

1996 b

092531848

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**Centro Universitario de Ciencias
Biológicas y Agropecuarias
División de Ciencias Biológicas y Ambientales
BIOLOGÍA**



**El efecto de las actividades turísticas sobre los
corales pétreos (Cnidaria, Anthozoa,
Scleractinia) de los Arcos, Jalisco, México.**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

P R E S E N T A

Pedro Medina Rosas

GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO. JULIO DE 1997



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**C. PEDRO MEDINA ROSAS
P R E S E N T E.**

Manifiestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de TESIS " EL EFECTO DE LAS ACTIVIDADES TURISTICAS SOBRE LOS CORALES PETREOS (CNIDARIA, ANTHOZOA, SCLERACTINIA) DE LOS ARCOS, JALISCO, MEXICO " para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicho trabajo al DR. JUAN LUIS CIFUENTES LEMUS.

A T E N T A M E N T E
" PIENSA Y TRABAJA "
"AÑO HOSPITAL CIVIL DE GUADALAJARA"
Las Agujas, Zapopan, Jal., Mayo 13 de 1997


M. EN C. ARTURO OROZCO BAROCIO
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION


M. EN C. JOSE LUIS NAVARRETE HEREDIA
SECRETARIO DEL COMITE DE TITULACION

c.c.p. DR. JUAN LUIS CIFUENTES LEMUS.- Director del Trabajo.
c.c.p El expediente del alumno.

AOB/JLNH/memn*

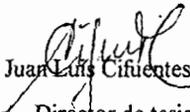
M. en C. Alfonso Islas Rodríguez
Director de la División de Ciencias Biológicas y Ambientales
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias
Presente

Por este conducto nos permitimos informarle que habiendo revisado y hechas las revisiones pertinentes al trabajo del Pasante de Biología Pedro Medina Rosas (código 92531848) titulado **El efecto de las actividades turísticas sobre los Corales Pétreos (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) de Los Arcos, Jalisco, México** consideramos que reúne los méritos necesarios para su impresión y la realización de los exámenes profesionales respectivos.

Sin otro particular, le reitero mis consideraciones más altas

ATENTAMENTE

Guadalajara, a 7 de julio de 1997


Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus
Director de tesis

Vo.Bo. Sinodales

Biól. Sandra Reyes Aguilera

Biól. América Loza Llamas

M. en C. Eduardo Juárez Carrillo



dedicado al aprendizaje que queda después de hacer una tesis de Biología

AGRADECIMIENTOS

A Rebeca, Fabián, Diego y Andrea, por el mundo que vivimos.

Al Maestro Juan Luis Cifuentes, por lo que se puede aprender estando con él.

A Amílcar Cupul, por el apoyo para realizar el trabajo.

Al personal del Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta, de la Universidad de Guadalajara, que me apoyaron en diferentes aspectos del trabajo.

A Hector Reyes, por lo que me enseñó de los corales y coraleros.

A la empresa Vallarta Adventure y a la Agencia Betanzos de Puerto Vallarta por el apoyo.

A los sinodales del trabajo.

A los que me acompañaron y ayudaron en los muestreos.

A los que vieron el seguimiento y preguntaron sobre el estado del borrador de esta tesis.

A los que se interesen y puedan sacar provecho de este trabajo.

ÍNDICE

	página
PORTADA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	vi
I.- RESUMEN	1
II.- INTRODUCCIÓN	2
III.- JUSTIFICACIÓN	4
IV.- ANTECEDENTES	
IV.1.- Situación de los corales en el mundo	
<u>Problemática</u>	6
<u>Soluciones</u>	7
<u>Áreas Naturales Protegidas a nivel mundial</u>	7
<u>Áreas Naturales Protegidas a nivel nacional</u>	8
IV.2.- Estudios sobre corales en el Pacífico Mexicano	9
IV.3.- Situación de Los Arcos	10
V.- OBJETIVOS Y METAS	12
VI.- ÁREA DE ESTUDIO	
VI.1.- Descripción general	13
VI.2.- Descripción de las zonas del estudio	20
VII.- MATERIALES Y MÉTODO	
VII.1.- Trabajo de campo	26
VII.2.- Trabajo de laboratorio	28
VII.3.- Trabajo de gabinete. Análisis	29
VIII.- RESULTADOS	
VIII.1.- Actividades turísticas en Los Arcos	31

VIII.2.- Impactos que ocasionan las actividades turísticas sobre los corales pétreos de Los Arcos	34
VIII.3.- Número de embarcaciones y personas que visitan Los Arcos	39
VIII.4.- Lista sistemática de las especies de corales pétreos registradas en Los Arcos	41
VIII.5.- Corales pétreos de Los Arcos	42
VIII.6.- Tablas con los valores calculados para los corales pétreos de cada zona de Los Arcos	47
VIII.7.- Colección Científica de Cnidarios de la Universidad de Guadalajara	50
VIII.8.- Archivo fotográfico submarino de la Universidad de Guadalajara de las comunidades marinas de Los Arcos	50
IX.- DISCUSIÓN	51
X.- CONCLUSIONES	64
XI.- RECOMENDACIONES	66
XI.1.- Sugerencias y comentarios al acuerdo del Diario Oficial de la Federación del lunes 28 de julio de 1975	70
XII.- BIBLIOGRAFÍA	72
XIII.- APÉNDICE I. Diario Oficial de la Federación. 28 de julio de 1975.	83
XIV.- APÉNDICE II. Qué hacer y no hacer cuando se visita Los Arcos.	85

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	página
Tabla 1. Actividades turísticas que se observaron en Los Arcos y los efectos que ocasionan.	33
Tabla 2. Matriz de impactos con los valores de los efectos que ocasiona cada actividad turística sobre los corales pétreos de Los Arcos.	36
Tabla 3. Matriz de impactos con los valores de los efectos de cada actividad turística sobre los corales pétreos por cada zona de Los Arcos.	38
Tabla 4. Capacidad máxima de pasajeros de las embarcaciones turísticas registradas en Capitanía de Puerto que visitan diariamente Los Arcos.	40
Tabla 5. Cobertura promedio (%) y número total de las especies de las colonias vivas de corales pétreos en cada zona de Los Arcos.	47
Tabla 6. Promedio de la cobertura de corales pétreos rotos en cada zona de Los Arcos.	48
Tabla 7. Dominancia (%) por número de colonias de las especies de corales pétreos en cada zona de Los Arcos.	48
Tabla 8. Rangos de distribución vertical de las especies de corales pétreos en Los Arcos.	49
Tabla 9. Promedio del número de especies de corales pétreos encontradas en los transectos de cada zona de Los Arcos.	49
Tabla 9. Actividades permitidas para cada zona de Los Arcos.	69
Figura 1. Mapa de la ubicación de Los Arcos, Jalisco, México.	16
Figura 2. Ubicación de Los Arcos, con respecto a Puerto Vallarta, Jalisco, México.	17
Figura 3. Cambios mensuales de la temperatura media de la superficie del agua en Puerto Vallarta.	18
Figura 4. Cambios mensuales de la salinidad media de la superficie del agua en Puerto Vallarta.	19

Figura 5. Mapa de la zonación de Los Arcos.	23
Figura 6. Batimetría del fondo y altitud de los islotes de Los Arcos.	24
Figura 7. Tipo de fondo que prevalece en Los Arcos, con las principales zonas con crecimiento de corales pétreos.	25

I.- RESUMEN

Los Arcos, un área protegida desde 1975, es uno de los puntos más visitados por los turistas que llegan a las costas del Pacífico Mexicano en Puerto Vallarta, principalmente para bucear, aprovechando las características del lugar y la cantidad de organismos que se pueden observar en la única área protegida del estado con estas características, en un área aproximada de 30 hectáreas.

Desde noviembre de 1996 a febrero de 1997 se realizaron recorridos para identificar y determinar las actividades turísticas que ocasionan impactos sobre las especies de corales pétreos de Los Arcos; mediante transectos de banda se estimó la cobertura y densidad relativa de cada especie de corales pétreos. Con observaciones durante los muestreos se describieron las características principales del fondo marino

De acuerdo al número de embarcaciones y personas que llegan, el desarrollo de corales, las características del fondo, la batimetría y la intensidad de corrientes se dividió a Los Arcos en cinco zonas, con diferentes características para su uso turístico, ya sea buceo o paseo, con la presencia de embarcaciones que utilizan anclas, a excepción de las personas que llegan desde la playa, y que realizan sus actividades donde los corales presentan desde un amplio desarrollo hasta donde lo presentan casi nulo, sobre fondos arenosos, rocosos y su mezcla.

El principal daño que presentan las especies de los corales pétreos de Los Arcos es ocasionado por las anclas y cadenas de las embarcaciones que llevan a los turistas diariamente para que realicen actividades turísticas, al romper las estructuras de las colonias de corales. Uno de los efectos negativos del buceo se representa en las ramas rotas de los corales. Otro de los impactos que ocasionan estas actividades es la basura que cae al fondo del mar arrojada o abandonada por los visitantes.

Se registraron 9 especies de 6 géneros de corales pétreos, que se desarrollan desde el primer metro de profundidad hasta los 20 metros. La especie con mayor número de colonias fue *Porites panamensis*, y la mayor cobertura la ocupa el género *Pocillopora*, con tres especies: *capitata*, *damicornis* y *verrucosa*. Las colonias de *Pavona gigantea* representan las más grandes reportadas para Bahía de Banderas. El registro de las especies de *Psammocora*, *superficialis* y *stellata*, son recientes para esta zona de la costa continental mexicana; en Los Arcos se desarrolla en la zona A. *Tubastrea coccinea*, presenta un desarrollo importante en la zona E. *Astrangia equatorialis* presenta individuos muy pequeños con una cobertura muy baja.

Las zonas con mayor número de visitas por embarcaciones y buzos presentan más daños ya que es en donde se desarrollan y tienen más cobertura las especies de corales pétreos. La zona que presentó más impactos y que requiere de una protección inmediata es la A, porque en ella existe el mayor número y cobertura de especies de corales pétreos, y es la más visitada por las embarcaciones de buceo.

Se sugieren lineamientos para un programa de manejo que permita el aprovechamiento racional para beneficio de los organismos y de los visitantes. Quedó formada la Colección Científica de Cnidarios de la Universidad de Guadalajara y el archivo de fotografías submarinas de la Universidad de Guadalajara.

II.- INTRODUCCIÓN

Las actividades turísticas que se desarrollan en las zonas costeras del mundo no sólo generan empleos y divisas para la región, sino que también son causa de deterioro en los ecosistemas marinos, entre ellos los arrecifes coralinos. Dentro de las alteraciones que sufren los corales, las condiciones ambientales que puedan provocar una restricción en su crecimiento y reproducción, expresado en un gradiente entre las condiciones ideales y el límite de supervivencia, se consideran como estrés. Estos valores pueden verse afectados por eventos ocasionados por causas naturales y humanas, donde las actividades turísticas han tenido repercusiones tanto en los organismos como en el medio donde se desarrollan (Rosen, 1982; Grigg y Dollar, 1990). La utilización sin control de los arrecifes coralinos se ha acelerado a tal grado, que su degradación es cada vez mayor en muchas partes del mundo (Eakin *et al.*, 1996).

A lo largo de su costa, México posee lugares que reúnen características ideales para ser visitados para realizar diferentes actividades turísticas durante el año, tanto en el Pacífico, como en el Golfo de México y el Mar Caribe. Puerto Vallarta, se ha convertido en un punto clave para el turismo del estado de Jalisco y del país, ocupando desde los últimos años uno de los primeros lugares como destino turístico a nivel nacional. La belleza y componentes de su costa, ya sea en el medio marino o terrestre, así como el desarrollo de las zonas coralinas, son motivos de la creciente afluencia de visitantes.

Los arrecifes coralinos se desarrollan en aguas someras de zonas tropicales del planeta, con baja turbiedad y rangos estrictos en sus propiedades fisicoquímicas, como la temperatura y salinidad. Dentro del grupo Anthozoa, los corales hermatípicos, donde están incluidos los corales pétreos, se caracterizan por un endoesqueleto calcáreo que los convierte en los principales constructores de los arrecifes, el ecosistema marino con mayor antigüedad, complejidad y diversidad de los océanos del planeta (Jackson, 1991). A

diferencia de los ahermatípicos, poseen zooxantelas, organismos simbiotes que habitan dentro del tejido, en una asociación que los beneficia a ambos, y que les permite desarrollarse en estas regiones determinadas del océano. Estos ecosistemas forman una red de organismos íntimamente relacionados cuya exuberancia parece una paradoja en medio de las aguas claras y poco productivas de los trópicos (Longhurt y Pauly, 1987).

