas por los materiales de uso común.

La implementación de sistemas de captación de agua resulta útil dado el caso de que el agua disponible para la comunidad de Huatulco es limitada por el afluente del río Copalita, por lo que talleres a comunidades, hoteles y restaurantes para la elaboración de estos sistemas podría contribuir al reciclamiento y un mejor uso del recurso hídrico, además de la instalación

de mayores plantas de tratamiento y una buena regulación hacia hoteleros que pueden obtenerse a partir de proyectos implementados por CONANP o particulares, mediante talleres de ecotecnias a nivel empresarial con ayuda de asociaciones como GRUPEDSAC o las mismas instituciones que imparten talleres a comunidades.

Empresas y hoteles en Huatulco pueden buscar certificarse como ESR (Empresa Socialmente Responsable), EarthCheck y LEED (Leadership in Energy & Environmental Design), mediante evaluación de sus medidas para la conservación de los recursos naturales y el manejo sustentable en beneficio del entorno natural y social, a través de campañas de diversas índoles como recolecta de basura, reforestación de manglares, recuperación de sitios de esparcimiento, proyectar una imagen de la compañía acorde al destino integrando en sus servicios productos ecológicos y promocionando a otras empresas para diferentes actividades como pueden ser tours guiados en senderos, búsqueda de avifauna y flora, campos tortugeros, senderos marinos, etcétera. En Huatulco existen empresas ya establecidas para este tipo de actividades como Huatulco Salvaje, Paraíso Huatulco y Explora México, las cuales pueden generar un turismo informado, lo que sería una ventaja para el involucramiento de la sociedad en la participación y proyección de Huatulco como un destino sustentable el cual pueda ser ejemplo en otras partes del país, para una implementación individual que genere un cambio de visión y proyección del turismo en México, lo que forjaría una visión diferente a nivel internacional de la situación actual en el país.

La integración del gobierno municipal en la sustentabilidad de Huatulco es un parte que no puede omitirse, siendo fundamental la implementación de diversas medidas para el uso racional de los recursos como por ejemplo la instalación de paneles solares para el alumbrado público, que además de disminuir la huella de carbono, contribuye a un ahorro financiero a largo plazo, estimado en 300 000 a medio millón de pesos en 25 años, comparado con un sistema de alumbrado tradicional.

Otra medida que se puede implementar son campañas de uso de transportes alternativos, como bicicletas o incluso la adopción de autos eléctricos para la movilidad urbana. Una de las mayores contribuciones a la reducción de la huella de carbono sería un adecuado plan de movilidad dentro del poblado, evitando congestionamientos en las zonas más conflictivas, impidiendo la circulación de ciertos transportes a determinadas horas y sincronizando los

semáforos, lo que resultaría en una disminución de las emisiones de carbono por parte de los automóviles.

Con la ayuda de un sistema de vigilancia ambiental y un plan de crecimiento urbano, el gobierno del municipio podría asegurar que el plan de urbanización establecido por FONATUR sea lo más eficiente y ecológicamente viable para la zona, pues teniendo un registro de los cambios en la mancha urbana con sus respectivas manifestaciones de impacto ambiental, pueden generarse bases de datos útiles para el control de la mancha urbana y con ayuda de CONANP implementar estrategias viables para un adecuado crecimiento poblacional.

Al igual que en el dinámica social, la aplicación del enfoque ecosistémico en el rubro de empresas y gobierno es importante, puesto que son parte de los actores que influyen en el área, siendo ellos quienes podrían brindar diferentes campañas de diversa índole (informativas, participativas, ecológicas, ecoturísticas, etcétera), con lo cual, además de generar en la población una imagen de responsabilidad ambiental, la proyección que estarán dando atraerá a mayores y diversos inversionistas y consumidores en las empresas y a diferentes instancias internacionales en el gobierno, lo que generaría un incremento en publicidad y compromiso, en el cual la inversión sería mínima, comparado con los adquiridos mediante la adopción de la participación activa y una gestión responsable.

### **VII.4.1.3 Proyectos ecológicos**

Las principales problemáticas que afectan el ambiente en las bahías de Huatulco son las malas prácticas turísticas y la modificación de la cubierta terrestre en las inmediaciones a los arrecifes, por lo que acciones encaminadas a resarcir o disminuir estos daños son vitales para la sustentabilidad del sitio.

#### **VII.4.1.3.1 San Agustín**

La principal problemática en esta bahía es el daño generado por turistas y embarcaciones, el cual ha sido evidenciado en múltiples estudios (Fonseca-Gally, 2010; Escamilla-Pérez, 2011) además de lo observado en el mismo sitio. Actualmente esta bahía ha tenido un aumento en la edificación de restaurantes debido a un incremento en la demanda del lugar y por lo tanto una mayor carga para el sistema, por lo que es necesaria la implementación de acciones para mitigar esta presión.



Una de las medidas que deben implementarse para la protección del arrecife es el cierre de las partes más someras y una correcta señalización de éstas, debido a que la profundidad de algunas zonas es muy baja, incluso sobresaliendo algunas partes a lo largo del día, lo que también implica un riesgo para el visitante al ser golpeado en el fondo rocoso y coralino. Para esto se pueden aplicar proyectos PET y PROCODES, a partir de los cuales se compran e instalan señalizaciones para el arrecife y se realicen brigadas de vigilancia para esta zona. Las zonas que pueden cerrarse por la poca profundidad que presentan son visualizadas en la Fig. 34.



**Figura 31. Zonas poco profundas y con mayor riesgo a la degradación por visitantes en la bahía de San Agustín, por lo que el cierre y la señalización de este polígono (rojo) deben considerarse para el manejo del arrecife. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

La problemática que se presenta en las zonas de atraque es que el número de boyas es insuficiente y poco visible para las embarcaciones, lo que ocasiona una degradación en el sistema por el roce de los botes con el arrecife, por lo que la instalación de un boyado adecuado y visible se debe implementar. Se puede recurrir a sistemas de boyas ecológicas

que además impidan que las cadenas de sujeción de las boyas tradicionales sean un factor que afecte al arrecife. El uso de estos sistemas es también un precursor para el establecimiento de organismos, ya que están ancladas a arrecifes artificiales (Reef balls), con un peso promedio de una tonelada, los cuales son habitados por distintas especies debido a sus características (construcciones de  $\text{CaCO}_3$  y escondrijos para especies), además de que las boyas ecológicas tienen un sistema de anclaje que en determinado momento permiten la liberación de una parte de ellas, lo que disminuye los costos ya que no se requiere reestablecer toda la estructura después de una tempestad, sino solo la parte del boyado que se desprendió. Las zonas en donde pueden ponerse estas boyas son visualizadas en la Fig. 35.

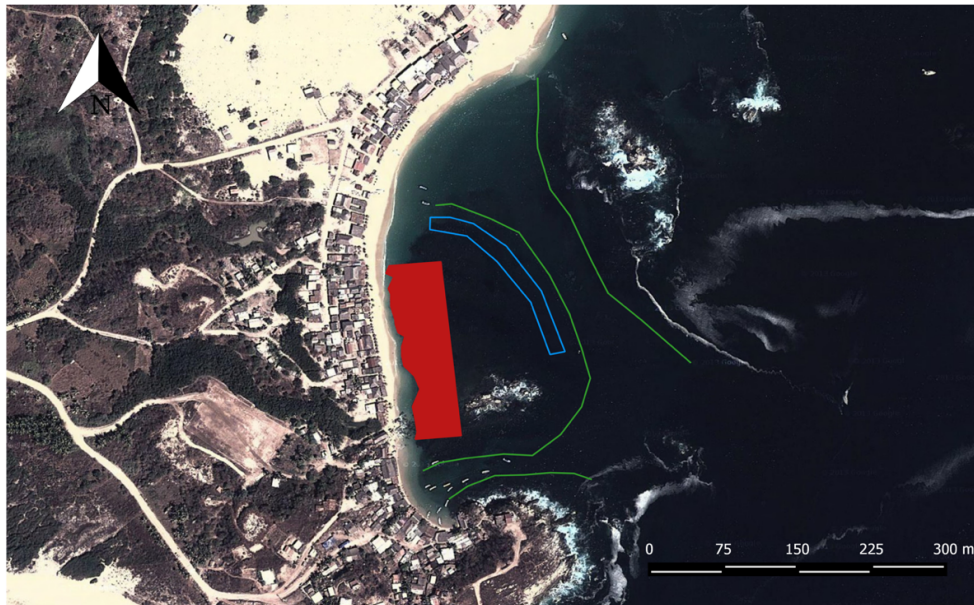


**Figura 32.** Propuesta de colocación de boyado ecológico en la bahía de San Agustín, el cual delimite el arrecife para su protección, el cual esta implementado en su mayor parte. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.

Debido a la alta afluencia de turismo en la zona y la cantidad de comercios que existen, es necesaria la creación de una planta de tratamiento de aguas residuales puesto que en la zona no existe ninguna y la cantidad de turismo que llega se incrementa año con año. Además, es necesario la regulación de los comercios en el área debido a que es evidente que no existe un

control de ellos, ya que, al llegar a la bahía por medio de carretera, es notable la falta de un plan integral comercial; sin embargo, lo más recomendable sería impedir la construcción de más restaurantes en la zona.

Como se ha mencionado, una de las problemáticas que afectan a la bahía es la incidencia del turismo, por lo cual, además de establecer una comunicación y enseñanza previa con los visitantes y prestadores de servicios, el establecimiento de un corredor marino puede mitigar el daño generado por estos factores al controlar el acceso a éste mediante un sendero, el cual proporcione seguridad al arrecife y al visitante e integre la enseñanza y responsabilidad con el ambiente. Para esto se ha generado una propuesta de corredor arrecifal (Fig. 36), en el cual pueda implementarse el sistema de boyas ecológicas para su señalización y un grupo de trabajo encargado de administrar la cantidad de personas que pueden ingresar, tomando en cuenta la capacidad de carga del sistema.



**Figura 33. Propuesta de sendero ecológico (Azul) en la bahía de San Agustín, el cual este integrado dentro del arrecife, sin generar conflicto entre el boyado y la parte restringida de la placa coralina. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

El arrecife de San Agustín es el de mayor cobertura en el PNH y uno de los mejores conservados, además de que existe en él una alta abundancia de ictiofauna, siendo asociada

la estructura comunitaria de éstos con la temperatura del agua (Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007), por lo que posiblemente sea un sistema el cual es usado por cardúmenes de diversas especies para alimentación y reproducción, por lo que es necesaria la inclusión de proyectos de investigación de estas especies que pueden ser financiados por PROCODES en el rubro de monitoreo de especies, donde también puede incluirse la zona de manglar adenaña al arrecife y el monitoreo de la calidad del agua para impulsar acciones que ayuden a un mejor sustento de los recursos naturales.

#### VII.4.1.3.2 Riscalillo

La principal problemática en el arrecife Riscalillo es el atraque de embarcaciones y en menor medida la incidencia del turismo, puesto que la única manera de tener acceso a esta bahía es mediante una embarcación.

Al igual que en San Agustín, la implementación de un boyado eficiente y ecológico es importante para la protección del arrecife, por lo que se propone la implementación de boyas ecológicas que delimiten la entrada de botes según la figura 37, con lo cual disminuiría el daño causado por las embarcaciones al arrecife.