Los arrecifes coralinos representan los máximos niveles alcanzados en la evolución de los ecosistemas en los océanos del planeta. La diversidad biológica que los caracteriza es su mayor atributo, por lo que su protección es una necesidad reconocida como prioridad en la estrategia mundial de conservación para tratar de detener y reparar los daños que provocan su destrucción (WWF, 1992). Para lograrlo, es necesario ampliar los conocimientos sobre la composición, estructura y funcionamiento de sus comunidades, para así poder proponer programas de manejo que permitan un mejor aprovechamiento y beneficio, tanto para el ambiente como para la región.

Como parte de los itinerarios turísticos para los visitantes de Puerto Vallarta, la localidad de Los Arcos es visitada con fines recreativos y actividades acuáticas, con paseos en embarcaciones que pasan o llegan, principalmente para bucear, aprovechando las facilidades y características del lugar y la cantidad de especies marinas que habitan el lugar, opción que se puede realizar durante casi todo el año. Consecuentemente, la frecuencia e intensidad de estas actividades humanas han causado, en diversas proporciones y efectos, impactos al medio donde se desarrollan. Las consecuencias resaltan aun más por ser un área relativamente pequeña que carece del tiempo necesario y suficiente para su completa recuperación.

Los corales ocupan una porción del ecosistema arrecifal que favorece el desarrollo de cientos de especies, por lo que si son dañados, la integridad del conjunto se ve amenazada; considerando esto, las tolerancias ambientales de este ecosistema no pueden exceder a las de los corales.

III.- JUSTIFICACIÓN

El incremento de las actividades de origen antropogénico en las costas del mundo ha ocasionado que se presenten impactos en distintas formas y magnitudes, y afectando a uno o varios grupos biológicos; en algunos lugares se han planteado propuestas para solucionar, ya sea para atenuar o evitar que se sigan presentando estos daños, dependiendo de las características de la región y de los organismos que son vulnerados.

La intensidad y forma con que se llevan a cabo las actividades turísticas en las costas de los trópicos, han ocasionado impactos sobre el medio y las comunidades que se desarrollan en ellas, por el progreso en el uso y equipos para la recreación, que principalmente necesitan el uso de embarcaciones o técnica con la cual acceder al ambiente acuático.

Los corales pétreos son uno de los grupos que permiten observar y determinar el impacto que provocan las actividades turísticas que se realizan en los ecosistemas marinos. El conocimiento de las estructuras que forman las comunidades en el entorno costero ofrece información que permite el aprovechamiento racional de los recursos que existen en la región.

Los Arcos, un área protegida por el gobierno federal desde 1975, y parte del destino turístico que integra en Puerto Vallarta, diariamente es visitada por turistas con la principal finalidad de ejecutar actividades de recreación, como el buceo y las que implican el uso de embarcaciones. Dentro de las áreas protegidas del Estado de Jalisco, Los Arcos ocupan la centésima parte (0.01%), y albergan especies en un ecosistema que presenta las únicas características para ese tipo de áreas.

Hay una carencia de estudios sobre la composición biológica del ambiente marino y terrestre de Los Arcos, así como la falta de programas de manejo o aprovechamiento que controlen y regulen su uso, de acuerdo a las necesidades y circunstancias que se presentan. No existe tampoco un reglamento o institución que se encargue de vigilar y proteger el lugar y actividades que se desarrollan.

Debido a la importancia para su conservación y el potencial que tiene para ser aprovechado, es necesario identificar los efectos que causan las actividades turísticas en los corales pétreos de Los Arcos. Se requieren además una serie de estudios, recomendaciones y acciones que puedan conformar un programa de manejo para conservar el área, que permita promover realmente su protección y obtener un beneficio para los organismos que las habitan y dependen de ellos, incluidos los humanos.

IV.- ANTECEDENTES

IV.1.- Situación de los corales en el mundo

Problemática

Actualmente los problemas que se han observado en los arrecifes coralinos son la sedimentación provocada por el cambio de uso del suelo en la zona costera (Cortés y Risk, 1984); el blanqueamiento, por la pérdida de color en los tejidos de los corales hermatípicos debido a la muerte de las zooxantelas (Gleason, 1993; Glynn, 1993; Pecheux, 1997); la extracción de bloques y colonias de coral para material de construcción o para usos ornamentales (Wells y Hanna, 1992; Öhman *et al.*, 1993; Guzmán *et al.*, 1991; Guzmán y Cortés, 1993); la contaminación del agua (INEGI, 1995); y el cambio de temperatura, dentro de los fenómenos climáticos globales que suceden en ciertas regiones del planeta, como El Niño (El Niño Oscilación Sureña) (Colgan, 1991; Glynn, 1988, 1990a; Glynn *et al.*, 1988; Guzmán y Cortés, 1992; Guzmán, *et al.*, 1987).

Además están los efectos propiciados por las actividades antropogénicas relacionadas con el turismo (Wells y Hanna, *op. cit.*), principalmente el buceo; los novedosos equipos y técnicas de enseñanza permiten aprender y realizarlo con mayor facilidad desde la década de los ochenta, cuando se extendió e incrementó su auge; los documentales y programas en la televisión sobre el mundo marino han estimulado estas actividades, por lo que ahora, miles de turistas vacacionan en los trópicos buceando sus arrecifes coralinos (Backman, 1997; Snedaker y Getter, 1985; Wells y Hanna, *op. cit.*). El desarrollo de esta actividad y sus equipos no sólo ha permitido que se practique cada vez como una recreación, sino que hace más prácticas y fáciles las técnicas y trabajos científicos para estudiar los organismos y eventos marinos *in situ* (Gamble, 1984; Flemming y Max, 1990; Glynn *et al.*, 1972).

Con respecto a sus usos, las visitas para recreación en los arrecifes han generado las ganancias más altas pero menos reconocidas, incrementando su problemática ya que la destrucción del hábitat, el uso de anclas y las colectas también aumentaron (Brusca, 1973; Craik *et al.*, 1990; Snedaker y Getter, *op. cit.*).

Soluciones

Dentro de las opciones que tratan de solucionar estos problemas, se encuentran las boyas para anclaje, que han sido propuestas y diseñadas para reducir el daño en corales y organismos que viven en el fondo, por el uso de anclas y cadenas, proporcionando un lugar seguro a las embarcaciones mientras se permanezca en algún lugar. Se han utilizado en varias partes del mundo con buenos resultados, ya que evitaron o redujeron los daños (Davis, 1977 y 1982; Donovan-Potts y Matthews, 1993; Etshman, 1993; Tilmant y Schmahl, 1981; Tilmant *et al.*, 1980).

Durante los últimos años, los arrecifes artificiales surgieron como alternativas para agrupar especies que buscan alimento o refugio, pudiéndose aprovechar como fuentes de recursos pesqueros o atractivo turístico, por la diversidad de los materiales que se emplean (llantas, coches, barcos, aviones, etc.).

Áreas Naturales Protegidas a nivel mundial

La creación de áreas protegidas se propone como un intento por controlar, monitorear y vigilar de una mejor forma las condiciones y características bióticas y abióticas dentro de regiones importantes del planeta, para intensificar las evaluaciones de los esfuerzos y estudios que se realizan. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) regula a nivel mundial este tipo de áreas, estableciendo una serie de categorías con diferentes propósitos y metas para cada una siguiendo varios criterios y

adecuándose a sus diferentes necesidades y características. Se desarrollan dentro de un programa de manejo establecido que trata de solucionar las problemáticas, ya sea de origen natural o provocadas por las actividades humanas, y orientado al aprovechamiento racional y sustentable de los recursos, tanto para fines turísticos y comerciales como para investigación científica y tecnológica. Las áreas protegidas marinas se presentan en mayor número en los trópicos (Chiappone y Sullivan, 1991; Harriot *et al.*, 1994; Moore, 1985; Robison, 1993; Salm, 1985; Spellerberg y Hards, 1992; Sullivan y Chiappone, 1992).

Áreas Naturales Protegidas a nivel nacional

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), es el órgano en México que administra y controla este tipo de áreas. Dentro de sus categorías y de las que engloban el ambiente marino, y por lo tanto a los corales pétreos, está el Área de Protección de Flora y Fauna y el Parque Marino Nacional. La primera tiene como objetivo conservar hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de especies de flora y fauna acuáticas. Por su parte, la finalidad del Parque Nacional es conservar áreas biogeográficas representativas que posean por lo menos un ecosistema importante con flora y fauna de importancia nacional por su belleza escénica, valor científico, educativo, histórico o recreativo, y su aptitud al turismo. Proteger y preservar los ecosistemas marinos, regulando el aprovechamiento sustentable de la diversidad acuática son propósitos que se agregan dentro de un Parque Marino (CONABIO, 1997).

En esta última categoría se aseguran las condiciones necesarias para proteger especies, comunidades bióticas o características físicas de importancia nacional, que requieran de la intervención humana para su perpetuación; esto permite combinar y hacer compatible la conservación y uso recreacional intensivo de las playas, el fondo marino y la zona federal marítimo terrestre contigua, donde los visitantes entran bajo condiciones especiales relacionadas con propósitos y actividades de recreación, investigación y educación, además de que contiene varios ecosistemas funcionales (CONABIO, *op. cit.*).

Dentro de los Parques Marinos Nacionales con corales como factor importante para haber sido decretados como tales están Cabo Pulmo, Baja California Sur, en el Golfo de California, el arrecife coralino más septentrional del Pacífico mexicano, con un área de 7,111 hectáreas (Reyes, 1993), cuya estrategia de manejo fue propuesta en 1993 (Anaya y Arízpe), basada en el trabajo de tesis de la primera autora (Anaya, 1993) y siendo decretado con esa categoría en 1995. Dentro del Golfo de México está el Arrecife Alacranes, un atolón del banco de Campeche, con una longitud y ancho máximos de 24.67 y 13 kilómetros, respectivamente (Carricart-Ganivet y Horta-Puga, 1993) establecido en 1994; y el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), decretado en 1992 y con un área de 52,238 hectáreas (CONABIO, *op. cit.*), cuyo programa involucra diferentes aspectos por la magnitud y extensión que cubre (Murrieta *et al.*, 1993). En el Caribe Mexicano, en el estado de Quintana Roo y decretados en 1996, están los arrecifes de la Isla Cozumel, con una extensión de 11,987 hectáreas, y la Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc, con 8,673 hectáreas.

IV.2.- Estudios sobre corales en el Pacífico Mexicano

Dentro de los trabajos que se han realizado sobre corales en la costa continental del Pacífico de México, Leyte (1995a y b) localizó las zonas coralinas de la costa de Oaxaca. Personal de la Universidad Autónoma de Baja California Sur realizó investigaciones sobre corales en el Golfo de California (Reyes, 1990). López y Pérez (1995), llevaron a cabo un estudio preliminar de corales para Jalisco y Colima. Estos estudios están enfocados a aspectos ecológicos, sin determinar directamente los impactos por la actividad antropogénica.

Para los organismos marinos de Bahía de Banderas existen pocos trabajos específicos para corales, por lo que su conocimiento es incipiente. No se tienen registro de publicaciones recientes, siendo reportadas únicamente las especies *Astrangia haimeii* en Cabo Corrientes (Squires, 1959), y *Heterocyathus aequicostatus* en toda la bahía (Durham y

Barnard, 1952). Reyes (1993) cita que al norte de Bahía de Banderas existe una zona de alta cobertura coralina (>40%), con una estructura física arrecifal bien desarrollada, con un espesor entre 1 y 2 metros, y formando franjas de cientos de metros de longitud. Medina-Rosas *et al.* (1995) realizaron un trabajo de corales y equinodermos de las Islas Marietas, al noroeste de Bahía de Banderas. Para las Islas Marietas, se estudia la diversidad de los corales (Medina-Rosas, en prep.).

IV.3.- Situación del Área Protegida Los Arcos

En 1975, por la problemática que afectaba las actividades de pesca, el gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Industria y Comercio (Diario Oficial), declara a Los Arcos como Zona de Protección a Flora y Fauna Marina, con el fin de protegerlo, conservarlo, e impulsar estudios para determinar su conocimiento (Apéndice I).

En el Plan de Protección al Ambiente del Estado de Jalisco (Gov. de Jal. y COESE, 1993) se revisaron sus características como área natural protegida, pero debido a que no ha habido estudios ni actualizaciones desde su decreto, son pocos los datos que aporta para determinar su grado de interés o importancia; no presenta la extensión, la ubicación es la misma del decreto y que está desfasada, mencionando sólo que carece de estudios. A nivel nacional no se menciona a Los Arcos en publicaciones que analizan este tipo de áreas (CONABIO, *op. cit.*; Curiel, 1997; INEGI, 1995; SEMARNAP, INE y CONABIO, 1995).

No existen referencias directas sobre la estructura de los corales de Los Arcos. Para la zona de Puerto Vallarta hay trabajos de características turísticas que mencionan a Los Arcos, pero no aportan datos sobresalientes o propuestas útiles para su conservación. En 1991 se realizó un estudio sobre los problemas ecológicos en Puerto Vallarta, donde se propone un inventario turístico de varios lugares de belleza natural, entre ellos Los Arcos, como parte de las metas que pretendía realizar la Delegación de Turismo (Bravo y Aceves, 1992). Así mismo, en un trabajo sobre los recursos naturales turísticos de Jalisco sólo se

menciona el nombre de Los Arcos (Anónimo, 1986). García (1987), en un esfuerzo por dar a conocer las bellezas de la costa de Jalisco, publicó una serie de fotografías con el ánimo de estimular a la gente a conocerlas, a pesar de que no se dan datos de lugares o fechas que pudieran servir de referencia, Los Arcos figuran en varias por si inconfundible formación.

V.- OBJETIVOS Y METAS

V.1.- Objetivo general

Determinar los efectos que ocasionan las actividades turísticas sobre los corales pétreos de Los Arcos, Jalisco, México.

V.2.- Objetivos particulares

- 1).- Identificar las actividades turísticas que se realizan en Los Arcos.
- 2).- Determinar los impactos que ocasionan las actividades turísticas sobre los corales pétreos de Los Arcos.
- 3).- Identificar las especies de corales pétreos de Los Arcos.
- 4).- Determinar la cobertura y densidad relativa de las especies de corales pétreos de Los Arcos.
- 5).- Describir las características principales del fondo marino de Los Arcos.

V.3.- Metas

- 1).- Proponer acciones y lineamientos que puedan conformar un programa de manejo para la conservación de los corales pétreos de Los Arcos.
- 2).- Obtener ejemplares de corales pétreos de Los Arcos para la Colección Científica de Cnidarios de la Universidad de Guadalajara.
- 3).- Iniciar el archivo de fotografías submarinas de la Universidad de Guadalajara de Los Arcos, para registrar las características de sus comunidades coralinas y marinas.

VI.- ÁREA DE ESTUDIO

VI.1.- Descripción general

Los Arcos están ubicados a 10 kilómetros al suroeste de Puerto Vallarta, encuadrados en las coordenadas geográficas 20°32'30" y 20°33'00" latitud Norte y 105°17'00" y 105°17'45" longitud Oeste, en el este de Bahía de Banderas; ocupan un área aproximada de 30 hectáreas, donde sobresalen 5 islotes, con alturas entre los 5 a 50 metros sobre la superficie del mar, cercanos a la playa; tres de ellos presentan túneles que permiten el paso a través de ellos incluso con embarcaciones pequeñas, formando arcos naturales, lo que les da el nombre con el que se les conoce actualmente (Fig. 1)(Municipio de Puerto Vallarta, 1996; INEGI, 1984).

Bahía de Banderas está en el occidente de México, en los estados de Jalisco y Nayarit, con una extensión de 120 kilómetros. Presenta una plataforma continental delgada a 60 metros de profundidad en su parte sur que se ensancha hacia el norte; la atraviesa un cañón que va en dirección suroeste y que presenta una profundidad máxima de 1,400 metros (Secretaría de Marina, 1994).

La región de Bahía de Banderas pertenece a una zona donde cambian varias estructuras de regionalización (hipsometría, batimetría del margen continental, geología, unidades morfotectónicas costeras, hidrología, y provincias litorales). Presenta una configuración oceanográfica complicada y dinámica, afectada por la confluencia de dos importantes sistemas de corrientes: la de California, de aguas frías y baja salinidad, que fluye hacia el sur desde Baja California, y la norecuatorial, de aguas calientes y salinidad intermedia, que sube desde el sureste. Además tiene un aporte menor de aguas cálidas y de alta salinidad que vienen del Golfo de California. Estos fenómenos provocan cambios de salinidad, un gradiente de temperatura marcado y patrones locales de circulación estacional

en la región (Álvarez y Gaitán, 1994). El movimiento de la capa superficial de agua en esta región del Pacífico Tropical Oriental es en dirección norte o noroeste en los meses de junio a noviembre, y en dirección sur o suroeste en el resto del año (Wyrski, 1965).

Geológicamente, el área que rodea la bahía está constituida por unidades litológicas principalmente de rocas ígneas intrusivas del Mesozoico, por lo que los principales aportes provienen de este tipo de afloramientos, que se distribuyen en las cuencas hidrográficas que drenan hacia el Pacífico (Álvarez y Gaitán, *op. cit.*).

Los datos oceanográficos son escasos para Los Arcos. La temperatura superficial del agua en Puerto Vallarta durante el año oscila entre los 18° y 35 °C. La salinidad media se mantiene entre 32.7 y 37.1 ‰ (Instituto de Geofísica, 1994). Las Figuras 2 y 3 muestran los cambios mensuales de temperatura y salinidad, respectivamente, de la superficie del agua en Puerto Vallarta.

Existen varios ríos que descargan sus aguas a la bahía, que se originan en las sierras que la bordean, y que son más caudalosos en verano, ya que las lluvias se presentan en esas fechas y ocasionalmente en invierno. El Mismaloya es el más cercano a Los Arcos, y se encuentra a un kilómetro.

En la playa en Los Arcos predomina el canto rodado, con una zona arenosa en la parte norte. La costa es micromareal (Klein, 1985), con las mareas mixtas.

La vegetación de la costa adyacente a Los Arcos es bosque tropical subcaducifolio, sin embargo, la que se desarrolla sobre los islotes es caducifolia, compuesta principalmente por especies de las familias Cactaceae, Gramineae, Leguminaceae, Burseraceae, Cyperaceae, Julianaceae (Raymundo Ramírez, com. pers.; Rzedowski, 1978; Villarreal y Tena, 1992).

El islote más grande tiene un área aproximada de 2.5 hectáreas, con mayor diversidad vegetal, ya que los demás tienen poca cobertura de plantas. El que le sigue en

tamaño tiene casi 3 mil m²; el más pequeño 200 m², y los otros dos (el que se encuentra más al norte y el que está a un lado del mayor) un poco más de 2.5 mil m².

El clima de Puerto Vallarta, como parte de la región suroeste de México, es subhúmedo cálido de mayor humedad (Aw2) (Álvarez y Gaitán, *op. cit.*; García y Vidal, 1992).

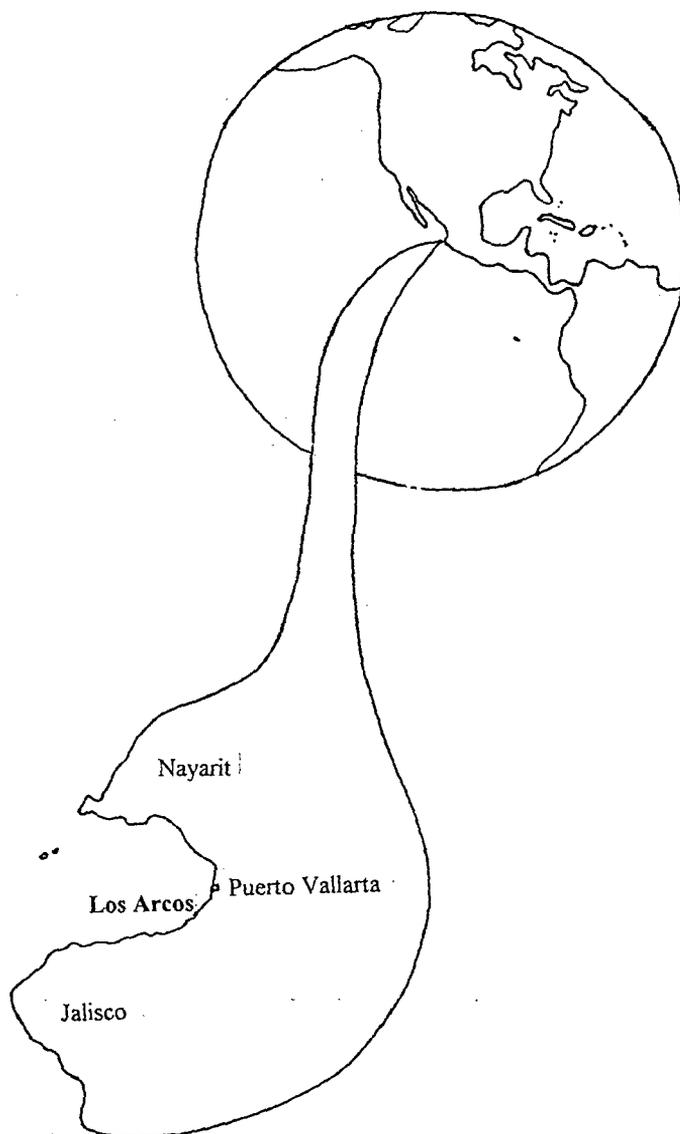


Figura 1. Mapa de la ubicación de Los Arcos, Jalisco, México.

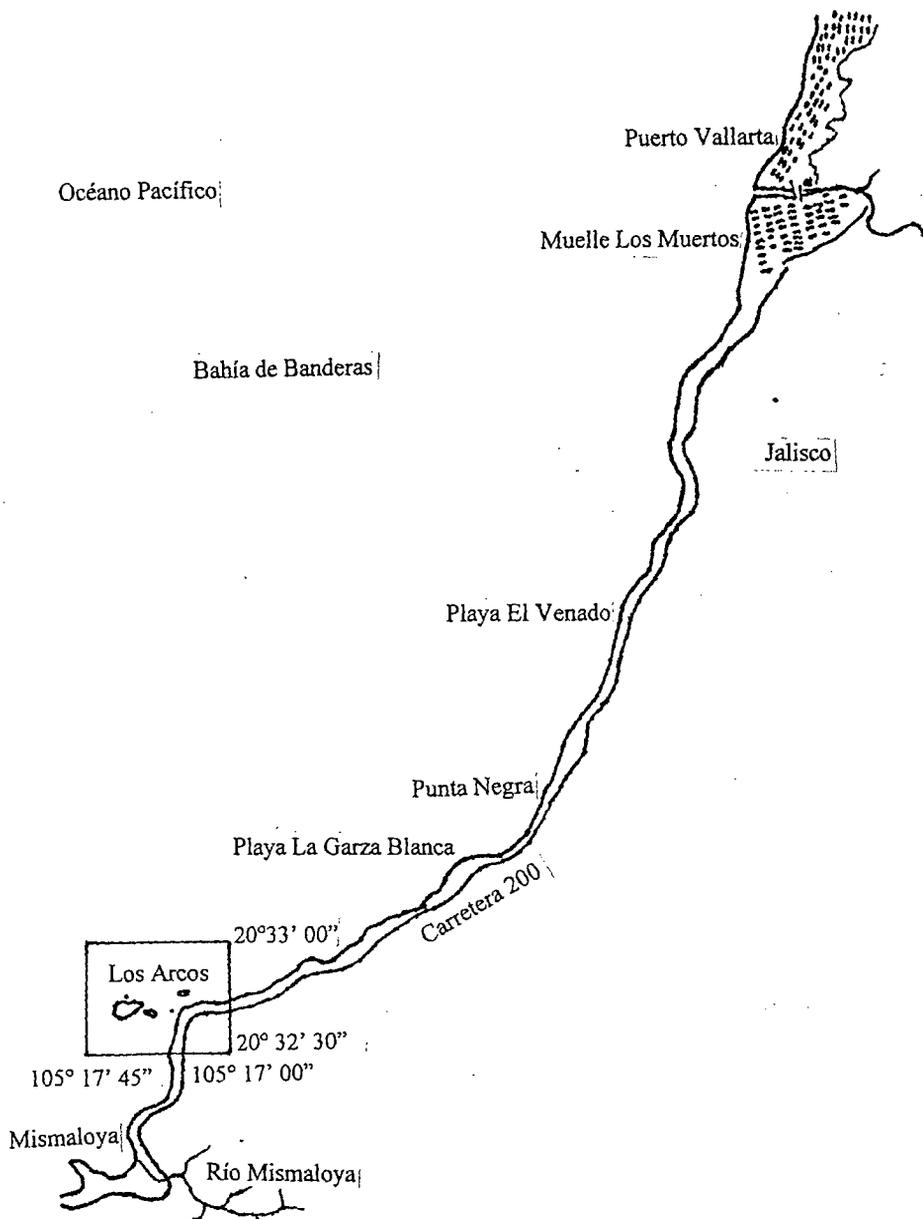


Figura 2. Ubicación de Los Arcos, con respecto a Puerto Vallarta, Jalisco, México (CETENAL, 1973). Escala 1:50000.