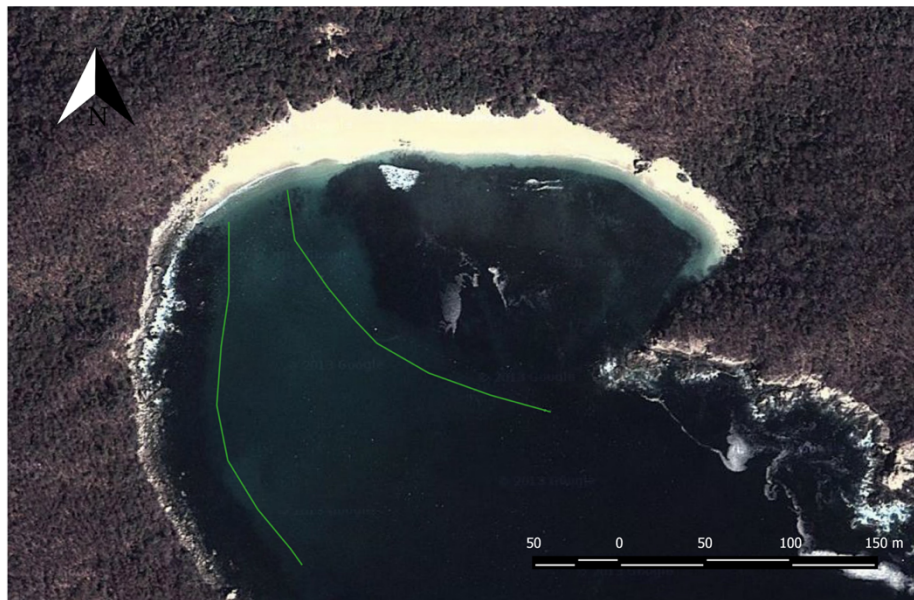
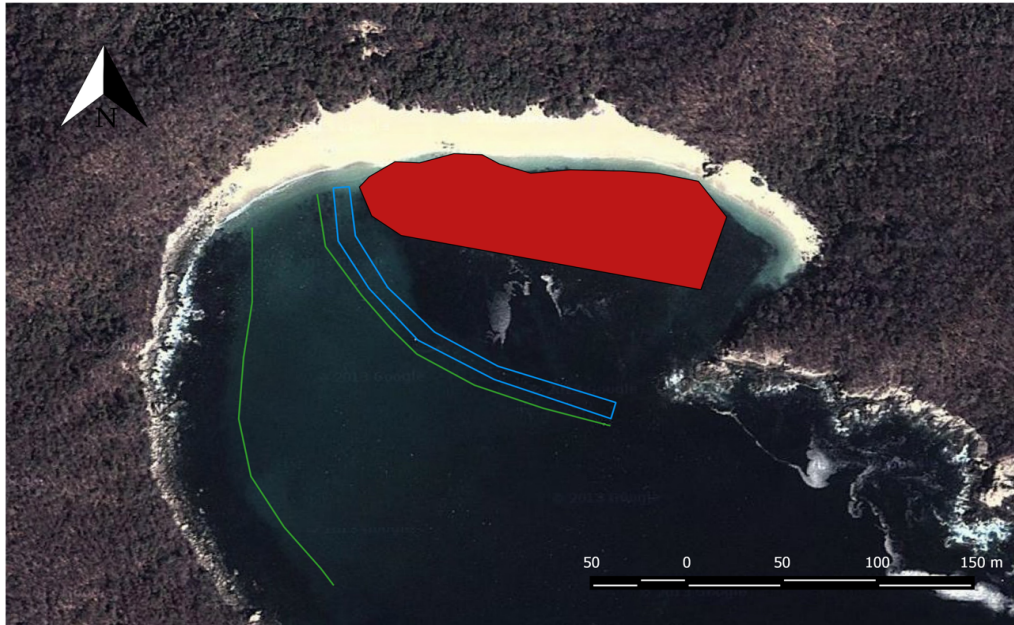


Figura 34. Propuesta de colocación de boyado ecológico en la bahía de Riscalillo. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.

La implementación de un corredor arrecifal en Riscalillo es una oportunidad de integrar al turismo en la conservación, debido a la belleza escénica del arrecife y su alta diversidad de

ictiofauna, estableciendo un control del recorrido y limitando el número de visitantes según la capacidad de carga del sistema. Para esto la propuesta de un sendero marino puede visualizarse en la figura 38, en el cual se limitará al acceso a las zonas más someras del arrecife mediante un recorrido en esnórquel por el borde de éste que estará delimitado por un sistema de boyado ecológico.



**Figura 35. Propuesta de sendero marino (Azul) y zona restringida (Roja) en la bahía de Riscalillo. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

El arrecife Riscalillo es en cobertura el segundo más grande dentro del PNH, pero también es el que cuenta con una mayor diversidad ictiofaunística y coralina reportada (Alejandre-Samaniego, 2010; Martínez-Morgan, 2004), por lo que es considerado de los de mayor relevancia para la conservación y el mantenimiento de los bancos génicos. En el programa de manejo, este arrecife cuenta con una categoría de Uso Restringido, el cual le confiere actividades como investigación científica, educación ambiental y turismo de bajo impacto, y debido a su importancia debería ser cambiado a la categoría de Protección junto con los arrecifes de Jicaral y Chachacual que pueden ser claves en la perpetuidad de los arrecifes (Fig. 39), donde las actividades permitidas serían investigación, monitoreo y educación ambiental; sin embargo faltan estudios que corroboren estos datos, puesto que la información

disponible para las bahías de Jicaral, Chachacual, la India y Dos hermanas no están actualizadas o son inexistentes, siendo esta zona la única donde se permite la extracción del caracol púrpura por tener la categoría de Uso Tradicional y donde existe la mayor concentración de manglar en el parque.



**Figura 36. Propuesta de zona núcleo marina para el PNH. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

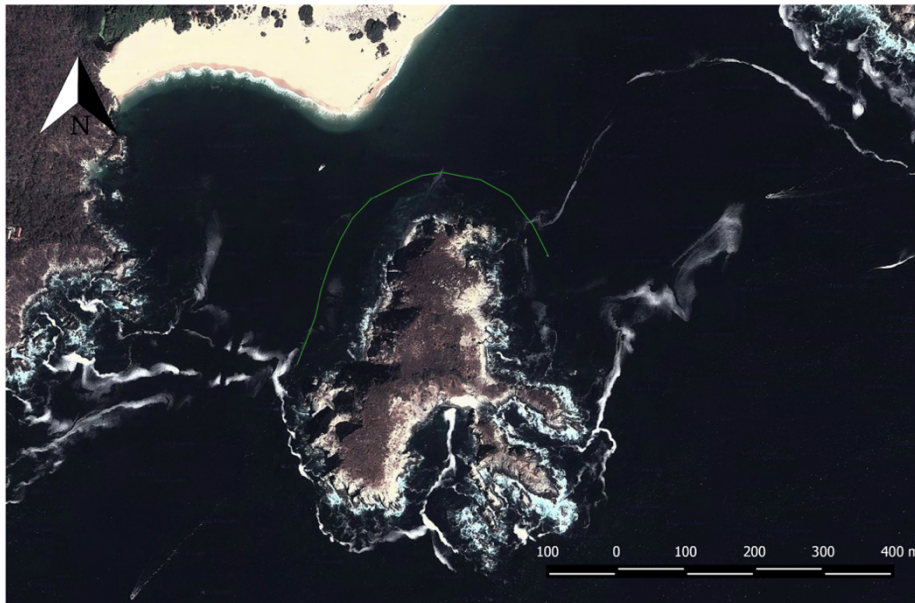
Dentro de la zona propuesta, la de mayor incidencia turística es la bahía de Riscalillo, lo que implicaría conflictos sociales y económicos mayores si se adoptara el cierre de esta bahía, por lo que la aplicación del Enfoque Ecosistémico y una Gestión Participativa para el manejo de esta bahía es importante, creando proyectos como el sendero subacuático con la participación de los prestadores de servicios mediante la capacitación de ellos, así como también campañas de educación ambiental a turistas y locales que lleguen a esta zona, con lo cual se genere una participación activa de la sociedad que influye en este sistema, para así lograr un mejor manejo del arrecife.

#### **VII.4.1.3.3 Cacaluta**

La bahía de Cacaluta se caracteriza por ser una de las pocas zonas del PNH que cuenta con un humedal, siendo el mayor conflicto en ella la disputa de este terreno entre FONATUR y

CONANP, con la intención de construir un campo de golf, lo cual generaría que el sedimento capturado por el humedal fuera liberado al océano ocasionando daños en los arrecifes adyacentes a la zona. Además, esta bahía es un sitio privilegiado ya que año con año llegan tortugas de diversas especies a desovar en sus playas, hecho que se ha incrementado según datos recopilados por el Comité de Playas Limpias Huatulco, por lo que el mantener esta zona en condiciones óptimas es necesario para la sustentabilidad del sitio. Pueden realizarse visitas guiadas por el sendero Cacaluta, a los arribazones de tortugas, protección de huevos y liberación de crías, identificación de aves y flora, así como talleres de educación ambiental y campañas de limpieza mediante los apoyos de PROCODES y PET.

En la zona de mayor cobertura de coral en los alrededores de isla Cacaluta, puede implementarse boyado ecológico (Fig. 40), mediante el cual el arrecife estará mejor protegido de daños ocasionados por embarcaciones.



**Figura 37. Propuesta de colocación de boyado ecológico en la isla Cacaluta. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

La zona de la Isla Cacaluta entra en la categoría de Protección por lo cual el turismo no está permitido, sin embargo es necesario el establecer proyectos de investigación, debido a la importancia de esta bahía, que impliquen el monitoreo de calidad del agua y de organismos para poder tener una representación de la distribución y complejidad de este hábitat.

#### VII.4.1.3.4 Maguey

La bahía de Maguey y la de San Agustín son las únicas zonas donde puede verse una modificación de la costa debido a los comercios ya que la parte terrestre no se encuentra integrada al polígono del parque; sin embargo esta bahía cuenta con dos pequeñas zonas de coral que pueden estar amenazadas por el crecimiento de las edificaciones y la deforestación de la zona aledaña, por lo que al igual que en San Agustín, debe regularse la creación y modificación de la cubierta terrestre para impedir el daño a las placas coralinas.

#### VII.4.1.3.5 Órgano

Al igual que en la bahía Maguey, Órgano cuenta con dos pequeños manchones de coral, de los cuales los más cercanos a la costa se encuentran deteriorados. En esta zona puede implementarse un corredor arrecifal (Fig. 41), el cual controlaría el acceso al arrecife, permitiendo su recuperación. Esta bahía cuenta con la certificación Blue Flag, la cual indica que es constantemente monitoreada por personal del Comité de Playas Limpias, aunque es necesario establecer proyectos de investigación debido a la importancia de esta bahía para poder tener una representación de la distribución y complejidad de este hábitat.

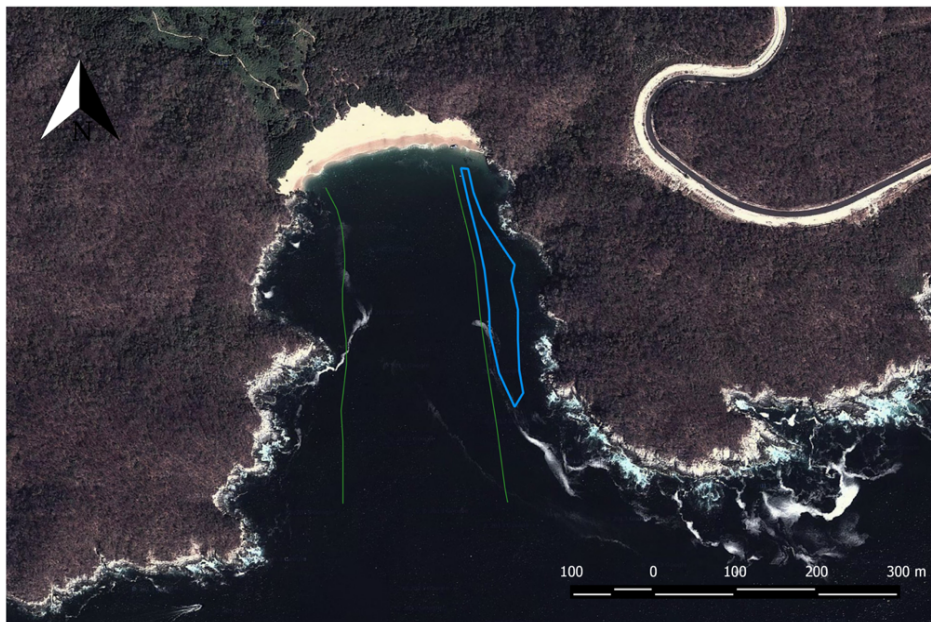


Figura 38. Propuesta de colocación de boyado ecológico (Verde) y sendero marino (Azul) para la bahía Órgano. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.