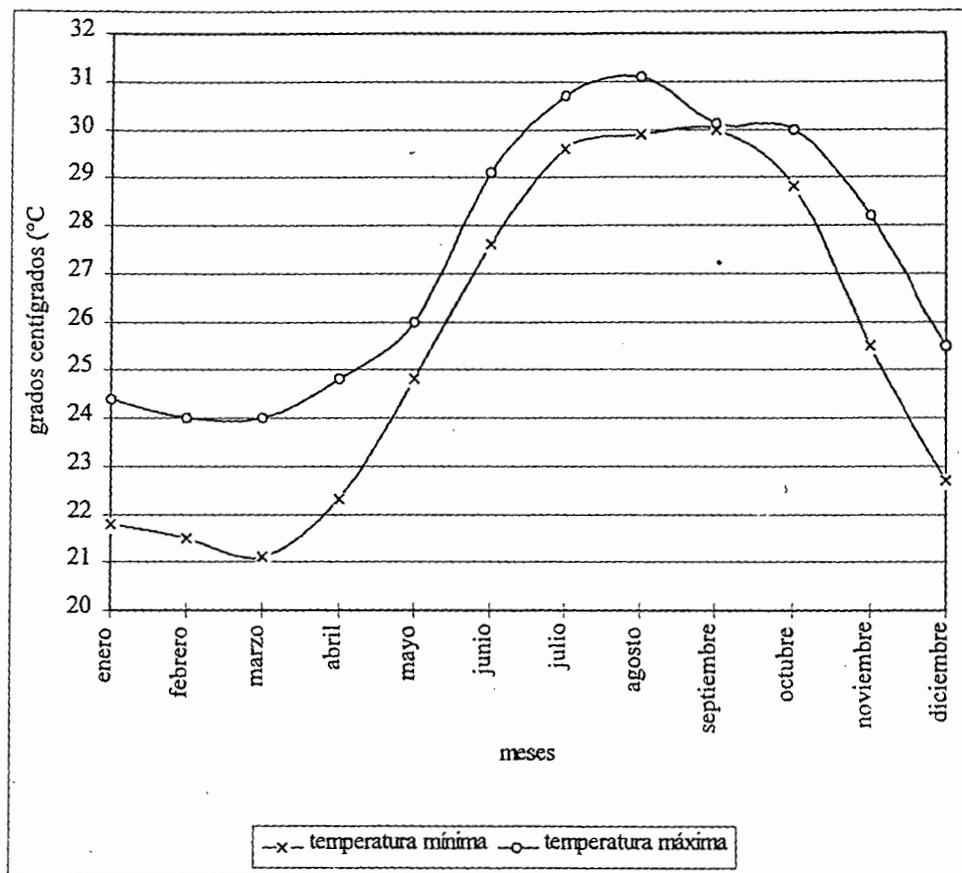


Figura 3. Cambios mensuales de la temperatura media de la superficie del agua en Puerto Vallarta (Tomado del calendario de mareas del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1994).

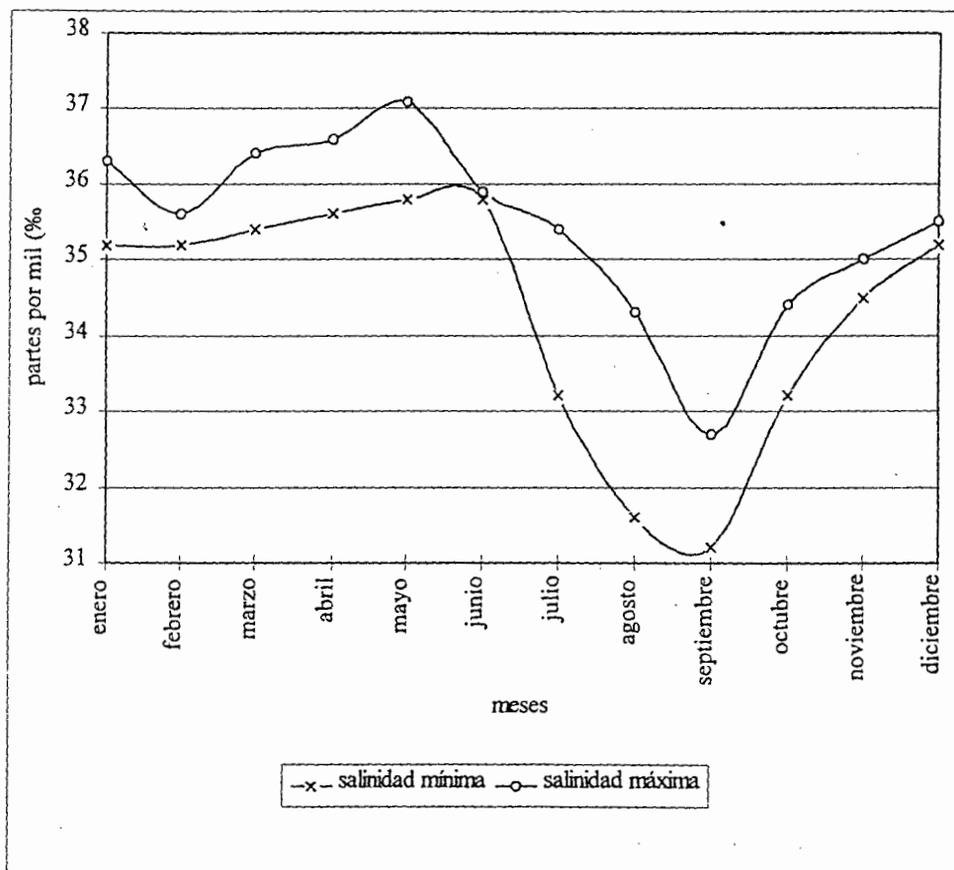


Figura 4. Cambios mensuales de la salinidad media de la superficie del agua en Puerto Vallarta. (Tomado del calendario de mareas del Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1994).

VI.2.- Descripción de las zonas del estudio

Para realizar el estudio se dividió a Los Arcos en 5 zonas, tomando en cuenta el número de personas y embarcaciones que las visita, el desarrollo de corales, las características morfológicas del fondo, la batimetría y la intensidad de corrientes.

En general, el tipo de arena que existe en Los Arcos incluye grano fino y grueso, y las rocas son ígneas extrusivas de distintos tamaños.

A continuación se describen las principales características geomorfológicas de cada zona. Ver Figuras 5, 6 y 7 para los mapas y datos de referencia sobre batimetría, altitud, zonas de crecimiento de corales pétreos y tipo de fondo de Los Arcos.

Zona A

Es la zona más grande de Los Arcos, ocupando un área de 5.1 hectáreas. Delimita al norte con el islote 3 y las rocas que se han erosionado del mismo, hasta llegar al fondo arenoso; al noreste, desde el islote mencionado, atravieza una zona rocosa que termina en la playa, marcando el limite sureste de la zona; al sur limita con fondo arenoso, después de pasar el islote 5, y un área con rocas de más de dos metros de diámetro aproximado; al suroeste limita con el islote 2, el segundo más alto de Los Arcos y al noroeste con fondo arenoso a 10 metros de profundidad. En general, los limites se presentan en la playa y el fondo arenoso que no permite el desarrollo de los corales registrados para la región.

La playa es de arena, de grano fino y grueso, en su parte norte y al sur es de canto rodado, con rocas ovaladas y de textura lisa entre los 10 y 80 cm de diámetro, con 40 cm de promedio; mide 20 metros de ancho promedio. En la zona de rompiente, predominan rocas de un metro de diámetro aproximadamente. El fondo cambia de rocoso a arenoso conforme

se aleja de la playa y se incrementa la profundidad hasta llegar a los 10 metros. De la misma forma, el tamaño de las rocas disminuye hasta donde predomina la arena a esa profundidad.

Zona B

Tiene una área aproximada de 2.6 hectáreas y se encuentra del lado norte de los islotes más grandes de Los Arcos (el 1 y 2); se puede dividir en 2 partes: la primera formada por el canal que pasa en dirección norte sur y que separa estos islotes, donde la fuerza y dirección de la corriente cambia varias veces durante el día, con el fondo completamente rocoso (roca maciza) a 3 metros de profundidad y sin organismos; el costado norte del islote 1, junto con el pequeño que se encuentra a su lado, el número 4, forma la otra parte de esta zona, que protege del oleaje y las corrientes a las embarcaciones, lo que permite permanecer en ellas de forma segura o iniciar las inmersiones por parte de los buzos hacia la pared rocosa de la zona C. El fondo de roca maciza está a 10 metros de profundidad. Hacia el norte y noreste con el fondo arenoso, que se inicia a partir de los 20 metros.

Zona C

Es el área con mayor profundidad de Los Arcos, conocida como la Quijada del Diablo, sobrepasando los cien metros, ya que por esta zona pasa el cañón que cruza la bahía hacia el poniente, formando una pared rocosa adyacente a una plataforma a los 20 metros de profundidad, donde la pendiente es más pronunciada. Hasta donde continua el cañón a una profundidad de 50 metros la zona ocupa un área de 3 hectáreas. Existen canales de arena que caen por la pared y que forman escalones a varias profundidades. Limita al este con el islote 1, y en las demás direcciones con el cañón. La profundidad y la corriente que existe en esta zona no la hace propicia para anclaje.

Zona D

Es la zona más pequeña, con menos de 1.5 hectáreas y está ubicada en el costado sur de los islotes más grandes de Los Arcos (el 1 y 2); el fondo, compuesto por una mezcla de rocas, de mediano tamaño (mayores de 30 cm pero menores a los 2 m de diámetro) y arena, inicia a 6 metros en una franja de pocos metros de ancho que rodea a los islotes y que se va hundiendo en dirección oeste (hacia el cañón) hasta llegar a la pared de la zona C; en ciertas horas durante el día, la corriente que se forma por el canal que se menciona en la zona B, es lo suficientemente fuerte para no hacerla adecuada para realizar actividades subacuáticas, por lo que no es común observar buzos. Al este limita con el fondo arenoso, después de pasar un área de rocas grandes (>2m de diámetro) y lisas que están sumergidas un par de metros bajo la superficie, pudiendo golpear durante las mareas bajas a las embarcaciones que cruzan por ahí.

Zona E

Ocupa un área de poco más de 3 hectáreas y se conoce como el o los Bajos; está conformada por un conjunto de rocas grandes y altas que forman estructuras que sobresalen del fondo entre 2 y 5 metros pero que no quedan descubiertas cuando baja la marea; el macizo rocoso menos profundo está un par de metros bajo la superficie; conforme aumenta la distancia desde esta roca en forma radial, el tamaño de las rocas disminuye, hasta llegar a unos 20 centímetros, donde empieza a predominar la arena. Este tipo de fondo marca los límites de la zona: hacia el este y sur con la zona A, y al norte y oeste con la que sección que se dirige hacia el cañón.

La profundidad promedio es de 10 metros, aumentando hacia el noroeste; en esta zona se puede observar fauna diferente a la que hay en el resto de Los Arcos.

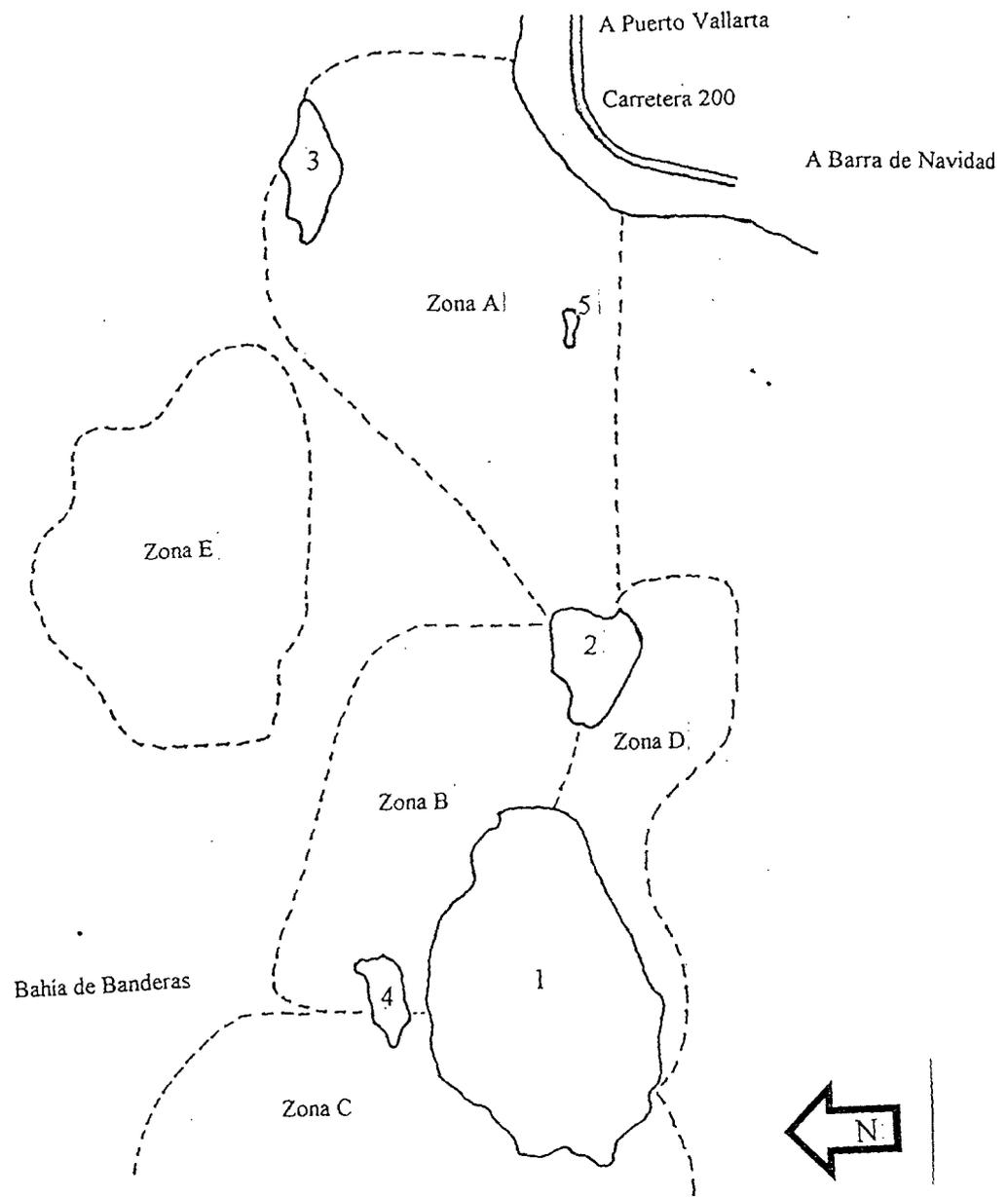


Figura 5. Mapa de la zonación de Los Arcos. Escala 1:3700.

Los números corresponden a la clasificación que se dió a los islotes, según su tamaño.

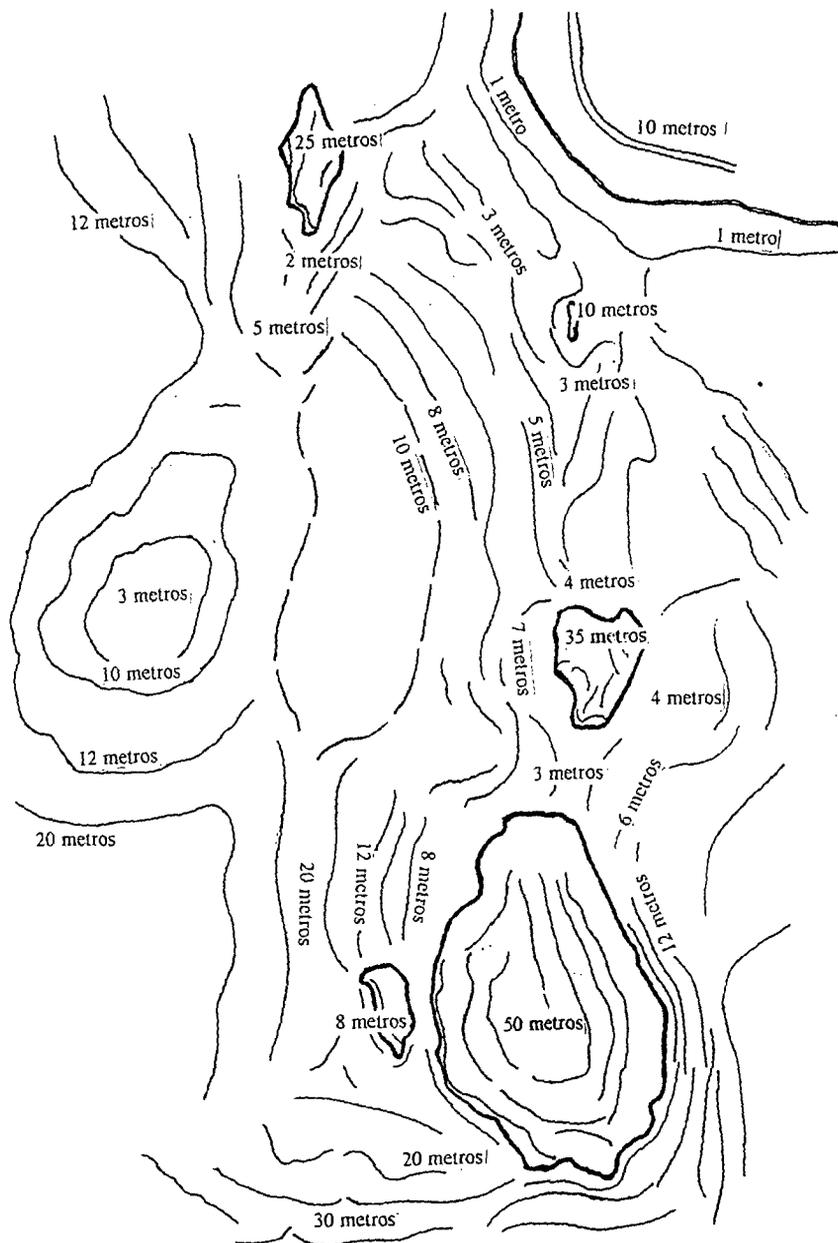


Figura 6. Batimetría del fondo y altitud de los islotes de Los Arcos.

Escala 1:3700.

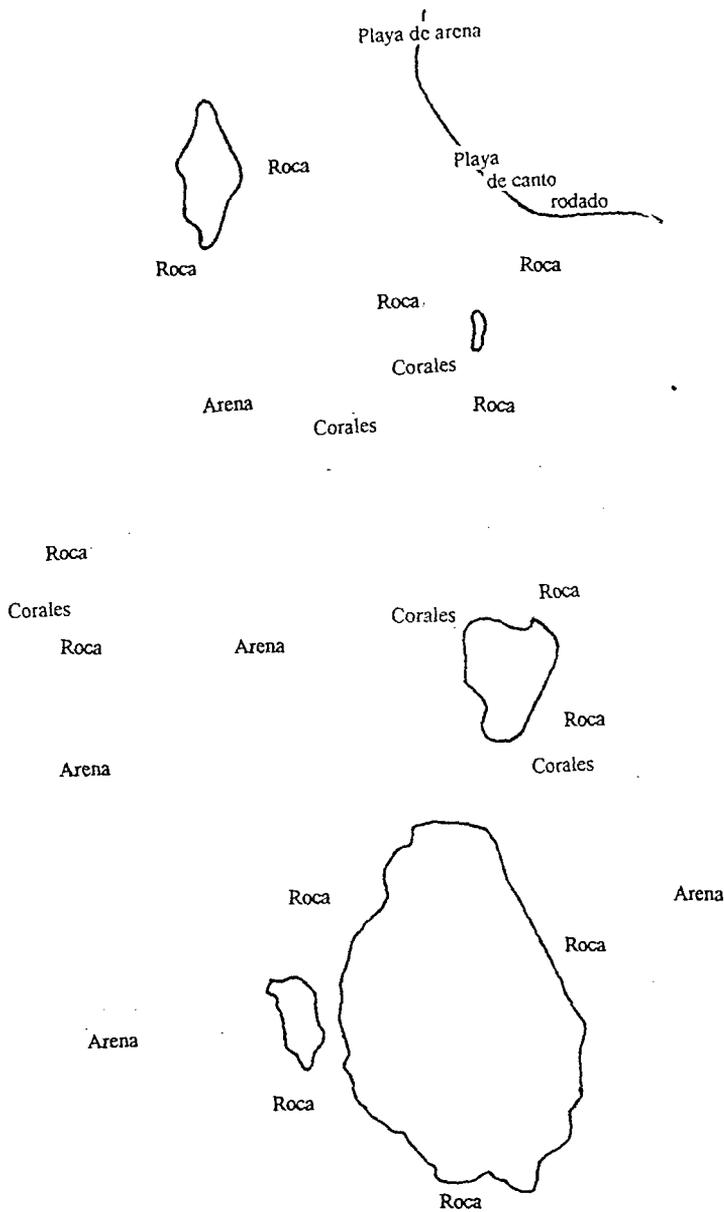


Figura 7. Tipo de fondo que prevalece en Los Arcos, con las principales zonas con crecimiento de corales pétreos. Escala 1:3700.

VII.- MATERIALES Y MÉTODO

VII.1.- Trabajo de campo

De noviembre de 1996 a febrero de 1997 se realizaron 15 visitas a Los Arcos, por vía marina y desde la playa, con un promedio de 5 horas por cada una.

Por cuestiones del trabajo se dividió el área de Los Arcos en 5 zonas, en base a (Ver Figs. 5, 6 y 7, y subcapítulo VI.2):

número de embarcaciones turísticas que llegan

número de personas

desarrollo de corales

características morfológicas del fondo

batimetría

intensidad de corrientes

Para identificar las actividades turísticas que se realizan en Los Arcos se hicieron observaciones del tipo de embarcaciones, sus rutas de navegación, sitios de anclaje, así como las actividades que realizaban sus pasajeros.

En este trabajo se consideró como actividad turística las que involucran necesariamente el uso de embarcaciones que generalmente se alquilan en establecimientos atendidos por servidores turísticos, con el fin de realizar labores recreativas o para conocer el lugar, utilizando sus equipos y servicios; estas actividades y establecimientos están registrados y reglamentados por la Secretaría de Turismo. Dentro de la misma categoría también se tomaron en cuenta las visitas y actividades por parte de particulares, así como las que se ejecutan en y desde la playa sin necesidad de requerir de los servicios turísticos.

Se realizaron recorridos para observar el efecto sobre los corales pétreos de las embarcaciones y de las personas que realizaban las actividades turísticas en Los Arcos. En ellos se ubicaron visualmente los sitios de anclaje de las embarcaciones, de buceo, y con desarrollo coralino (Öhman *et al.*, *op. cit.*). Se revisó también la existencia de colonias coralinas cercanas a las anclas, el tipo de fondo marino (arena, roca o su combinación), y los objetos que se hallaran en el fondo, dejados por los visitantes.

Se estimó la cobertura de colonias de corales pétreos rotas mediante el método de transectos de banda de 10 metros de largo por uno de ancho, trazados en sitios a una misma profundidad (Cruz, 1991; Cortés, 1990). Para la cobertura y densidad de las especies de corales pétreos de Los Arcos, en cada transecto además se estimó el porcentaje del área que cubría cada especie de coral pétreo, el número de colonias y el tipo de sustrato (arena, roca o su combinación).

En los recorridos y transectos se utilizó equipo de buceo libre (visor, snorkel, aletas y guantes) o con aparatos (tanques con aire comprimido, chaleco compensador, regulador, cinto con plomos). Para la toma de datos se utilizó una tabla de acrílico y lápiz para escribir bajo el agua.

Para este trabajo y dentro de las actividades turísticas, el buceo libre y con aparatos se consideran como subacuáticas; el buceo libre es conocido y manejado también como “snorkeling” y el buceo con aparatos como autónomo, SCUBA o simplemente buceo.

Para obtener el listado de las especies de corales pétreos se hicieron recorridos con el equipo de buceo por las 5 zonas en que se dividió a Los Arcos, para buscar individuos que no se hubieran hallado en los transectos. Para la identificación se consideraron los trabajos y criterios de Cantera *et al.*, *op. cit.*; Hodgson, 1995; Reyes, 1990; Veron, 1986; Veron y Pichon, 1976; Wells, 1983, en Glynn y Wellington; y Wood, 1983.

Para fines de este trabajo una colonia de coral pétreo se define como cualquier estructura coralina mayor de 5 centímetros que crece independiente de sus vecinos.

Debido a que se carecía de información con datos oceanográficos o descriptivos precisos de Los Arcos, durante los recorridos se observaron y registraron las características del fondo para obtener una descripción básica.