#### **VII.4.1.3.6 Violín**

La problemática en la bahía Violín es la falta de información y monitoreo de la situación actual del arrecife, puesto que no hay un estudio que verifique si existe alguna problemática entre el ecosistema y el hotel en las inmediaciones de la bahía, por lo que es necesaria la inclusión de proyectos de investigación en esta área.

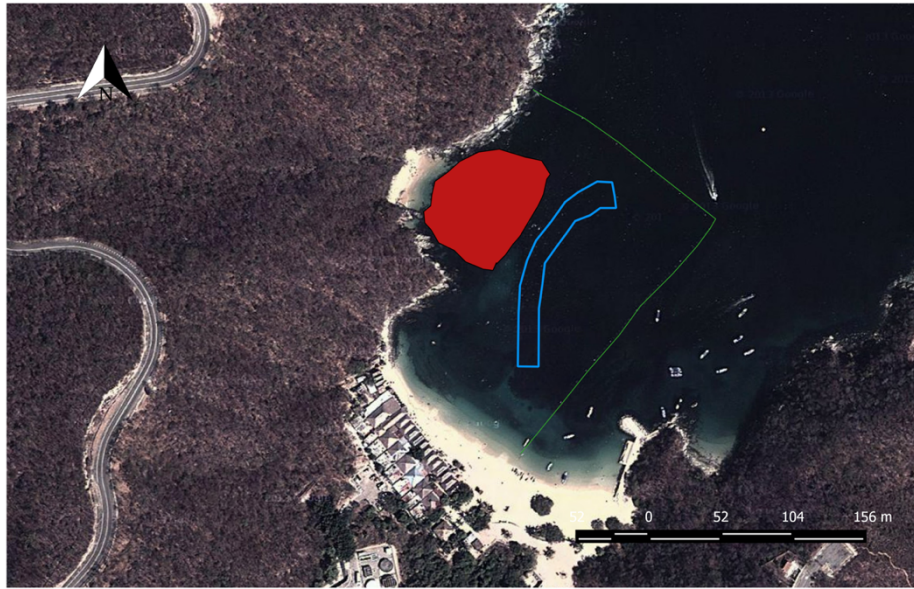
La creación de un sendero marino en esta zona es complicada debido a la poca profundidad y que el único acceso de embarcaciones es por el centro de la bahía, lo que limita el espacio para poder definir un área segura para los visitantes. Sin embargo, pueden realizarse actividades tales como senderismo y observación de aves y de flora.

#### **VII.4.1.3.7 La Entrega**

La bahía de la Entrega no se encuentra integrada dentro del polígono del PNH, sin embargo, debido a su importancia tanto económica como ecológica es que es tomada en consideración. Dentro de las bahías de Huatulco, la Entrega es de las mayores impactadas debido al alto índice de turismo que recibe, siendo percibido en la salud de las placas coralinas. Este hecho ha sido verificado, encontrando un grave deterioro en la placa, siendo más evidente en las zonas de más fácil acceso a los visitantes. La bahía cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, sin embargo el agua en esta bahía despide un olor peculiar a residuos orgánicos y gasolina, siendo reflejado en el crecimiento algal y la mortandad coralina en buena parte de la placa. A pesar de ello, cuenta con una alta abundancia de ictiofauna y de coral, por lo que acciones encaminadas a disminuir el impacto en esta zona son importantes para la sustentabilidad del sitio.

El boyado en la bahía está bien delimitado y visible, sin embargo, el uso de boyas ecológicas podría ser útil para impedir que las tradicionales puedan ser un factor de deterioro en la zona. Un buen manejo del turismo y prácticas adecuadas y éticas por parte de los prestadores de servicios, son elementos fundamentales para la sustentabilidad del ecosistema, por lo que campañas de concientización y talleres de enseñanza, así como una vigilancia permanente en la zona, son herramientas útiles para una mejor gestión de los recursos naturales.

La implementación de un corredor marino en la zona (Fig. 42), mitigaría el daño ocasionado tanto por turistas como prestadores de servicios, enseñando buenas prácticas y concientizando a la población de la sensibilidad de los arrecifes de coral y los beneficios que brindan a su comunidad.



**Figura 39. Propuesta de boyado ecológico (verde), zona restringida (Roja) y sendero marino (Azul) para la bahía la Entrega. Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

El control de las edificaciones, así como un buen manejo de los residuos son clave para la continuidad del arrecife, por lo que el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales es una acción que se debe llevar a cabo cuanto antes, así como la sustitución de motores a 4 tiempos para las embarcaciones los cuales generan una menor contaminación y un mayor ahorro de combustible. Se puede buscar apoyo financiero en proyectos de sustentabilidad para la compra de dichos motores, lo cual no solo beneficiaría a la población local sino también a la imagen de Huatulco como un destino sustentable.

El cierre de esta parte del arrecife podría generar conflictos de interés económico, pues esta zona es una de las más demandadas por los prestadores de servicios para sus recorridos, por lo que alternativas al manejo de esta área son necesarios, en especial en la instrucción de prestadores y turismo mediante una gestión responsable, adoptando medidas para disminuir el impacto en el arrecife con el aliciente de otorgar certificaciones a los prestadores de servicios mediante talleres donde se visualice la importancia de los arrecifes, no solo para el entorno sino para ellos mismos y su fuente de ingreso, así como también una participación activa en la toma de decisiones, que los involucre en la dinámica del área, ya con antecedentes

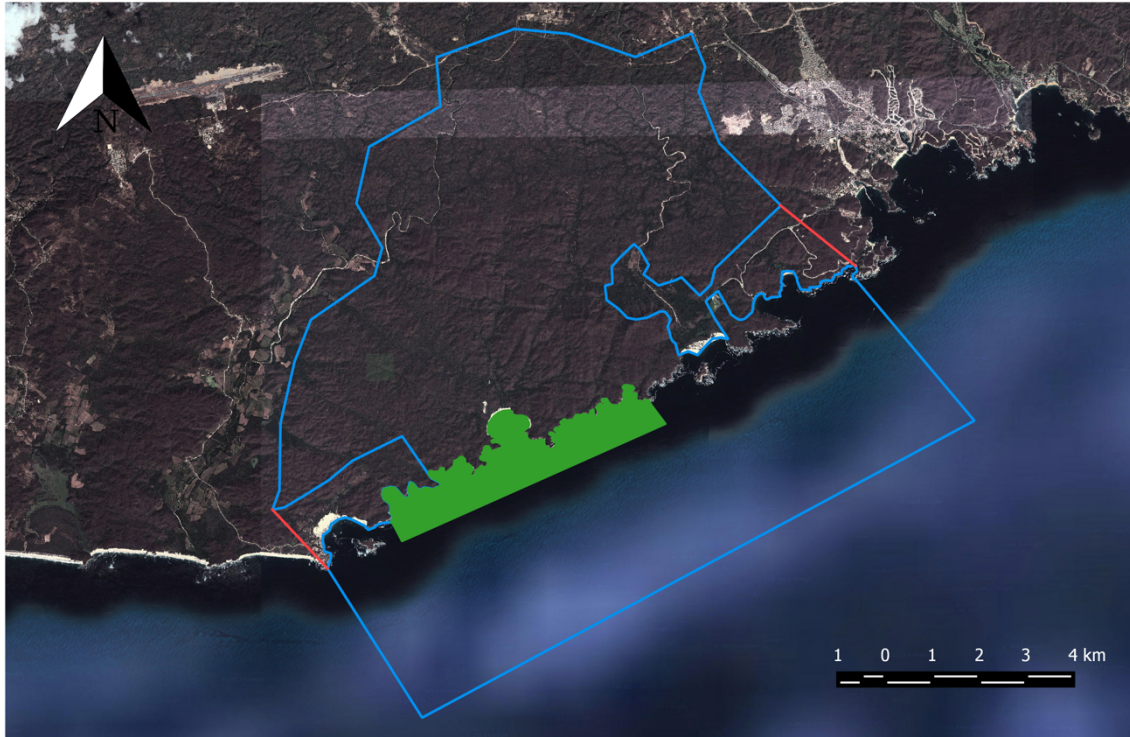
y conocimiento previo para una acertada aplicación de prácticas que disminuyan el impacto en el arrecife, adoptando medidas para transmitir al turismo lo aprendido en los talleres de certificación y con la posibilidad de incluir un museo educativo que vierta todas estas prácticas y conocimientos, para que pueda ser transmitido a locales y visitantes con ayuda de la comunidad.

#### **VII.4.1.4 Modificación del Polígono y alternativas**

Como se puede apreciar las problemáticas en algunas bahías están dadas por la exclusión de tierras en la poligonal del PNH, la cual fue creada en 1998 a partir de la donación de FONATUR, siendo al parecer uno de los objetivos el construir en las inmediaciones del parque, hecho que ha resultado en diversas problemáticas, pues toda la poligonal también pertenece a el sitio RAMSAR 1321 desde 2003, con lo cual FONATUR ha tenido problemas para continuar con su plan de urbanización de estas zonas.

La modificación de la Poligonal del PNH, así como la revaloración de las categorías de uso y la zonificación son elementos que deben abordarse con prontitud, pues se sigue trabajando con un programa de manejo no actualizado, el cual según la LGEEPA debe ser revisado cada cinco años.

De acuerdo con la información recopilada se propone la modificación del Polígono del PNH (Fig. 43), de tal manera que se incluyan en su parte terrestre las bahías pertenecientes a la poligonal, con lo cual se asegura una mayor protección al ambiente y la sustentabilidad del sitio además de incluir dentro de las categorías de aprovechamiento, las porciones marinas que pueden integrar la zona núcleo las cuales deben tener como consiguiente la condición de Protección donde el impacto turístico sea nulo. Se propone la investigación de estas áreas para corroborar que existe una correlación entre la alta diversidad en ellos y la perpetuidad de los sistemas asociados.



**Figura 40. Propuesta de cierre de polígono en ambos extremos del PNH (Rojo) y la inclusión de una zona núcleo marina en las bahías de Riscalillo, Jicaral y Chachacual (Verde). Imagen tomada de Google-Earth (2014) y modificada con QSIG 2.12.0 LYON.**

A pesar de que la modificación del polígono traería beneficios ambientales para la protección del PNH, también generaría conflictos, no solo de índole económico sino también social y político, por lo que este tema debe tratarse con cautela, si bien implementándolo en una escala menor u ofreciendo alternativas para el manejo del recurso conforme al Enfoque Ecosistémico y la Gestión Responsable.

Una de las principales problemáticas en los arrecifes de Huatulco es la falta de interés o conocimiento por parte de los prestadores de servicios en el cuidado de los arrecifes de coral, a pesar de que se han realizado campañas de concientización y talleres informativos por parte de CONANP y la UAM. Las problemáticas de extracción y mal manejo de estos ecosistemas se ha puesto en evidencia en diversas ocasiones, aun sabiendo que existen leyes que sancionan este tipo de prácticas, por lo que en este caso, además de intensificar las campañas de concientización tanto en prestadores como locatarios y turistas, es necesaria la

implementación de grupos de vigilancia ambiental que puedan monitorear este tipo de ilícitos para el control de las bahías y un adecuado manejo de ellas, pues el personal que integra la CONANP es insuficiente para el monitoreo constante de toda el área. Sin embargo, también si se tienen campañas más constantes, se hacen valer las leyes en materia ambiental y se informa a visitantes acerca de estas prácticas con carteles informativos, la labor de vigilancia podría ser requerida en menor medida, sin dejar de ser importante su aplicación.

Estos talleres y la vigilancia ambiental pueden ser implementados por CONANP con recursos captados mediante PROCODES y PET, con lo que se mejoraría la situación de los arrecifes, teniendo el apoyo de los prestadores de servicios en buenas prácticas dentro de los sistemas coralinos y con conocimiento de su entorno, que también pueda ser transmitido a los visitantes dando una mejor imagen al destino, lo que ayudaría a consolidar y posicionar a un Huatulco sustentable y amigable con el ambiente.