Se obtuvieron fotografías submarinas con una cámara Nikonos V con luz Nikonos 105, para el registro de las comunidades marinas de las diferentes zonas de Los Arcos, e iniciar el archivo fotográfico submarino de la Universidad de Guadalajara, con el fin de comparar temporalmente los cambios en trabajos posteriores.

Se colectaron ejemplares de corales pétreos para confirmar su ubicación taxonómica y formar la Colección de Cnidarios de Los Arcos.

VII.2.- Trabajo de laboratorio

Para la conservación de las colonias colectadas se siguió la técnica descrita por Lincoln y Sheals (1989) en la que los ejemplares se sumergen un par de días en una solución de agua y cloro comercial (Cloralex) para quitar el tejido vivo y restos orgánicos adheridos al esqueleto calcáreo; posteriormente se lavan y limpian con agua corriente para dejarlos secar al sol por 3 días.

Cada ejemplar de los corales pétreos fue etiquetado y numerado con los datos de la fecha, zona, profundidad, y sustrato de donde se obtuvieron para pasar a formar parte de la Colección de Cnidarios del Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta.

Para observar caracteres de identificación de los corales pétreos colectados se utilizó un microscopio estereoscopio Olympus (sz-pt).

VII.3.- Trabajo de gabinete. Análisis

A partir de cada actividad turística observada se construyó una matriz con valores de los efectos que ocasionan sobre los corales pétreos de Los Arcos, así como también para cada zona.

En estas matrices las actividades turísticas son consideradas como amenazas, definidas como fuentes de peligro que provocan efectos adversos sobre los organismos y el medio (Curiel *et al.*, 1994). Para construir la matriz se identificaron las actividades que se observaron en el lugar, formando las filas, y en las columnas se colocan los efectos que ocasionan. La interacción entre los componentes de los dos ejes se registra en la celda común que corresponda para ambos, usando valores numéricos del uno al diez, según su magnitud. Para cada columna y fila se obtiene la sumatoria de los valores otorgados para obtener el total de cada actividad, efecto y cada zona de Los Arcos. 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (Canter, 1986; Shopley y Fuggle, 1984). Los valores fueron registrados durante los recorridos tomando en cuenta las observaciones.

Se consideraron los datos del número de las embarcaciones turísticas y su capacidad máxima que visitan diariamente Los Arcos, y que están registradas en Capitanía de Puerto, de donde se obtuvieron.

El análisis para los valores calculados para las especie de corales pétreos y por zona, fueron realizados con base en los datos registrados en los transectos estudiados en Los Arcos.

La cobertura promedio de coral vivo y su proporción de colonias rotas se calculó en base al porcentaje que ocupan los individuos de las especies de corales pétreos de las 5 zonas en que se dividió Los Arcos en cada transecto muestreado. Además se representó el número total de especies de corales pétreos halladas en cada zona.

La dominancia se representó en el porcentaje de colonias que se registraron por cada transecto en las 5 zonas de Los Arcos.

Con los datos obtenidos por profundidad y cobertura, se construyó una tabla que presenta el rango máximo, mínimo y óptimo de la distribución vertical para cada especie de los corales pétreos de Los Arcos. El rango de distribución óptima correspondió a la zona donde se encontró la mayor proporción de los valores registrados en Los Arcos.

Se promedió el número de especies de corales pétreos que se encontraron en los transectos muestreados en cada zona en que se dividió Los Arcos.

VIII.- RESULTADOS

VIII.1.- Actividades turísticas en Los Arcos

En la tabla 1 se resumieron las actividades turísticas que se observaron en Los Arcos, con los efectos que producen.

La mayoría involucra el uso de embarcaciones, que permiten el acercamiento al lugar, así como las facilidades para practicarlas con mayor comodidad. Generalmente son propiedad de empresas que se dedican exclusivamente a visitar este punto, o pueden ser de las que se alquilan por tiempo para visitar diferentes lugares dentro de la bahía, como las pangas de las cooperativas o los yates de la marina.

La proporción de visitas y actividades que se realizan en o desde la playa, con respecto a la de las embarcaciones es menor.

Las actividades principales son las recreativas y las subacuáticas. En el buceo, tanto libre como con aparatos hay contacto con el agua, y en las recreativas no necesariamente. Existen embarcaciones que se dedican sólo a llevar buzos, otras que tienen equipo para realizar buceo libre como opción para sus pasajeros y otras que sólo llevan a pasear a las personas, que pueden o no entrar al agua. El anclaje se utiliza la mayoría de los casos, porque el número de embarcaciones que navega sin pararse en el lugar es poco. Las actividades que se realizan en la playa son principalmente recreativas, aunque se observaron personas realizando subacuáticas.

Está prohibida pescar en Los Arcos pero es posible ver esporádicamente personas con artes de pesca, particularmente anzuelo, intentando sacar algún espécimen.

Los efectos ocasionados por estas actividades y que se observaron en Los Arcos fueron la destrucción del fondo y colonias coralinas, la extracción de estos organismos y otros invertebrados, principalmente moluscos gasterópodos, el levantamiento del sedimento del fondo, la basura que contamina el lugar, y los desechos combustibles que se derivan del uso de las embarcaciones.

Es decir, en Los Arcos los turistas utilizan las embarcaciones para visitarlos, principalmente anclados en las distintas zonas, o pasar por el área, dependiendo de las actividades que se vayan a realizar; algunas personas bucean, otros realizan buceo libre o nadan en la superficie, y los demás permanecen sobre la embarcación, donde la mayoría de los prestadores de servicios lleva alimentos para los turistas, y que utilizan también para arrojar a la superficie para atraer o “alimentar” a los peces que se acerquen para que puedan ser vistos por los turistas.

Tabla 1. Actividades turísticas que se observaron en Los Arcos y los efectos que ocasionan.

	Acceso	Actividad específica		Efectos
Actividades turísticas	Embarcación	Navegación		Destrucción
		Anclaje		Extracción
		Paseo		Sedimentación
		Pesca		Basura
		Actividades	Buceo	Desechos
Playa		subacuáticas	Buceo libre	combustibles

VIII.2.- Impactos que ocasionan las actividades turísticas sobre los corales pétreos de Los Arcos

En la tabla 2 se resumieron los efectos ocasionados las actividades turísticas sobre los corales pétreos de Los Arcos, representados en una matriz de impactos y valorados del uno al diez, según la magnitud que presentaron.

El anclaje ocasiona el mayor daño, por la destrucción y sedimentación que queda en el fondo y colonias de coral. Después le siguen las actividades subacuáticas, con los mismos efectos pero con menor magnitud, además de la extracción de organismos en las zonas con mayor crecimiento de corales, principalmente corales y moluscos gasterópodos. El paseo ocasiona que el lugar quede con basura que cae o es arrojada. La pesca ocasiona efectos bajos al destruir y quedar enredado el hilo de pescar en las rocas y colonias del fondo.

Dentro de los efectos ocasionados por las actividades turísticas, la destrucción es el mayor, provocada principalmente por el anclaje y las actividades subacuáticas.

La basura que queda en el lugar no necesariamente daña a los corales, pero sí lo hace a organismos relacionados a ellos, por lo que es el segundo efecto que producen las visitas a Los Arcos; como lugar turístico, los objetos que quedan y que no pertenecen al lugar degradan la vista del paisaje. En la matriz se consideraron los desechos arrojados desde las embarcaciones y los que quedan en la playa.

La sedimentación que se levanta por el anclas y cadenas sobresale también como efecto de las visitas.

El uso de las embarcaciones, durante la navegación y al estar anclados, aporta residuos combustibles que ocasionan pocos efectos visibles. Existen ciertas horas del día, especialmente entre las 9 y 11 horas, que el tráfico de embarcaciones en las zonas B, es alto,

ocasionando que el agua presente una coloración características por el combustible, que poco a poco se desvanece.

El resultado de las visitas se puede observar tanto en el fondo como en la superficie: quedan flotando restos de “alimentos”, desde pan hasta fruta. Sobre el fondo se pueden descubrir objetos que cayeron por descuido o intencionalmente desde las embarcaciones: corcholatas, vasos de plástico, botellas de vidrio, latas, equipo de buceo, y ropa principalmente. Si el fondo era arenoso donde estaba el ancla y las cadenas de las embarcaciones, se levanta sedimento del fondo durante unos minutos, dependiendo de las corrientes; si era rocoso o con corales, se observa lo que quedó removido y los pedazos de las colonias rotas.

Tabla 3. Matriz con los valores de los efectos de cada actividad turística sobre los corales pétreos por cada zona de Los Arcos.

Efectos	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E	Total
Destrucción	5	1	1	2	3	12
Extracción	3	-	1	1	2	7
Sedimentación	3	1	-	1	1	6
Basura	3	2	-	1	2	8
Desechos combustibles	1	1	-	-	-	2
Total	15	5	2	5	8	34

Los valores van del uno al diez, según la magnitud del efecto.

Los totales se obtienen de la sumatoria de cada fila y columna.

En la tabla 3 se resumieron los efectos que producen por las actividades turísticas sobre los corales pétreos de cada zona en que se dividió Los Arcos, representados en una matriz de impactos y valorados del uno al diez, dependiendo de su magnitud.

La zona A es la que presenta todos los efectos que ocasionan las actividades turísticas en Los Arcos, además de que se observaron con la mayor magnitud. La destrucción, ocasionada por las anclas principalmente, es la mayor para todas las zonas y efectos que se presentan en Los Arcos. Los valores de la basura, extracción y levantamiento del sedimento que se observaron también fueron los más altos de todas las zonas.

La zona E, de las más visitadas para buceo, sigue en orden de magnitud, ya que presenta daños importantes ocasionados por el anclaje principalmente, seguidos por la extracción y la basura que queda después de ser visitada.

La zona C tiene el menor impacto, aunque la destrucción se observa además en otros organismos, como en los corales blandos. La gran profundidad que tiene esta zona ocasiona que pocos buzos se acerquen y que las embarcaciones no utilicen sus anclas.

El anclaje en las zonas B y D ocasionan pocos daños en los corales; en la primera por la baja cobertura que ocupan, aunque su uso sea más intenso, y en la segunda es inverso: la cobertura es mayor, pero la intensidad de anclaje es menor. En estas dos zonas los valores de los efectos fueron intermedios con respecto a las otras 3 que forman Los Arcos.

El valor más alto ocasionado por las actividades turísticas corresponde a la destrucción, seguido de la basura, que incluye tanto objetos arrojados como olvidados o perdidos por los visitantes; después está la extracción de organismos, principalmente invertebrados, y el sedimento que levantan las anclas y cadenas de las embarcaciones. Por último queda el combustible que desechado.

Tabla 2. Matriz con los valores de los efectos que ocasiona cada actividad turística sobre los corales pétreos de Los Arcos.

Actividad	Efecto					Total
	Destrucción	Extracción	Sedimentación	Basura	Desechos combustibles	
Anclaje	5	-	3	-	-	8
Buceo	3	1	1	-	-	5
Buceo libre	3	1	1	-	-	5
Paseo	-	-	-	3	-	3
Pesca	1	-	-	1	-	2
Navegación	-	-	-	-	1	1
Visita a la playa	-	-	-	2	-	2
Total	12	2	5	6	1	26

Los valores van del uno al diez, según la magnitud del efecto.

Los totales se obtienen de la sumatoria de cada fila y columna.

VIII.3.- Número de embarcaciones y personas que visitan Los Arcos

Durante el año Los Arcos son visitados diariamente en promedio por 30 embarcaciones en un área que no sobrepasa las 4 hectáreas; este número incluye las que están registradas en Capitanía de Puerto y que tienen características determinadas para realizar los recorridos principalmente (tamaño, servicios, equipo, entre otras).

En total suman 2,584 personas de 21 embarcaciones de más de 8 metros de eslora que podrían visitar diariamente Los Arcos. Este número se obtuvo por el registro de Capitanía de Puerto, que tiene registros de estas cantidades. En la tabla 4 se presentan los nombres y capacidad máxima de pasajeros de estas embarcaciones.

Para calcular el número de gentes que podrían llegar a Los Arcos es necesario sumar las embarcaciones que se alquilan por tiempo, como las de la marina de Puerto Vallarta, que incluye yates, y las pangas de las cooperativas de la bahía que prestan servicios para realizar recorridos por la zona, ubicadas en distintos puntos de Puerto Vallarta y la parte norte de Bahía de Banderas. Mismaloya, la más cercana y sobre la desembocadura del río con el mismo nombre, es la que tiene el mayor número de ellas que lleva gente a visitarlos, ya sea para bucear o de paseo.

También hay que agregar la embarcaciones particulares de la región o que llegan a la bahía, principalmente en invierno, además de las personas que se acercan por la playa.

El número aproximado de personas que podrían llegar diariamente a Los Arcos asciende a 3,000. Considerando que en los días promedio durante la temporada turística baja la cantidad de personas que llega al área son 2,000, y que puede llegar a 3,000 si se llena la capacidad de carga para los visitantes, según datos de Capitanía de Puerto y considerando a las demás embarcaciones, calculados a un año, entre 700 mil y un millón de personas los visitan anualmente.

Tabla 4. Capacidad máxima de pasajeros de las embarcaciones turísticas registradas en Capitanía de Puerto que visitan diariamente Los Arcos.

	Nombre de la embarcación	Número de pasajeros
1	Sarape	600
2	Yelapa	350
3	Princesa	300
4	Santa María	200
5	Alegre Cruises	136
6	Bora bora II	120
7	Kontiki	120
8	Bora bora I	100
9	Vagabundo	80
10	Cielito Lindo	80
11	Vallarta Alegre	80
12	Sea Mi Amor II	80
13	Discovery	75
14	Sea Mi Amor I	60
15	La Simpática	60
16	Chico's Dive I	45
17	Chico's Dive II	40
18	Surrender	25
19	Sinbad	15
20	Sailing Paty I	10
21	Sailing Paty II	8
	Total	2,584

VIII.4.- Lista sistemática de las especies de corales pétreos registradas en Los Arcos

Phylum Cnidaria Hatschek, 1888

Clase Anthozoa Ehrenberg, 1834

Subclase Hexacorallia Haeckel, 1896

Orden Scleractinia Bourne, 1900

Suborden Astrocoeniina Vaughan y Wells, 1943

Familia Thamnasteridae Vaughan y Wells, 1943

Psammocora Dana, 1846

(*Stephanaria*) Verrill, 1867

1.- *P. (S.) superficialis* (Gardiner, 1898)

2.- *P. (S.) stellata* Verrill, 1866

Familia Pocilloporidae Gray, 1842

Pocillopora Lamarck, 1818

3.- *P. capitata* Verrill, 1864

4.- *P. damicornis* (Linnaeus, 1758)

5.- *P. verrucosa* (Ellis y Solander, 1786)

Familia Poritidae Gray, 1842

Porites Link, 1842

6.- *P. panamensis* Verrill, 1866

Familia Agariciidae Gray, 1847

Pavona Lamarck, 1801

7.- *P. gigantea* Verrill, 1869

Familia Dendrophylliina Gray, 1847

Tubastrea Lesson, 1829

8.- *T. coccinea* Lesson, 1829

Familia Rhizangiidae d'Orbigny, 1851

Astrangia

9.- *A. equatorialis* Durham y Barnard, 1952

VIII.5. - Corales pétreos de Los Arcos

En los Arcos se encontraron 9 especies de corales pétreos, pertenecientes a 6 géneros, desde el primer metro hasta los 20 metros de profundidad. Se estimó que el área total que ocupan los corales es de 4.5 hectáreas, de las 30 totales; su distribución es en forma de parches, con estructuras discontinuas de pocos metros, separadas unas de otras y construidas en lugares someros. En total se trazaron 24 transectos, 10 en la zona A, 3 para las zonas B, C y D, y 5 para la E; desde el primer metro de profundidad hasta los 20 metros.

A continuación se describen los valores calculados en las tablas 5, 6, 7, 8 y 9 para los corales pétreos de cada zona de Los Arcos.

En las tablas se consideraron las dos especies encontradas del género *Psammocora*: *superficialis* y *stellata*; así mismo, para *Pocillopora* se tomaron en cuenta *capitata*, *damicornis* y *verrucosa*.

En las tablas y resultados no se considera a *Astrangia*, por que solamente se halló un par de individuos.

Zona A

Es la zona con mayor cobertura coralina y número de especies ya que en ella crecen todas las registradas para Los Arcos: *Psammocora superficialis* y *stellata*, *Pocillopora capitata*, *damicornis* y *verrucosa*, *Porites panamensis*, *Pavona gigantea*, *Tubastrea coccinea* y *Astrangia equatorialis*. Predomina el género *Pocillopora*, seguido *Porites panamensis* (Tabla 5).

Una formación de 5 colonias de *Pavona gigantea* que miden más de un metro de diámetro, las de mayor tamaño en Los Arcos, y que se extiende por 20 metros a 8 metros de profundidad, marca el límite noroeste de la zona, donde el fondo cambia de rocoso a arenoso. Esta zona es muy utilizada para el anclaje de las embarcaciones, por lo que el riesgo de que sean dañadas es alto. La cobertura para esta especie es de 30% (Tabla 5 y 8).

Es la única zona de Los Arcos donde se desarrollan las especies del género *Psammocora*, *superficialis* y *stellata*, con colonias aisladas de hasta 20 cm a 6 metros de profundidad, con una cobertura máxima de 10% (Tabla 5 y 8).

Los corales de la zona A son los que presentan mayor número de impactos, representados en sus colonias rotas, principalmente las ramificadas del género *Pocillopora* (Tabla 6).

El mayor número de colonias es de *Porites panamensis*, seguido de las especies de *Pocillopora*. El número de colonias de *Pavona* es el menor, después de las de *Psammocora* (Tabla 7).

A los 3 metros de profundidad empieza el mayor desarrollo de corales, principalmente *Pocillopora*. Dentro de los primeros cuatro metros, *Pocillopora damicornis* presenta la mayor cobertura de toda el área. Conforme aumenta la profundidad, disminuye la cobertura del género *Pocillopora*, hasta los 7 metros, donde es casi nula. A partir de los 6 metros, y hasta los 10, aumenta la cobertura de *Porites panamensis* (Tabla 8).

Frente al islote 2 hay una gran cobertura de corales hermatípicos en el fondo de rocas medianas (< 1m) a una profundidad máxima de 7 metros, susceptible de ser alterado ya que también se usa para el anclaje por el bajo oleaje y poca corriente. La cobertura más alta la ocupan *Pocillopora* y *Pavona gigantea*. Sin embargo, el mayor número de colonias lo ocupa *Porites panamensis*.

El promedio de especies de corales pétreos halladas en los transectos muestreados en Los Arcos en la zona A fue el mayor (Tabla 9).

Zona B

El crecimiento de colonias coralinas es casi nulo, salvo algunas colonias aisladas y pequeñas (pocos centímetros) de *Porites panamensis* y *Pocillopora verrucosa*. Es la zona con menor número de especies de Los Arcos y la cobertura no alcanza ni el 10% (Tabla 5).

El daño que ocasionan las anclas en las colonias de los corales, principalmente de *Pocillopora*, llega al 5% de la cobertura (Tabla 6); la zona presenta fondo rocoso macizo, con pocas colonias de corales, pero se usa intensivamente para anclaje, por lo que el riesgo de impactos es grande.

Se observó un mayor número de colonias de *Porites panamensis* que de *Pocillopora*, por el tamaño y forma de crecimiento (Tabla 7).

El fondo no presenta cambios en la pendiente, por lo que el número de especies que se hallaron durante los muestreos fue el mismo (Tabla 9).

Zona C

En esta zona se presentan las especies *Porites panamensis*, *Pocillopora verrucosa* y *Tubastrea coccinea*, cuyas colonias tienen pocos centímetros de diámetro y están aisladas unas de otras. La cobertura de corales pétreos es la más baja de Los Arcos, después de la zona B (Tabla 5). Aquí existe el mayor número de octocorales, con presencia de coral negro en profundidades mayores de 50 metros.

Los corales pétreos no presentan daños, por el tamaño y forma de crecimiento incrustante (Tabla 6); sin embargo, los corales blandos sí presentan colonias rotas.

El número de colonias de *Porites panamensis* fue el mayor, seguido de las de *Tubastrea coccinea* y por último las de *Pocillopora* (Tabla 7).

Los rangos de profundidad para la distribución de los corales en esta zona no entran en los óptimos, y aquí se presentaron los límites máximos (Tabla 8).

En los transectos realizados en promedio se hallaba solo una especie (Tabla 9).

La profundidad y corrientes en esta zona ocasionan que su visita pueda resultar peligrosa, por lo que se observaron pocos grupos de buzos en el área.

Zona D

La cobertura de corales pétreos se observó en las pocas colonias aisladas de *Pocillopora* de tamaño mediano, de las especies *verrucosa* y *damicornis*, y de *Porites* pequeñas, que crecen en el fondo a 6 metros de profundidad y que cubren hasta el 30% (Tabla 5).

Pocas colonias (10%), las ramificadas principalmente, presentan daños, ocasionados principalmente por las anclas y cadenas de las embarcaciones que visitan la zona (Tabla 6).

Es la única zona de Los Arcos donde el número de colonias de *Pocillopora* es mayor a *Porites panamensis* (Tabla 7).

Por cada transecto se hallaron 2 especies de corales pétreos en promedio (Tabla 9).

Zona E

Después de la zona A, presenta el mayor desarrollo coralino de Los Arcos, y también es de las más visitadas para bucear. Existen colonias aisladas de *Porites* y *Pocillopora*; de este género están presentes todas las especies registradas: *verrucosa*, *capitata* y *damicornis*. Existen menos de 10 colonias de *Pavona gigantea* aisladas unas de otras, una incluso mide casi 5 metros de longitud, es decir, de gran tamaño considerando que existen pocas en esta región de la bahía (Tabla 5).

En esta zona se encuentra el mayor número de colonias de *Tubastrea coccinea*, con numerosos manchones que abarcan más de un metro cuadrado a una profundidad de 10 metros, cubriendo hasta el 20% del fondo (Tabla 5).

Es una de las zonas más visitadas por los buzos, por lo que las cadenas y anclas de las embarcaciones que los llevan ocasionan que el 20% de las colonias de corales pétreos estén rotas. Esta cobertura incluye el daño de los buzos, que se observa en las colonias rotas sobre el fondo, principalmente de *Tubastrea* y *Pocillopora* (Tabla 6).

Las colonias de *Tubastrea* presentan el mayor número de la zona y para Los Arcos, seguidas de las especies de *Pocillopora*, casi similar a las de *Porites panamensis* (Tabla 7).

El promedio de especies de corales pétreos encontradas en los transectos muestreados de esta zona fue 3, el mayor después de la A, con 4.

VIII.6.- Tablas con los valores calculados para los corales pétreos de cada zona de Los

Arcos

A continuación se presentan tablas con diferentes valores calculados para los corales pétreos de cada zona en que se dividieron a Los Arcos.

Tabla 5. Cobertura promedio (%) y número total de las especies de las colonias vivas de corales pétreos en cada zona de Los Arcos.

Especie	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
<i>Psammocora</i> <i>spp</i>	5	-	-	-	-
<i>Pocillopora</i> <i>spp</i>	60	3	5	15	40
<i>Porites</i> <i>panamensis</i>	30	3	5	10	30
<i>Pavona</i> <i>gigantea</i>	15	-	-	-	10
<i>Tubastrea</i> <i>coccinea</i>	5	-	4	-	10
Número total de especies	8	2	3	3	6

Tabla 6. Promedio de la cobertura de corales pétreos rotos en cada zona de Los Arcos.

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
%	30	5	0	10	20

Tabla 7. Dominancia (%) por número de colonias de las especies de corales pétreos en cada zona de Los Arcos.

Especie	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
<i>Psammocora</i> <i>spp</i>	0.9	-	-	-	-
<i>Pocillopora</i> <i>spp</i>	39	25	15	53	33
<i>Porites</i> <i>panamensis</i>	53	75	54	47	29
<i>Pavona</i> <i>gigantea</i>	2.5	-	-	-	2
<i>Tubastrea</i> <i>coccinea</i>	4.6	-	31	-	36

Tabla 8. Rangos de distribución vertical de las especies de corales pétreos en Los Arcos.

Especie	Profundidad (m)		
	Máxima	Óptima	Mínima
<i>Psammocora</i> <i>spp</i>	7	6-7	6
<i>Pocillopora</i> <i>spp</i>	10	3-6	1
<i>Porites</i> <i>panamensis</i>	20	5-10	1
<i>Pavona</i> <i>gigantea</i>	12	8-9	7
<i>Tubastrea</i> <i>coccinea</i>	15	8-10	6

Tabla 9. Promedio del número de especies de corales pétreos encontradas en los transectos de cada zona de Los Arcos.