La educación del turismo es una práctica necesaria, pues es uno de los eslabones en las problemáticas del PNH. Esta situación puede abordarse mediante pláticas por parte de los prestadores de servicios antes de la visita a alguna bahía o con talleres en las embarcaciones y módulos de información. Además de brindar los servicios tradicionales, los guías pueden ampliar la oferta, incluyendo o difundiendo los tours de aventura, entre los que pueden incluirse senderismo, tours marinos, observación de aves, flora, liberación de tortugas, recorridos nocturnos, etcétera, con lo cual se podría acercar a los visitantes a una mayor conciencia con respecto al uso y cuidado de los recursos naturales.

Junto con la inclusión de los visitantes en la dinámica ecológica también se debe hacerse una valoración de la capacidad de carga en cada sistema, con lo cual disminuiría la presión sobre los ecosistemas y poder crear un turismo sustentable.

Mediante la creación de un museo educativo se reafirmará la concientización de la población y los visitantes en el uso y cuidado de sus recursos, así como también una forma de dar empleo a la gente local, que sea incluida en la dinámica del PNH y su comunidad.

#### **VII.4.1.5 Certificaciones a prestadores de servicios**

Actualmente se llevan a cabo procesos de certificación de prestadores de servicios, con los cuales ellos se avalan para poder brindar recorridos y tours mediante cursos de capacitación dados por diversas instancias (CONANP, FONATUR, UAM, UNAM, UMAR). Sin embargo, estos cursos son opcionales y no todas las personas involucradas en este medio los

toman por considerarlos poco prácticos y por no traerles beneficio a corto plazo. Una inclusión más rigurosa en este aspecto es necesaria siguiendo el esquema del enfoque ecosistémico y la planificación participativa. La adopción de diversas certificaciones para prestadores de servicios podría integrarlos a una gestión responsable mediante cursos como método para informarlos que les daría herramientas para participar activamente en la toma de decisiones, con lo cual podrían acordar junto con CONANP, gobierno, sociedad, empresarios y consejo asesor el rumbo del manejo del área, lo que les conferiría una adopción de la zona, pues estarían involucrados en la dinámica del área y lo que sucede en ella, teniendo como incentivo los recursos captados por su participación y verían en ello una inversión más que una obligación.

### **VIII DISCUSIÓN**

Los arrecifes son uno de los sistemas claves para el equilibrio en el planeta pues son receptores de la energía del oleaje hacia las costas; albergan una gran cantidad de organismos por ser uno de los ecosistemas más complejos en el planeta; son captadores de carbono y la derrama económica que se genera en torno a ellos es de gran importancia por lo que su cuidado y permanencia es vital para seguir aprovechando sus beneficios (Chávez e Hidalgo, 1988; Ramirez, 2000; Alvarado *et al.*, 2004; Burke y Maidens, 2005; Calderón-Aguilera *et al.*, 2007; Carricart-Ganivet, 2008; BBC, 2009; Beltrán-Torres y Carricart-Ganivet, 2011; CONACYT, 2011; López López, 2016).

Si bien es verdad que el uso de métodos como: la matriz de Leopold y el análisis de correlación, tiene limitantes tales como la dificultad para entender los impactos y su conjunto, así como no mostrar las relaciones indirectas, la información que brinda es en muchos casos evidente (Leopold *et al.*, 1971; Hernández *et al.*, 1997; Ponce, 2010) y se refuerza con la información recopilada, dando un sustento mayor para la implementación de las acciones sugeridas, sin dejar de lado un estudio más amplio y puntual para cada rubro.

Mediante el empleo de la matriz de Leopold y su análisis con dendrogramas, se pudieron agrupar y conformar las diversas vertientes de los impactos en el PNH, con lo cual se abordó cada uno de los rubros, disminuyendo su subjetividad al emplear diversas fuentes desde escritas, muestreos y hasta verbales, donde no solo se incluían datos, sino también la

percepción de diversas autoridades y actores del área, enriqueciendo el análisis y aportando enfoques de diversas índoles, incluso contrastantes.

La principal problemática que aqueja a los parches coralinos en Huatulco es el cambio de dominancia, debido a diversas acciones como malas prácticas turísticas, asedio de embarcaciones o incluso de origen natural, en especial la muerte de coral y el repoblamiento por parte de algas, lo que conlleva a la pérdida de su estructura, y a una erosión constante, quedando expuesto a la fuerza del oleaje lo que finalmente puede ocasionar la destrucción completa del arrecife (Antonius, 1977; Birkeland, 1997; D’Croze *et al.*, 2001; Davidson, 2002; Buddemeier *et al.*, 2004; Baker *et al.*, 2008; Carricart-Ganivet, 2008). La magnitud en la pérdida o el daño de estructuras coralinas se puede evidenciar por los escombros y la mortandad del coral en determinados puntos del arrecife, sin embargo los daños más evidentes se presentan en zonas cercanas a la costa o al atraque de las embarcaciones, lo cual podría estar relacionado con la incidencia desmedida del turismo y el poco control de las autoridades en las regulaciones del parque nacional (Leyte-Morales, 2001; López-Pérez *et al.*, 2002; Martínez-Morgan, 2004; Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004; Juárez-Hernández, 2005; Monsivais-Luna, 2005; Gómez Rojo *et al.*, 2006; Ramírez-Gutiérrez *et al.*, 2007; Granja Fernández y López-Pérez, 2008; López-Pérez *et al.*, 2008; Herrera-Olayo, 2009; Alexandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Herrera-Olayo, 2013; Juárez-Hernández *et al.*, 2013; Lagunas Pérez, 2016).

A pesar de encontrarse en las directrices del plan de manejo, el uso y protección de las zonas arrecifales (CONANP, 2003), el estado ecológico de las placas se ha visto mermando, debido a los cambios generados por el crecimiento urbano y económico (Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004; Gullette, 2007; Ambientat-Consultores, 2009; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011; FONATUR, 2012; Lagunas Pérez, 2016; López López, 2016), siendo este el reflejo de la matriz y sus asociaciones en el dendrograma, la cual expone los contrastes de la magnitud y la importancia de elementos relevantes, como las placas coralinas en San Agustín, Riscalillo y La Entrega (Martínez-Morgan, 2004; Ramírez-Ramírez, 2004; Granja Fernández y López-Pérez, 2008; Alexandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Herrera-Olayo, 2013), los conflictos con los humedales en Cacaluta (Monsivais-Luna, 2005; Gómez Rojo *et al.*, 2006; López-Pérez *et al.*, 2008; Juárez-Hernández *et al.*, 2013), la calidad del agua marina en todas las bahías y los crecimientos en

el uso comercial, la densidad poblacional y las zonas de recreación junto con lo que esto conlleva, mayor impacto debido al crecimiento de la oferta en la zona (Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011). Es por eso que se deben tomar medidas que mitiguen estos daños, que, si bien los factores que ocasionan la pérdida del coral son varios, las acciones que se deben llevar a cabo en cada placa arrecifal deben ser constantes, siendo específicas para cada una, tomando en cuenta su configuración espacial, así como los factores que repercuten en su salud. La modificación del polígono, así como de la zonificación del área, son necesarias si se pretende tener una buena conservación del parque nacional, ya que buena parte de las afectaciones a los arrecifes son causadas por el impacto antropogénico, debido a malas prácticas turísticas, a la falta de claridad en el deslinde de responsabilidades y las modificaciones de las bahías con fines comerciales (Herrera-Olayo, 2009; Alejandre-Samaniego, 2010; Fonseca-Gally, 2010; Herrera-Olayo, 2013; Lagunas Pérez, 2016).

El hecho de que exista una poligonal del PNH tan irregular no es obra de la casualidad, sino más bien obedecen a intereses económicos que en determinado momento imperaron en la toma de decisiones (Orozco-Cervantes, 1992; Vázquez Solís y Propin Frejomil, 2004; Huerta García y Sánchez Crispín, 2011; Mendoza-Ontiveros *et al.*, 2011; Monterrubio y Mendoza, 2011; Rivera-Rivera, 2011; Talledos-Sánchez, 2012), sin embargo la proyección actual de Huatulco como un destino sustentable hace suponer que pueden realizarse acciones en pro del ambiente con mayor facilidad que en el pasado, ya que la mira internacional está puesta sobre estos destinos y una falta de ética podría ocasionar una represalia por parte de las instancias internacionales y la crítica mundial, pero la lucha constante entre FONATUR y CONANP supone que los intereses económicos están aún presentes en el área más allá que los ecológicos, hecho que se ve reflejado en las evaluaciones internacionales de Huatulco (EarthCheck 2016, Sustentable Destinations 2016 y Green Destinations 2016), donde en materia cultural y social se proyectan con bajas puntuaciones, lo cual debe ser atendido con prontitud si en verdad son considerados como un destino sustentable y socialmente responsable.

Debido al constante crecimiento del CIP, los servicios que se requieren para el mantenimiento de la zona urbana se incrementan año con año, tomando en cuenta que la única fuente de agua cercana para el poblado es la que se entuba del río Copalita (González



Mora y Martínez Pacheco, 2010) y que a 2009 ya se hacía uso de más de la mitad de su capacidad (120 l/s de 200 l/s). El crecimiento urbano en solo este aspecto es preocupante, a esto hay que aumentar el requerimiento de otros servicios como los basureros, que actualmente ha sobrepasado su capacidad, el aeropuerto que ya ha sufrido un proceso de expansión, la red de comunicación y transporte que sigue en crecimiento con el fin de atraer mayor turismo y por lo tanto una mayor demanda de recursos, y el crecimiento demográfico, que dentro de los planes de FONATUR está la creación de complejos multifamiliares, enfocado a la movilización de personas, como una opción de primera o segunda residencia dentro del CIP Huatulco, aumentado a esto la generación de aguas residuales, un factor que debe resolverse mediante el establecimiento y ampliación de plantas de tratamiento, así como un seguimiento por parte de las autoridades locales y federales de las regulaciones y controles de estos contaminantes, ya que son un factor de estrés para las placas coralinas (FONATUR, 1998; FONATUR-BMO, 2006; FONATUR, 2009, 2012).

La sustentabilidad no solo implica el cuidado y permanencia de los beneficios ambientales, sino también la integración de ésta en la vida social, económica y política de sus alrededores, pues sin la combinación de estos factores la sustentabilidad se hace insostenible, generando conflictos de diversas índoles que terminan por dañar al mismo sistema (UNESCO, 1997, 2001, 2003; Pomeroy *et al.*, 2006; Shepherd, 2006; Sarukhán *et al.*, 2009; EUROPARC, 2010; Fernández-Velilla *et al.*, 2011; Mumby *et al.*, 2014). La búsqueda de sustentabilidad no debe limitarse al impacto ecológico, sino que se deben de tener en cuenta las necesidades de la población mediante la adopción del Enfoque Ecosistémico y la Gestión Responsable, creando soluciones estratégicas que permitan el desarrollo social y económico, sin poner en riesgo el ambiente.

Una sociedad sustentable debe poder integrarse a la economía local, sin embargo, en Huatulco a pesar de existir diversas campañas en pro de la sustentabilidad y la sociedad, éstas no son suficientes para satisfacer a la población pues generalmente son dirigidas para cubrir un requisito con los visitantes, acción que debe modificarse y emplearse para cumplir con los objetivos de una comunidad sustentable para entonces poder generar así un destino realmente sostenible.

A pesar de que la CONANP como parte administrativa del PNH, tiene conflictos con la población por el uso de los recursos en el parque, ésta es de las pocas instituciones que

realizan trabajos enfocados al beneficio local, con proyectos de difusión de las áreas naturales, cursos y talleres de capacitación a prestadores de servicios y considerables esfuerzos para la protección de esta área, sin embargo año con año los recortes presupuestales en materia ambiental son evidentes, dificultando la labor de estos grupos de trabajo, aun así los logros que se han tenido han sido positivos, impidiendo el deterioro y la construcción de diversos proyectos en las bahías de Huatulco, a pesar de contar con un personal limitado. Lo que ha impulsado estas acciones es la integración de ellos con diversos grupos particulares, junto con el apoyo de la comunidad, siendo esto reflejo de que las instituciones gubernamentales pueden ser un apoyo en determinado momento, sin embargo la sociedad es la que debe hacer valer su derecho a la conservación del patrimonio natural, involucrándose en las actividades y proyectos de su región, mediante lo cual pueda generarse una sociedad informada y responsable con su ambiente (Shepherd, 2006; Escamilla-Pérez, 2011).

La búsqueda de un uso eficiente de los recursos y un menor impacto de las actividades antrópicas, es una proyección mundial que ha originado un nuevo esquema financiero: “la economía verde”, a partir del cual se han innovado en gran cantidad de campos, desde la construcción, hasta la movilidad e incluso el turismo (García-Salgado *et al.*, 2006; SEMARNAT, 2006; Rull, 2010; SEMARNAT, 2014). Las prácticas de turismo sustentable no son nuevas, pero son un eje importante en la oferta turística actual, campo que ha tenido una buena aceptación y adopción en diversas partes del mundo por considerarse innovador, rentable y ecológicamente aceptable. El caso de México no es la excepción puesto que se perfila como uno de los principales esquemas económicos para el desarrollo del país, ya que cuenta con numerosos sitios de interés, los cuales fácilmente pueden adoptar los sistemas ecoturísticos y mediante una buena organización, perfilarlos hacia la sustentabilidad. Sin embargo, la política de gobierno actual busca una falsa sustentabilidad, pues dentro de los planes de desarrollo, la parte que integra a las comunidades adyacentes y el establecimiento de programas sustentables en las zonas de interés, son poco claras o inexistentes, buscando solo un fin económico a corto plazo, sin considerar las afectaciones al ambiente inmerso en la dinámica del sitio (Rull, 2010). La inclusión de la sociedad en estos planes es relevante mediante la adopción del Enfoque Ecosistémico, ya que son ellos, como se ha demostrado en múltiples casos (Dragon Mart 2016, Proyecto Cabo Cortés 2016, etc.), los que pueden permitir o impedir la continuidad de proyectos de desarrollo comercial no sustentables,

siendo en Huatulco el caso más relevante el de la bahía Cacaluta, en la cual la sociedad se ha involucrado y protestado en contra de este proyecto, frenándolo actualmente pero que aún podemos considerar como latente.

Si México quiere perfilarse internacionalmente como un receptor de turismo sostenible debe incluir en sus políticas económicas a la sociedad, pero no solo como una integrante en la mano de obra, sino como un eje fundamental para el desarrollo de la sustentabilidad, adoptando políticas públicas que permitan el desarrollo de la economía verde, con la búsqueda de alternativas energéticas, uso sustentable de los recursos, mitigación de efectos antrópicos, adopción de proyectos comunales ecológicos, educación ambiental y el fortalecimiento de las instituciones encargadas del manejo de los recursos naturales en todo el país. Con ello puede asegurarse un buen manejo del ambiente y la sustentabilidad social que tanto se busca, apoyándose para esto en tratados internacionales como lo es el Enfoque Ecosistémico en el cual se incluya a la sociedad informada en la toma de decisiones, con mecanismos flexibles para la adopción de medidas sustentables, apoyos para pequeñas empresas ecológicas, capacitación para prestadores de servicios, mayores recursos para instancias ecológicas gubernamentales y la concientización de la población para la adopción del recurso, por la importancia que genera hacia ellos y los servicios ambientales que puede obtener.

Si bien es cierto que el cambio climático global es un factor a considerar, por los múltiples procesos en que interviene (patrones de circulación de las corrientes superficiales, ubicación e intensidad de eventos climáticos extremos, procesos químicos del océano debido a los elevados niveles de dióxido de carbono disuelto, cambios de temperatura e incidencia de radiación UV) y el impacto que genera en las comunidades arrecifales (blanqueamiento totales o parciales/temporales, disminución de la eficiencia y resistencia de las comunidades coralinas a fuentes de estrés físico-químicas, menor habilidad competitiva y mayor susceptibilidad a enfermedades), al igual que los efectos que tienen en esta zona los fenómenos el niño y la niña, los cuales también generan estrés en las placas coralinas, estas son problemáticas de mayores dimensiones, un hecho el cual es considerado, siendo abordado con propuestas acorde a los lineamientos internacionales para la reducción de emisiones y el uso de tecnologías verdes, sin embargo no es posible controlarlo a una escala local (Roden, 1961; Glynn *et al.*, 1988; Hoegh-Guldberg, 1999; Hernández-Delgado, 2000;

D’Croz *et al.*, 2001; Lirman *et al.*, 2001; Buddemeier *et al.*, 2004; Burke y Maidens, 2005; Baker *et al.*, 2008; Mumby *et al.*, 2014), atendiendo esta situación, no se descarta que una de las principales problemáticas de afectación coralina esté vinculada con estos procesos y que esto pudiera complicar las propuestas para el manejo, por lo cual debemos tener en claro que al ser los océanos un ente dinámico, estos están expuestos a variaciones fuera del control humano, sin embargo el aporte que debe considerarse, es que al poder controlar aspectos de estrés localizado y puntualizado, sirve de apoyo para que las comunidades coralinas puedan hacerse valer de la resiliencia, que junto con una política incluyente y la aplicación del enfoque ecosistémico se pueda reforzar la dinámica ecológica dentro de la comunidad y los alrededores del parque Nacional Huatulco, sus bahías y sus placas coralinas.

## IX CONCLUSIONES

- Debido a las características morfológicas y las incidencias en cada bahía y su placa coralina, las acciones a llevar a cabo en cada una se tornan específicas, sin embargo tienen todas un punto en común, se debe realizar la instrucción y capacitación de los prestadores de servicios y acercar a la comunidad a los temas ambientales, para proteger y mantener estos recursos, donde se busque una vinculación entre el ambiente y la generación de recursos, siendo ellos participes en su cuidado, para esto la vinculación con autoridades y una correcta y constante capacitación, además de campañas de concientización en búsqueda de una sociedad activa y participativa generaría este propósito.
- La placa arrecifal de la bahía de San Agustín, es la de mayor extensión y donde el daño ocasionado por el asedio de embarcaciones y turistas a lo largo de la franja costera es más evidente. En esta bahía es necesaria la intervención de autoridades y locatarios para contrarrestar el daño mediante un control adecuado del desembarque. El uso de boyas, control de turismo y restricciones en zonas de poca profundidad, donde la perturbación al arrecife es constante, así como regular el crecimiento de palapas y restaurantes en la playa. La actuación en conjunto de CONANP, PROFEPA y SEMAR logra esta vinculación, ya que cada una de las partes puede velar por el cumplimiento de estas iniciativas, siendo CONANP la parte vigilante junto con guarda parques y prestadores de servicios del PNH, PROFEPA la parte operativa para

el control de la Zona Federal Marítimo Terrestre, las concesiones y cambios de uso de suelo y SEMAR el control de las embarcaciones y permisos de navegación.

- La bahía de Riscalillo es de gran importancia por la alta diversidad íctica que alberga. Su principal problemática es el daño de la placa arrecifal, esto por su cercanía con la franja costera y el atraque de embarcaciones en sus inmediaciones. Es necesario establecer un correcto boyado y un control de la incidencia turística, además de estudios a profundidad de su dinámica íctica. CONANP como parte administradora y vigía, junto con los prestadores de servicios deben trabajar a la par, estableciendo boyados y zonas de atraque específicos, mediante la adición de grupos y la generación de recursos de diversas ONG.
- La bahía de Cacaluta resalta en importancia por su dinámica como reservorio de sedimentos debido al humedal que alberga y de los intereses económicos puestos en ella. Es imperante evitar la modificación de este hábitat puesto que destruirlo ocasionaría diversas problemáticas, no solo en la bahía sino a lo largo del parque. En esta parte es de vital importancia el integrar al gobierno federal y local, CONANP y SEMARNAT, así como la opinión pública y el consejo asesor, ya que en ellos está el permitir o impedir la modificación de esta zona.
- La bahía de Maguey cuenta con pequeños parches coralinos alejados de la zona costera, donde la problemática más evidente es el crecimiento de la oferta turística, debe establecerse un plan de desarrollo en conjunto con el programa de ordenamiento local, para evitar el deterioro de esta bahía, valiéndose de la CONANP y el municipio, la cual contemple dentro de las actualizaciones de su programa de manejo y el programa de ordenamiento, un aprovechamiento sustentable de esta zona.
- La bahía de Órgano cuenta con parches coralinos en sus extremos, en los cuales se ha evidenciado su deterioro en la parte más próxima a la costa y en la zona de atraque de embarcaciones. Al ser una bahía con la certificación Blue Flag es constantemente monitoreada, sin embargo, es necesaria la implementación de un mayor control del turismo en número y tipo de uso, esto mediante la capacitación de los prestadores de servicios.
- La bahía de La Entrega es la segunda en extensión de la placa coralina y la primera en deterioro. En esta no existe una regulación del turismo, ni se observa un plan de

desarrollo de la franja costera, siendo evidente la constante mortandad coralina en las zonas someras y de más fácil acceso. Es necesaria la acción de todos los actores en esta zona, puesto que es una de las bahías con mayor afluencia turística en las inmediaciones del Parque Nacional Huatulco y una de las más emblemáticas para Huatulco, con una alta representatividad íctica y coralina. Su deterioro no solo afectaría la ecología de la zona si no también su economía y lo que esto conlleva. Acciones de conciencia ecológica y programas de capacitación a prestadores de servicios, al igual que elevar los niveles de vigilancia ambiental en la zona son necesarios, hecho que debe estar vinculado con el gobierno local e instancias federales. El enfoque ecosistémico como tal debe incluir a cada participante en la preservación y aprovechamiento del sitio, de una manera sustentable y permanente.

- Es necesario para el Parque Nacional Huatulco, como se ha reiterado en diversos estudios, la actualización de su programa de manejo, donde se incluyan propuestas en pro de la sustentabilidad de zonas con influencia antropogénica, la adición de bahías a la poligonal del parque y la inclusión de la población y el sector económico local, pues estos son los principales modificadores del hábitat. Sin embargo, pueden ser también los mejores aliados en contra de su deterioro. Sumado a esto se debe tener en cuenta las afectaciones del cambio climático, que si bien son difíciles de predecir y mitigar son un problema real que no debe dejarse de lado, las cuales deben integrarse en la política ecológica de cada área, para incluir en su manejo los riesgos ambientales que representan.

**X REFERENCIAS**

- AIMS. (2011). "Monitoring. Consultado agosto 2016 de <http://www.aims.gov.au/docs/research/monitoring/monitoring.html>.
- Aguilar, V., Kolb, M., Hernández, D., Urquiza T., y Koleff, P. (2008). Prioridades de conservación de la biodiversidad marina de México. *Biodiversitas* 79: 1-15.
- Alejandro-Samaniego, D. (2010). Evaluación del grado de deterioro de la placa arrecifal de la Bahía Riscalillo, Parque Nacional Huatulco. *Biología*. México D.F., UNAM, FES Zaragoza.
- Alvarado, C. M., Hernández, A. M., McRae, E., Baquero, J., y McAllister, D. (2004). Manual de cuidados para los arrecifes de coral del Gran Caribe. Bogotá, Colombia, Universidad de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano".
- Ambientat-Consultores (2009). Manifestación de impacto ambiental, punta Santa Cruz en bahías de Huatulco. Oaxaca, México, Ambientat Consultores.
- Andrade, H. M., Morales, G., y Hernández. A. Y. (1999). Guía de análisis de impactos y sus fuentes en áreas naturales. México, The Nature Conservancy: 43.
- Andrade, P. A. (2007). Aplicación del Enfoque Ecosistémico en Latinoamérica. CEM-UICN, Bogotá, Colombia.
- Antonius, A. (1977). Coral mortality in reefs: A problem for science and management. Third International Coral Reef Symposium, Miami, Florida, U.S.A., University of Miami.
- Aronson, R. B. y Precht, W. F. (2001). White band disease and the changing face of Caribbean coral reefs. *Hydrobiologia* 460: 25-38.
- Baker, A., Glynn P., y Riegl, B. (2008). Climate change and coral reef bleaching: an ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuar Coast Shelf Sci* 80: 435-447.
- BBC (2009). Arrecifes de coral: en grave peligro. BBC News. B. mundo, BBC.
- Beltrán-Torres, A. U. y Carricart-Ganivet, J. P. (2011). Uso y manejo de los arrecifes coralinos. *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación*. ECOSUR. México D.F., Conabio. 1.
- Benítez-Villalobos, F. (2000). Comparación de la comunidad de Equinodermos asociada a arrecifes en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. Oaxaca, México, Biología Marina, Universidad del Mar.
- Birkeland, C. (1997). *Life and Death Of Coral Reefs*. U.S.A., Chapman & Hall.
- Brenner, L. (2005). State-planned tourism destinations: The case of Huatulco, México. *Tourism Geographies* 7: 138-164.
- Brown, J. H. (1994). Grand challenges in scaling up environmental research. *Environmental Information Management and Analysis: Ecosystem to Global Scales*. U.K., Taylor & Francis Ltd: 21-26.
- Buddemeier, R. W., Kleypas, J. A., y Aronson, R. B. (2004). Coral reefs & global climate change. Potential contributions of climate change to stresses on coral reef ecosystems. Virginia, U.S.A., Pew Center on global climate change: p. 44.
- Burke, L. y Maidens, J. (2005). Arrecifes en peligro en el Caribe. WRI. Estados Unidos de América, Instituto de Recursos Mundiales: 84.
- Cáceres, R. Á. (1994). Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS: aplicación a las ciencias de la salud, Díaz de Santos.
- Calderón-Aguilera, L. E., Reyes-Bonilla, H. y Carriquiry, J. D. (2007). El carbono en aguas costeras y lacustres. El papel de los arrecifes coralinos en el flujo de carbono en el

- océano: estudios en el Pacífico mexicano. México, D.F., Instituto Nacional de Ecología: p. 215-226.
- Castro, P. y Huber, E. M. (2003). *Marine Biology*, The McGraw-Hill Companies.
- Carricart-Ganivet, J. P. (2008). La importancia de los arrecifes de coral en México. De Nuestro Pozo. México, D.F., Ecofronteras: 5.
- Ceballos, M. M. (2004). Manual para el desarrollo del mapeo de actores claves –MAC. elaborado en el marco de la consultoría técnica GITEC-SERCITEC.
- Chávez-Hidalgo, A. (1988) "Los arrecifes coralinos del Caribe Noroccidental y Golfo de México en el contexto socioeconómico." *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*: 10
- Chávez-Hidalgo, A. (2009). Conectividad de los arrecifes del Golfo de México y el Caribe Mexicano. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. La Paz, B.C.S., IPN. *Maestría*: 167.
- CONANP (2003). Programa de manejo Parque Nacional Huatulco. Conanp-Semarnat. México DF, México.
- Coria, I. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Invenio, Universiada del Centro Educativo Latinoamericano Rosario-Argentina*, 11(20): 125-135.
- D'Croz, L., Maté, J., y Oke, J. (2001). Responses to elevated sea water temperature and UV radiation in the coral *Porites lobata* from upwelling and non-upwelling environments on the Pacific coast of Panama. *Bull Mar Sci* 69: 203-214.
- Davidson, M. G. (2002). Protecting Coral Reefs: The Principal National and International Legal Instruments. *HARV. ENVTL. L. REV* 26: 499, 501.
- De la Maza, C. L. (2007). Evaluación de Impactos Ambientales. Manejo y Conservación de Recursos Forestales. Editorial Universitaria. 579-609.
- Dellavedova, M. a. G. (2011). Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental. Argentina, Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo: 38.
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza, UICN: 116.
- Elkington, J. (1998). *Canniblas with forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Universidad de Michigan, New Society Publishers.
- Escamilla-Pérez (2011). Propuesta de manejo y conservación de los arrecifes de Bahías de Huatulco: un enfoque ecológico-económico. Puerto Ángel, Oaxaca, México, Universidad del Mar.
- EUROPARC (2010). Herramientas para la evaluación de las áreas protegidas: modelo de memoria de gestión. Madrid, España, Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez para los Espacios Naturales: 121.
- Fernández- Santana, O. (1991). El Análisis Cluster: Aplicación Interpretación y validación. *Revista de Sociología*. 37; 65-76.
- Fernández-Velilla, S. G., Jiménez-Luquin, A. y Seminario-Alfonso, C. (2011). Decidir juntos para gestionar mejor. Manual de planificación participativa en áreas protegidas. p. t. Departamento de medio ambiente, agricultura y pesca. España, Gobierno Vasco.
- Ferreira, L. & Hitchcock, D. B. (2009) A comparison of hierarchical methods for clustering functional data. *Comm Stat Simulation Computation*. 38, 1925-1949.
- FONATUR (1998). Estrategia de reposicionamiento. Diagnóstico y restricciones del sitio. México, FONATUR: 8.



- FONATUR. (2008). "Boletín No. 10/2008." Consultado abril, 2015, de [http://www.fonatur.gob.mx/movil/es/comunicacion/index.asp?cve\\_sec=190](http://www.fonatur.gob.mx/movil/es/comunicacion/index.asp?cve_sec=190).
- FONATUR (2009). "Mapa de Sector FONATUR, Bahías de Huatulco." Consultado agosto, 2015, de <http://www.century21procasa.com/>.
- FONATUR (2012). Programa maestro de desarrollo portuario del puerto de Bahías de Huatulco y de la Z.F.M. de la marina turística Chahué, Oaxaca. 2012-2017. Gobierno-Huatulco. Oaxaca, Bahías de huatulco, FONATUR.
- FONATUR (2015). "Misión, Visión." Consultado Abril, 2015, de <http://www.fonatur.gob.mx/>.
- FONATUR-BMO (2006). Programa Maestro de Desarrollo Portuario 2006-2015. Gobierno-Huatulco. Oaxaca, Bahías de Huatulco, FONATUR.
- Fonseca-Gally, F. S. (2010). Evaluación del Grado de deterioro de la placa arrecifal de la bahía de San Agustín, Parque Nacional Huatulco. *Biología*. México D.F., UNAM, FES Zaragoza: 67.
- Gamboa-Contreras, J. A. y Tapia-García, M. (1998). Invertebrados bentónicos de la plataforma continental interna. El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. México, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa: 103-128.
- Ganivet, C. (2008). La importancia de los arrecifes de coral en México. *Ecofronteras*.
- García-Salgado, M., Camarena, T. L., Gold, G. B., Vasquez, G. M., Galland, G. M., Nava, G. D., y Ceja, V. M. (2006). Proyecto para la conservación y uso sostenible del sistema arrecifal mesoamericano (SAM). Documento Técnico del SAM. Belize, Belize, Unidad Coordinadora del Proyecto Coastal Resources Multi-Complex Building Princess Margaret Drive.
- García, E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). México, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Guzmán, S. (2013). Desarrollo de un índice de estructura arrecifal como propuesta de herramienta de manejo. Facultad de Ciencias, Campus Sisal. Yucatán, México, Universidad Nacional Autónoma de México: 100.
- García-Salgado, M., T. L. Camarena, G. B. Gold, M. Vasquez, G. Galland, G. M. Nava, G. D. Alarcón y V. M. Ceja (2006). Proyecto para la conservación y uso sostenible del sistema arrecifal mesoamericano (SAM). Documento Técnico del SAM. Belize, Belize, Unidad Coordinadora del Proyecto Coastal Resources Multi-Complex Building Princess Margaret Drive.
- GBRMPA (2008). Cairns area. Plan of management. A. Government. Australia, Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- Gil-Agudelo, D. L., Navas-Camacho, R., Rodríguez-Ramírez, A., Reyes-Nivia, M. C., Bejarano, S., Garzón-Ferreira, J., y Smith, G. (2009). Enfermedades coralinas y su investigación en los arrecifes colombianos. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. Santa Marta, Colombia. 38 (2): 189-224.
- Glynn, P. W., Cortés-Núñez, J., Guzmán-Espinal, H., y Richmond, R. (1988). El Niño (1982-83) associated coral mortality and relationship to sea surface temperature deviations in the tropical eastern Pacific. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, Australia. Australia.
- Glynn, P. W., y Leyte-Morales, G. E. (1997). Coral reefs of Huatulco, West México: reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec. *Rev. Biol. Trop.* 45(3): 1033-1047.

- Glynn, P. W., Lirman, D., Baker, A., y Leyte-Morales G. E. (1998). First documented hurricane strikes on eastern Pacific coral reefs reveal only slight damage. *Coral Reefs* 17: 368.
- Gómez-Rojo, V. R., Domínguez-Licona, J. M. y Gónzales-Hernández, T. D. (2006). Análisis territorial de la micro-cuenca y bahía del río Cacaluta, Santa María Huatulco, Oaxaca. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* 60: 22-45.
- Gónzales, M. A., Miranda, M. E., y Padilla, E. (1997). Fortalecimiento a la sociedad civil, las políticas públicas y el desarrollo sustentable: Caso Santa María Huatulco, Oaxaca. PNUD/SEMARNAP. México, informe técnico.
- González-Mora, I. D. y Martínez-Pacheco, A. (2010). Análisis espacial multicriterio en SIG para las cuencas Copalita-Zimatán-Huatulco (CZH). Criterios de manejo del agua y del territorio para la zonificación en la cuenca CZH. *Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México*. I. A. P. Fundación Gonzalo Río Arronte. Oaxaca, México, WWF.
- Google-Earth (2014). Imagen satelital del Parque Nacional Huatulco. <http://earth.google.com/>, Google.
- Granja-Fernández, M. R., y López-Pérez, R. A. (2008). Sedimentación en comunidades arrecifales de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Rev. Biol. Trop.* 56(3): 1179-1187.
- Greenpeace, M. (1988). Arrecifes Coralinos en México. *Este País* 90: 9.
- Guedes, E. (2004). Mapeo de actores sociales: un enfoque de redes sociales en el marco del desarrollo local, Universidad de la República, Uruguay.
- Gullette, G. S. (2007). Migration and Tourism Development in Huatulco, Oaxaca. *Current Anthropology* 48: 603-610.
- Havskov, J., Singh, S., y Novelo, D. (1982). Geometry of the Benioff zone in the Tehuantepec area in southern Mexico. *Geof. Int.* 21: 325-330.
- Hernández, D. L., Moral, S., y Salmerón, A. (1997). Inferencia en redes causales probabilistas mediante precomputación aproximada. XXIII Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa. Valencia, Departamento de Informática y Sistemas Universidad de Murcia: 2.
- Hernández-Delgado, E. A. (2000). Effects of anthropogenic stress gradients in the structure of coral reef fish and epibenthic communities. *Biology*. San Juan, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico. Doctorado.
- Herrera-Escalante, T., López Pérez, R. A., y Leyte-Morales, G. E. (2005). Bioerosion caused by the sea urchin *Diadema mexicanum* (Echinodermata: Echinoidea) at Bahías de Huatulco, Western Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 53: 263-273.
- Herrera-Olayo, D. (2009). Evaluación del grado de deterioro de los arrecifes de coral de la bahía Violín, Parque Nacional Huatulco. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana.
- Herrera-Olayo, D. (2013). Estructura de las comunidades de corales hermatípicos y evaluación de su grado de deterioro de las bahías Violín, Maguey y la Entrega, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México *Ciencias del Mar y Limnología*. México D.F., Universidad Nacional Autónoma de México. Maestría.
- Hoegh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the World's coral reefs. *Greenpeace*: 28.
- HUATULCO NOTICIAS. (2012). "Huatulco tendrá nuevo relleno sanitario." Consultado mayo, 2015, de <http://huatulconoticias.com/?p=32266>.

- Huerta-García, M. A. y Sánchez-Crispín, Á. (2011). Evaluación del potencial ecoturístico en áreas naturales protegidas del municipio de Santa María Huatulco, México. *Cuadernos de Turismo* 27: 541-560.
- Hyrenbach, K. D., Forney K. A., y Dayton, P. K. (2000). Marine protected areas and ocean basin management. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst* 10: 437-458.
- INEGI. (2009). "Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos." Consultado Abril, 2015, de <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>.
- INEGI (2010). Principales resultados por localidad (ITER). INEGI. México, Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Juárez-Hernández, L. G. (2005). Estructura de la comunidad de peces en la bahía Maguey, Huatulco, Oaxaca. *Hidrobiología*. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana.
- Juárez-Hernández, L. G., Tapia-García, M., y Luna-Monsivais, B. (2013). Estructura de las comunidades de peces de las bahías Maguey y Cacaluta, Huatulco, Oaxaca. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1243-1257.
- Juárez-Hernández, L.G., y Tapia-García, M. (2017). Ictiofauna de las bahías del Parque Nacional Huatulco, Oaxaca, México. *Revista de Biología Tropical*. (en prensa).
- Kleypas, J. A., Buddemeier, R. W., Archer, D., Gattuso, J. P., Langdon, C., y Opdyke, B. N. (1999). Geochemical consequences of increased atmospheric carbon dioxide on Coral Reefs. *Science*.
- Kritzer, J. P., Hicks, C. C., Mapstone, B. D., Pina-Amargós, F., y Sale, P. F. (2014). Ecosystem-based management of coral reefs and interconnected nearshore tropical habitats. *Marine ecosystem-based management. The sea: ideas and observations on progress in the study of the seas*. 16: 369-428.
- Kuiper, F. K., y Fisher, L. (1975). A Monte Carlo comparison for six clustering procedures. *Biometrics* 31: 777-784.
- Lagunas-Pérez, A. G. (2016). Evaluación de la gestión y conservación efectiva del área natural protegida: Parque Nacional Huatulco. Puerto Ángel, Oaxaca, Universidad del Mar. 78.
- Lara-Lara, J. R., Arenas-Fuentes, V. ., Bazán-Guzmán, C., Díaz-Castañeda, V., Escobar-Briones, E., García-Abad, M. C., Gaxiola-Castro, G., Robles-Jarero, G., Sosa-Ávalos, R., Soto-González, L. A., Tapia-García, M., y Valdez-Holguín, J. E. (2008). Los ecosistemas marinos. *Capital natural de México: Conocimiento actual de la biodiversidad*. Conabio. México. I: 135.159.
- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., y Balsley, J. E. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. Washington, D.C., U.S. Geological Survey: 13.
- Leyte-Morales, G. E. (2001). Estructura de la comunidad de corales y características geomorfológicas de los arrecifes coralinos de Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *UMAR*. México, Universidad del Mar. Maestría.
- Lirman, D., Glynn, P. W., Baker, A. C., y Leyte-Morales, G. E. (2001). Combined effects of three sequential storms on Huatulco coral reef tract, Mexico. *Bulletin of marine science* 69: 267-278.
- Lluch-Cota, S. E., Müller-Karger, F. E., Santamaría del Ángel, E. M., Álvarez-Borrego S. L., y Hernández-Vázquez, S. (1997). El golfo de Tehuantepec y áreas adyacentes: variación espaciotemporal de pigmentos fotosintéticos derivados de satélite. *Ciencias Marinas* 23(3): 329-340.

- López-López, D. A. (2016). Identificación de sitios prioritarios de conservación en arrecifes coralinos de la costa central de Oaxaca (Puerto Escondido-Puerto Ángel-Huatulco), México. Puerto Ángel, Oaxaca, Universidad del Mar. Maestría: 179.
- López-Pérez, R. A., y López-García, A. (2008). Identificación de sitios prioritarios para la consevación de corales formadores de arrecife en el estado de Oaxaca, México. *Hidrobiología* 18: 239-250.
- López-Pérez, R. A., y Hernández-Ballesteros, L. M. (2004). Coral community structure and dynamics in the Huatulco area, western México. *Bulletin of Marine Science* 75(3): 453-472.
- López-Pérez, R. A., Hernández-Ballesteros, L. M., y Herrera-Escalante, T. (2002). Cambio en la dominancia de la comunidad arrecifal en Chachacual, Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar, UMAR*: 33-38.
- López-Pérez, R. A., Benítez-Villalobos, F., López-Ortíz, A. M., Pérez-Maldonado, I. L., Granja-Fernández, M. R., y Domínguez, M. T. (2008). La comunidad arrecifal en Isla Cacaluta, Oaxaca. Diagnóstico de los Recursos Naturales de la Bahía y Micro-Cuenca del Río Cacaluta, Municipio de Santa María Huatulco, Oax., UMAR.
- Martínez-Morgan, A. T. (2004). Estructura de la comunidad de peces de la bahía Riscalillo, Huatulco, Oaxaca. *Hidrobiología*. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa: 64.
- Meganck, R., y Saunier, R. (1983). What Trinidad and Tobago Must Know About Managing Our Natural Resources. *The Naturalist* 4(8).
- Mendoza-Ontiveros, M. M., Monterrubio-Cordero, J. C., y Fernández-Aldecua, M. J. (2011). Impactos sociales del turismo en el centro integralmente planeado (CIP) Bahías de Huatulco, México. *Gestión Turística* 15: 47-73.
- Moguel-Archila, S., y Martínez, L. G. (2015). La Protección de los arrecifes de coral en México: Rescatando la biodiversidad marina y sus beneficios para la humanidad. A. i. p. l. d. d. ambiente. México, AIDA.
- Monreal-Gómez, M. A., y Salas de León, D. A. (1998). Dinámica y estructura termohalina. El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. México, Universidad Autónoma Metropolitana: 13-26.
- Monsivais-Luna, B. (2005). Estructura de la comunidad de peces en la bahía Cacaluta, Huatulco, Oaxaca. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa: 55.
- Monterrubio, J. C., y Mendoza, M. M. (2011). Turismo y cambios sociales. Estudio cualitativo sobre percepciones comunitarias en Bahías de Huatulco, México. *Cuadernos de Turismo* 28: 171-189.
- Mosiño, P. A., y García, E. (1974). The climate of Mexico. *Climates of North America*. Elsevier. Amsterdam y New York: 345-404.
- Mujica, V., Pérez, C. (2005). Evaluación de impactos ambientales en el laboratorio de Ingeniería Química de la Universidad de Carabobo. *Revista de Ingeniería*. 12(2), 23-31.
- Mulhall, M. (2009). Saving the rainforest of the sea: An analysis of international efforts to conserve coral reefs. *Duke enviromental law & policy forum* 19: 321-351.
- Mumby, P. J., Flower, J., Chollett, I., Box, S. J., Yves-Marie, B., Fitzsimmons, C., y Forster, J., (2014). Hacia la resiliencia del arrecife y medios de vida sustentables: Un manual para los administradores de arrecifes de coral del Caribe. Exeter, University of Exeter.

- Nellemann, C., Corcoran, E., Duarte, C. M., Valdés, L., De Young, C., Fonseca, L., y Grimsditch, G. (2009). Blue Carbon: The role of healthy oceans in binding carbon. A rapid response assessment. GRID-Arendal, UNEP, FAO y IOC/UNESCO.
- Nixon, S. W. (1996). Regional Coastal Research- What is it? Why do it? What role should NAML Play? *Biol. Bull.* 190: 252-259.
- Núñez-Orozco, A. L., Labastida-Che, A., y Oviedo-Piamonte, J. A., (2013). Composición y abundancia de la ictiofauna en la franja sublitoral del Golfo de Tehuantepec, Oaxaca/Chiapas, México. *Ciencia Pesquera* 21(2): 29-40.
- ONU (1992). Convenio sobre la diversidad biológica Convenio sobre la diversidad biológica Río de Janeiro, Brasil.
- Orozco-Cervantes, P. (1992). Bahías de Huatulco, Reseña de la reubicación. *Alteridades* 2(4): 95-99.
- Patterson, K. L., Porter, J. W., Ritchie, K. B., Polson, S. W., Mueller, E., Peters, E. C., Santavy, D. L., y Smith, G. W. (2002). The etiology of white pox a lethal disease of the Caribbean elkhorn coral *Acropora palmata*. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99: 8725-8730.
- Patterson, S. K. y Ritchie, B. K., (2004). White Pox Disease of the Caribbean Elkhorn Coral, *Acropora palmata*. *Coral Health and Disease*. Springer. USA: 289-300.
- Pinto, W. (1988). *La entrevista periodística* Lima, Cibeles.
- Pomeroy, R. S., Parks, J. E., y Watson, L. M. (2006). Cómo evaluar una AMP. Manual de indicadores naturales y sociales para evaluar la efectividad de la gestión de Áreas Marinas Protegidas. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido, UICN: 216.
- Ponce, V. M. (2010) "La matriz de Leopold para la evaluación del impacto ambiental." Accesado Julio, 2015, de [http://ponce.sdsu.edu/la\\_matriz\\_de\\_leopold.html](http://ponce.sdsu.edu/la_matriz_de_leopold.html).
- PROFEPA. (2015). "Acerca de la PROFEPA." Consultado Abril, 2015, de <http://www.profepa.gob.mx/>.
- PUBLIMAR. (2009). "Aprueban comuneros de Huatulco proyecto de relleno sanitario." Consultado mayo, 2015, de <http://publimar.mx/?p=1926>.
- RAE. (2015). "Sustentable." de <http://lema.rae.es/drae/?val=sustentable>.
- Ramirez, J. (2000). "Arrecifes de Coral." de <http://ponce.inter.edu/acad/cursos/ciencia/pages/corales.htm>.
- Ramírez-Gutiérrez, M., Tapia-García, M., Ramos-Santiago, E., y Ulloa, R. (2007). Estructura comunitaria de peces en bahía San Agustín, Huatulco, México. *Revista Chilena de Historia Natural* 80: 419-430.
- Ramírez-Ramírez, A. (2004). Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces de la bahía San Agustín, Huatulco, Oaxaca. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa: 55.
- Ramos-Santiago, E., y Tapia-García, M. (2017). Estructura de la comunidad de peces en la bahía La Entrega, Oaxaca, México. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(1): 7-28.
- Ramsar, S. a. d. l. C. n. d. (2010). Manejo de las zonas costeras: Cuestiones concernientes a los humedales y manejo integrado de las zonas costeras. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*. S. a. d. l. C. n. d. Ramsar. Gland, Suiza. 12.
- Reyes-Bonilla, H. (2003). Coral reefs of the Pacific coast of Mexico. *Latin America Coral Reefs*. J. Cortés. Elsevier, Amsterdam, Gulf Professional Publishing: 331-341.
- Reyes-Bonilla, H., y López-Pérez, A. (1998). Biogeografía de los corales pétreos (Scleractinia) del Pacífico de México. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* 24: 211-224.

- Reyes-Solís, J. R. (2012). México 2006-2012: Un balance económico. El Universal. México D.F.
- Rivera, G. M. (2011). Evaluación de las áreas marinas protegidas en México IPN-CICIMAR. LA PAZ, B.C.S., México, Instituto Politécnico Nacional. Doctorado.
- Rivera-Rivera, E. (2011). Diagnóstico ecológico, social y cultural del parque nacional Huatulco. CONANP. México.
- Roden, G. I. (1961). On the wind driven circulation in the Gulf of Tehuantepec and its effect upon surface temperatures. *Geofísica Internacional* 1: 55-72.
- Rull, V. (2010). El mito de desarrollo sostenible. *Collectanea Botanica* 29(011): 103-109.
- Ryzin, J. V. (1976). Classification and Clustering: Proceedings of an Advanced Seminar Conducted by the Mathematics Research Center. Elsevier. Madison 37: 478.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, R., Dirzo, J., Llorente-Bousquets, G., Halffter, R., González, I., March, A., Mohar, S., Anta, J., y De la Maza, J. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CANABIO).
- SEMAR. (2015). "Misión, Visión." Secretaría de Marina; Consultado Abril, 2015, de <http://www.semar.gob.mx/s/organizacion.html>.
- SEMARNAT (2006). Política ambiental nacional para el desarrollo sustentable de océanos y costas de México. Estrategias para su conservación y uso sustentable. SEMARNAT. México.
- SEMARNAT (2014). Desarrollo y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, para la adaptación al cambio climático, bajo un esquema de manejo territorial en el corredor biológico de Oaxaca. IEEDS. México, Gobierno de Oaxaca.
- SEMARNAT. (2015). "¿Qué es la SEMARNAT?" de <http://www.semarnat.gob.mx/>.
- Shepherd, G. (2006). El enfoque ecosistémico: Cinco pasos para su implementación UICN. Gland Suiza y Cambridge, Reino Unido: 44.
- Sherman, K., Alexander, L. M., y Gold, B. D. (1993). Large marine Ecosystems: stress, mitigation and sustainability. Washington, D.C.
- Talledos-Sánchez, E. (2012). La imposición de un espacio: de La Crucesita a Bahías de Huatulco. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*: 119-142.
- Tapella, E. (2007). El mapeo de Actores Claves, documento de trabajo del proyecto Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las Américas: un abordaje interdisciplinario. Córdoba, España, Universidad Nacional de Córdoba, Inter-American Institute for Global Change Research (IAI).
- Tapia-García, M. y García-Abad, M. C. (1998). Los peces acompañantes del camarón y su potencial como recurso en las costas de Oaxaca y Chiapas. El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa: 179-196.
- Tapia-García, M., García-Abad, M. C., Carranza-Edwards, A., y Vázquez-Gutiérrez, F. (2007). Environmental characterization of the continental shelf of the Gulf of Tehuantepec, Mexico. *Geof. Int.* 46: 249-260.
- Tapia-García, M., García-Abad, M. C., González, G. M., Macuilt, M. C., y Cerdanés, G. L. (1994). Composición, distribución y abundancia de la comunidad de peces demersales del Golfo de Tehuantepec, México. *Trop. Ecol.* 35(2): 229-252.

- Tapia-García, M. y Gutiérrez-Díaz, B. (1998). Recursos pesqueros de los estados de Oaxaca y Chiapas. El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. México D.F., Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa: 149-162.
- Tapia-García, M. y Mendoza-Rodríguez, R. (2005). Composición y abundancia de la ictiofauna de las lagunas Superior e Inferior, Oaxaca, México. *Actual Biol.* 82: 57-65.
- TODOHUATULCO. (2009). "Aprueban comuneros de huatulco proyecto de relleno sanitario." Consultado mayo, 2015, de [http://www.todohuatulco.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=358:aprueban-comuneros-de-huatulco-proyecto-de-relleno-sanitario&catid=3:newsflash](http://www.todohuatulco.com/index.php?option=com_content&view=article&id=358:aprueban-comuneros-de-huatulco-proyecto-de-relleno-sanitario&catid=3:newsflash).
- TODOHUATULCO. (2012). "Supervisan creación de proyecto de relleno sanitario en Huatulco." Consultado mayo, 2015, de [http://www.todohuatulco.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2716:supervisan-creacion-de-proyecto-de-relleno-sanitario-en-huatulco&catid=3:newsflash](http://www.todohuatulco.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2716:supervisan-creacion-de-proyecto-de-relleno-sanitario-en-huatulco&catid=3:newsflash).
- Torrucó-Gómez, D., y González-Solís, A. (2010). Estado actual de los corales. *Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán*: 204-208.
- Trasviña, A. (1991). Offshore wind forcing in a coastal ocean: observations and modelling of the Gulf of Tehuantepec, México. Gran Bretaña., Universidad de Gales. Tesis doctoral.
- Trasviña, A. y Andrade, C. (2002). La circulación costera del Pacífico Tropical Oriental, con énfasis en la Alberca Cálida Mexicana. Colombia, Bogotá, Consejo Nacional de Acreditación-Ministerio de Educación.
- Trasviña, A., Lluch, D., Filonov, A., y Gallegos, A. (1999). El Pacífico Tropical Mexicano y El Niño. Impacto del Niño en México. Magaña. México, UNAM.
- Trasviña, A., Barton, E.D., Brown, J., Vélez, H.S., Kosro, M., y Smith, R. L. (1995). Offshore Wind Forcing in the Gulf of Tehuantepec, Mexico: the asymmetric circulation. *Geophysical Research, OCEANS* 100: 20649-20663.
- Trasviña, A., Barton, E.D., Velez, H. S., y Brown, J. (2002). Frontal subduction of a cool surface water mass in the Gulf of Tehuantepec. *Geofísica Internacional*: En prensa.
- Treviño, J. (1995). El enfoque sistémico: aplicación al sector de agua potable y alcantarillado; Ingeniería e Investigación. 10-23.
- UNESCO (1984). Comparing coral reef survey methods. Report of a regional Unesco. U. r. i. m. science. Thailand, UNESCO: p. 170.
- UNESCO (1997). Methodological guide to integrated coastal management. IOC Manual and Guides No. 36. UNESCO: 47.
- UNESCO (2001). Instrumentos y personas para una gestión integrada de zonas costeras. IOC Manuales y Guías No. 42. UNESCO: 64.
- UNESCO (2003). A reference guide on the use of indicators for integrated coastal management. IOC Manuals and Guides No. 45. UNESCO: 127.
- Vázquez, A. C., Rosete, F. V., Enríquez, G. H., y Hernández, B. T. (2006). Ordenamiento ecológico marino. Visión temática de la regionalización. INE. México, Delmo Comunicaciones.
- Verd, J. (2000). Recursos para las Ciencias De La Tierra y Medio Ambientales: La matriz de Leopold, un instrumento para analizar noticias de prensa de temática ambiental. *Enseñanzas de ciencias de la Tierra* 8.3: 239- 246

- Veron, J. E. (2008). *A Reef in Time: The Great Barrier Reef from Beginning to End*. U.S.A., Belknap: Harvard University Press.
- Ward, J. H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Amer. Statist. Assoc.* 58, 236-244.
- Wilkinson, T., Wiken, E., Bezaury-Creel, J., Hourigan, T., Agardy, T., Herrmann, H., Janishevski, L., Madden, C., Morgan, L., y Padilla, M. (2009). *Ecorregiones marinas de América del Norte*. Montreal, Comisión para la Cooperación Ambiental: 200.
- WWF (2001). *Metodología para la evaluación y priorización rápidas del manejo de áreas protegidas* W. Global, WWF.



**XI ANEXOS****XI.1 Acrónimos**

|                   |  |
|-------------------|--|
| AMP               | Área Marina Protegida  |
| ANP               | Área Natural Protegida   |
| ASRN              | Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales            |
| CACO <sub>3</sub> | Carbonato de Calcio  |
| CCA               | Comisión para la Cooperación Ambiental                           |
| CCR               | Corriente Costera de Costa Rica                                  |
| CDB               | Convenio sobre la Diversidad Biológica                           |
| CEIEG             | Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica           |
| CICIMAR           | Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas                    |
| CINU              | Centro de Información de las Naciones Unidas                     |
| CIP               | Centro Integralmente Planeado                                    |
| CMAP              | Comisión Mundial de Áreas Protegidas                             |
| CONABIO           | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad |
| CONACYT           | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología                         |
| CONAGUA           | Comisión Nacional del Agua                                       |
| CONANP            | Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas                  |
| CONBIODES         | Conservación Biológica y Desarrollo Social                       |
| CONVEMAR          | Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar       |
| DEVA              | Dirección Ejecutiva de Vigilancia Ambiental                      |
| ENOS              | El Niño-Oscilación del Sur                                       |
| EVT               | Eje Volcánico Transversal  |
| FITUR             | Feria Internacional del Turismo                                  |
| FONATUR           | Fondo Nacional de Fomento al Turismo                             |
| IGCA              | índice General de Calidad Ambiental                              |
| INEGI             | Instituto Nacional de Estadística y Geografía                    |
| LEED              | Leadership in Energy & Environmental Design                      |
| LGEEPA            | Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente |

|          |  |
|----------|--|
| MAC      | Mapeo de informantes clave   |
| MIA      | Manifestación de Impacto Ambiental   |
| NOAA     | National Oceanic and Atmospheric Administration  |
| NOM      | Norma Oficial Mexicana   |
| ONG      | Organización No Gubernamental  |
| ONU      | Organización de las Naciones Unidas  |
| P        | Protección   |
| PEA      | Población Económicamente Activa  |
| PET      | Programa de Empleo Temporal  |
| PIB      | Producto Interno Bruto   |
| PNANP    | Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas  |
| PNH      | Parque Nacional Huatulco   |
| PROCOCES | Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible   |
| PROFACE  | Programa de Fondos de Apoyo para la Conservación y Restauración de los Ecosistemas a través de la Participación Social |
| PROFEPA  | Procuraduría Federal de Protección al Ambiente   |
| R        | Recuperación   |
| RAE      | Real Academia Española   |
| RAPPAM   | Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management   |
| SECTUR   | Secretaría de Turismo  |
| SEDEMA   | Secretaría del Medio Ambiente  |
| SEMAR    | Secretaría de Marina   |
| SEMARNAT | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  |
| SMCh     | Sierra Madre de Chiapas  |
| SMO      | Sierra Madre Occidental  |
| SMS      | Sierra Madre del Sur   |
| UAM      | Universidad Autónoma de México   |
| UICN     | Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza  |
| UMA      | Unidad de Manejo Ambiental   |
| UMAR     | Universidad del Mar  |
| UNAM     | Universidad Nacional Autónoma de México  |

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| UR  | Uso Restringido                |
| UT  | Uso Tradicional                |
| WWF | World Wildlife Fund for Nature |
| ZEE | Zona Económica Exclusiva       |

## **XI.2 Guion de entrevistas**

### **1. Caracterización de servicios y funciones**

- a) Cargo que desempeña y funciones
- b) Tipo de servicio que brinda
- c) Tiempo en el cargo
- d) ¿Cuántas personas brindan el mismo servicio?
- e) ¿Cuántas personas están a su cargo?
- f) ¿Cómo se compone su grupo de trabajo?
- g) ¿Qué diferencias hay en temporadas?
- h) ¿Cuánto tiempo dedica a su actividad?
- i) ¿Cuáles son los objetivos de su organización?

### **2. Problemáticas del PNH y sus alrededores**

- a) ¿Qué restricciones encuentran para desempeñar su trabajo?
- b) Problemáticas con turistas
- c) Problemáticas con locales
- d) ¿Existen capacitaciones para el desarrollo de sus funciones?
- e) ¿Cuentan con equipo suficiente para el desarrollo de sus funciones?
- f) ¿Cómo afecta la continuidad del parque a sus funciones laborales?
- g) ¿Cuenta con apoyos para la realización de sus actividades?
- h) ¿Cuenta con suficiente presupuesto para la realización de sus labores?
- i) ¿Qué problemas ambientales existen?
- j) ¿Cuáles son las fuentes del daño en el parque?

### **3. Percepción de daños y actividades**

- a) ¿Cómo considera el estado del parque y los sistemas coralinos?
- b) ¿Cómo afecta el estado del parque a su economía?
- c) ¿Qué actividades ya no se realizan?

- d) ¿Se cumplen con las disposiciones y los reglamentos del parque?
- e) ¿Qué sanciones existen y se han aplicado?
- f) ¿Cómo considera el manejo del parque?
- g) ¿Ha existido apoyo gubernamental para la protección del parque?

#### **4. Respuestas a problemáticas**

- a) ¿Qué acciones realiza en pro del ambiente?
- b) ¿Qué le gustaría implementar para mejora la situación del parque?
- c) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por la conservación?
- d) ¿Existen diferencias con respecto a sustentabilidad a partir de las certificaciones del sitio?
- e) ¿Con qué medidas ecológicas se cuentan?
- f) ¿Qué estrategias se siguen para la sustentabilidad?
- g) ¿Existe retroalimentación de visitantes y locales?
- h) ¿Cómo se diseñan los planes urbanos para empatarlos con la protección del parque?
- i) ¿Cuál es la proyección de Huatulco y que actividades realizan para su continuidad?
- j) ¿Existen una base de datos de monitoreo ambiental?