	Zona A	Zona B	Zona C	Zona D	Zona E
Especies	4	2	1	2	3

VIII.7.- Colección Científica de Cnidarios de la Universidad de Guadalajara

Se obtuvieron 25 ejemplares de 9 especies de corales pétreos, pertenecientes a 6 géneros, de Los Arcos. Quedaron depositados en la Colección Científica de Cnidarios en el Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta y en la Colección Científica de Cnidarios en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, ambas de la Universidad de Guadalajara.

VIII.8.- Archivo fotográfico submarino de la Universidad de Guadalajara de las comunidades marinas de Los Arcos

Se obtuvieron 250 fotografías de organismos y el fondo marino de Los Arcos para iniciar el archivo fotográfico submarino de Los Arcos, que quedó depositado en el Centro Universitario de la Costa, Campus Puerto Vallarta de la Universidad de Guadalajara.

IX.- DISCUSIÓN

Si bien se han hecho estudios sobre lo que les sucede a los corales cuando son tocados o rotos, ya sea por buzos o anclas, no existe un método estandarizado que permita realizar una evaluación precisa para identificar los impactos causados por las actividades turísticas sobre los corales pétreos, por lo que cada técnica se ha diseñado de acuerdo a las circunstancias que presenta la región estudiada (Backman, *op. cit.*).

Para definir los efectos que se presentan en un lugar u objeto, es necesario identificar previamente las causas que lo provocan. En el caso de los efectos que se producen en los corales pétreos como resultado de las actividades turísticas que se realizan diariamente en Los Arcos, la identificación se llevó a cabo mediante observaciones de las embarcaciones y personas sobre y bajo la superficie del mar (Tabla 1). Para obtener resultados totales se requieren recorridos en el agua que permitan una observación en el lugar de desarrollo de estos organismos; esto no se obtiene completamente sin introducirse o sobrepasar esa frontera.

A partir de la serie de actividades turísticas que se observaron en Los Arcos se construyeron las matrices (Tablas 2 y 3), valorándolas según el efecto que ocasionaban a los corales pétreos, para lograr su representación de una manera gráfica y sencilla. Entre los métodos de análisis de impactos, las matrices son las más populares, entre otras cosas porque el arreglo de los datos permiten crear criterios que determinarán elecciones a tomar, de acuerdo a sus rangos de magnitud (Folden, 1980). Se desarrollaron para relacionar factores ambientales con las actividades proyectadas (Smith, 1993); permiten identificar los impactos y para posteriormente valorarlos. Los valores informan sobre las actividades que requieren modificación para atenuar o evitar sus impactos (Aguilo *et al.*, 1992). Los valores pueden representarse usando símbolos o valores numéricos o de forma matemática, utilizando funciones algebraicas (Shopley y Fuggle, *op. cit.*). Existen referencias sobre las

diferentes formas de cómo y en base a que realizar las matrices, dependiendo de los estudios y objetivos que se persigan (Canter, *op. cit.*; Jain *et al.*, 1993; Bismas y Agarmala, 1992; Wathern, 1992); en este caso se utilizaron estas matrices por la facilidad de representar la relación de las actividades turísticas identificadas en Los Arcos, y la magnitud de sus efectos que ocasionan sobre los corales pétreos.

Cuando se realizan estudios de impacto ambiental, las matrices se recomiendan para determinar si se requieren estudios más estrictos y rigurosos. Si prevalece esa incertidumbre, se realiza una evaluación inicial del ambiente. Dependiendo de su resultado se requerirá un estudio completo para valorar los impactos que recibe el ambiente (Wathern, *op. cit.*).

La información para una correcta evaluación de las condiciones de los arrecifes es crítica e importante para una integración efectiva del manejo de la zona costera, y para que sean útiles y efectivos, los programas de monitoreos deben ser diseñados mediante cuestionamientos científicos y direccionales, con un desarrollo e implementación que incluya encargados y grupos de usuarios en su máxima extensión aconsejable. Una necesidad particular es la habilidad y certeza de evaluar los daños en los ecosistemas y el nivel de amenazas ambientales. Sin embargo, primero debemos desarrollar el entendimiento de los valores y rangos esperados para seleccionar variables bajo condiciones naturales antes de usarlos para confirmar la salud del arrecife coralino (Eakin *et al.*, *op. cit.*).

El anclaje ocasiona el mayor daño, ya sea con el ancla misma o con la cadena que facilita y reduce el riesgo de que no quede fija la embarcación (Tabla 2). Los daños se observan en las pedazos rotos de las colonias de especies de corales pétreos cuyo crecimiento es en forma ramificada. Levantan el sedimento y alteran el fondo en donde son arrojadas. El tamaño de las anclas va desde unas decenas de centímetros (más de 40 cm), la mayoría, hasta las que sobrepasan el metro, llegando casi a 1.5 m.

El sistema de boyas es una opción práctica para solucionar el problema de las anclas. Su diseño varía de acuerdo a las características físicas del medio y de las embarcaciones que las usarán.

Las actividades subacuáticas causan daños medios o moderados al tocar, mover, extraer y romper las colonias de corales (Tabla 2). Las tocan ya sea para apoyarse, observarlas, sacarlas o inconscientemente al golpearlas con el cuerpo o equipo de buceo, aletas principalmente. El desarrollo de estas actividades requiere una preparación previa, que en ocasiones no se lleva a cabo, por lo que la inexperiencia de estas personas ocasiona estos impactos. El sobrelastre que mantiene cerca del fondo a los buzos provoca que se levante sedimento al patear para avanzar o tratar de permanecer en un lugar fijo.

Para evitar esto es necesario una concientización acerca de la condición de los corales y de la técnica a desarrollar, tanto en los prestadores de servicios como en los usuarios y visitantes. Por ejemplo, la extracción se realiza fundamentalmente en las zonas con mayor crecimiento de corales, aunque supuestamente los prestadores advierten y supervisan que no se realice.

Se observó que las embarcaciones dejan basura, que cae o es arrojada inconscientemente por los visitantes (Tabla 2); algunos prestadores de servicios arrojan "alimento" para que se acerquen peces principalmente, lo que provoca cambios en los hábitos de estos organismos. Considerando el número de embarcaciones y turistas que visitan diariamente Los Arcos es necesario controlar este tipo de eventos.

Hay que tomar en cuenta también que aunque la basura no ocasiona daños directos a los corales, sí lo hace con otras especies, principalmente de vertebrados, como peces o tortugas; además que siendo un lugar dedicado a las actividades turísticas, visualmente resalta este tipo de objetos degradando el paisaje, por lo que es importante cuidar este aspecto.

La pesca, aunque prohibida actualmente en Los Arcos, todavía se realiza aunque en un número muy reducido, principalmente por personas que llegan en embarcaciones particulares (Tabla 2). Muchas veces el anzuelo o cuerda queda atorado en el fondo y es necesario cortarlo para dejarlo, quedando entre los corales, por lo que el efecto que produce al destruir y ser abandonado en el lugar es bajo. Es necesario controlar para evitar que se siga realizando esta actividad.

La playa, no muy accesible por vía terrestre, por carretera, no es muy visitada por los turistas ocasionado quizá por el difícil acceso, que no ofrece facilidades para realizar actividades recreativas, y las características de la playa misma (canto rodado y corta longitud) parecen no llamar la atención a los turistas. La mayoría de ellos sólo llega al borde de la carretera para observar los islotes, pero no bajan a la playa, unos 20 metros abajo. No es viable cerrar el paso por lo que es necesario concientizar a los visitantes de la situación y características del lugar. El impacto sobre los corales por visitas a la playa es nulo, sin embargo hay que considerar la cantidad de basura que queda en el lugar, ya sea por vía marina, arrojada por las olas y corrientes, o al ser abandonada por los visitantes (Tabla 2).

Cada zona en Los Arcos presenta distintos usos por parte de sus visitantes, que tratan de aprovechar las diferentes características que tiene cada una, de acuerdo a las actividades que realizarán: las embarcaciones que se anclan utilizan la parte norte de Los Arcos, principalmente la zona A y B, con menor intensidad en la E. En la zona B, el costado norte del islote 1 ofrece protección para el anclaje, por el poco oleaje y corrientes que prevalecen, y que permiten estabilidad a las embarcaciones.

La parte norte de Los Arcos, que incluye las zonas A, B, C y E, en general es la más visitada por las embarcaciones y los buzos; en la parte sur, donde se encuentra la zona D, la mayoría de las embarcaciones pasan pero no se anclan. Se observó también que la parte norte es la más impactada por las actividades turísticas, y donde se pueden hallar más objetos y basura que cayeron o fueron arrojados desde las embarcaciones, además de las colonias de corales rotas por las anclas y buzos. La revisión de estos aspectos permite

realizar una serie de prioridades que podrían ir organizando la estructura del programa de manejo del área.

Las embarcaciones que navegan en el área de Los Arcos desprenden combustible y desechos que generalmente permanecen en la superficie del agua o se impregnan en el fondo u organismos que estén en él, como los corales y demás individuos bentónicos. El daño que ocasiona esta acción es menos perceptible por las condiciones del medio; su efecto es bajo (Tabla 2).

En cuanto al número de embarcaciones y de personas que visitan Los Arcos diariamente, hay que señalar que las embarcaciones realizan el viaje a pesar de no ir completamente llenos, por lo que el anclaje siempre se realizará; el número de personas que lo visitan resalta, porque llevan a cabo actividades que pueden perjudicar a los corales, ya sea dentro del agua, como el buceo libre y con aparatos, y fuera de ella, al arrojar basura o combustible (Tabla 4).

Es decir, los impactos que pueden ocasionar las actividades humanas sobre los corales, no necesariamente tienen que originarse en el medio marino, ya que las que se realizan en tierra incluso pueden tener mayor impacto (Alteración en el uso del suelo para ganadería o agricultura, fertilizantes, residuos industriales, contaminación urbana). Es importante considerar también que las zonas de anclaje, donde se aprovecha el oleaje bajo y la poca corriente, coinciden con algunas donde se desarrollan más los corales pétreos.

Es necesario controlar la cantidad y calidad de los desechos que vierten o puedan llegar al mar los hoteles y centros turísticos cercanos a Los Arcos, para proteger a los organismos marinos. Los más próximos se encuentran en la playa de Mismaloya, a un kilómetro de distancia hacia el sur, donde desemboca el río del mismo nombre, y que arrastra residuos de los habitantes desde la sierra. Hacia el norte existen actualmente algunas construcciones que pudieran llegara afectar al medio. Es importante remarcar que no se

recomienda ningún tipo de construcción ya sea en Los Arcos o en áreas aledañas, por la influencia que puede tener en los individuos.

Se identificaron 9 especies de corales pétreos para Los Arcos, aunque el número podría incrementarse con los estudios posteriores, ya que se han hallado colonias de pocilopóridos que a falta de comprobarse su identificación, pertenecen a especies no registradas; así mismo, dentro de los corales ahermatípicos, el género *Astrangia* se ha observado, aunque su cobertura es muy pobre, por lo que (al parecer) se podría ampliar el conocimiento de los corales ahermatípicos de la región.

Para el Océano Pacífico Mexicano se citan 42 especies de corales pétreos, dentro de 10 familias (Horta-Puga y Carricart-Ganivet, 1993), de las que 15 especies, pertenecientes a 5 géneros, son hermatípicas (Reyes, 1993). Existen registros de varias especies endémicas para el Pacífico Mexicano; según Horta-Puga y Carricart-Ganivet (*op. cit.*) son 4 especies para las costas de Baja California, *Porites baueri* de las Islas Mariás y *Astrangia conferta*; sin embargo, Reyes (1993) cita sólo a *P. baueri* y a *P. sverdrupi*, del Golfo de California. La falta de concordancia en los reportes de las especies para esta zona del Pacífico ha creado confusión y problemas para la identificación de los ejemplares.

El número de las especies de corales pétreos registradas para Los Arcos se mantiene dentro de lo reportado para otras regiones del Pacífico americano (Glynn y Wellington, 1983; Reyes, 1993).

El género *Pocillopora* es el dominante en el Pacífico Oriental Tropical, caracterizado por tener la tasa de crecimiento más alta para la región (Glynn y Wellington, 1983). En Los Arcos se registraron 3 especies: *damicornis*, *capitata* y *verrucosa*. Tienen un amplio rango de distribución vertical, después del de *Porites*, ya que se hallan desde la superficie, cuando baja la marea, hasta los 10 metros de profundidad, cuya cobertura predomina entre los 3 y 6 metros.

Porites panamensis, la única especie registrada en Los Arcos para la Familia Poritidae, fue la especie que mayor número de colonias presentó. Las características del fondo, por su configuración y batimetría, permiten el desarrollo de esta especie, ya que aprovecha las rocas y crece desde el primer metro hasta los 20 metros de profundidad en Los Arcos.

Tubastrea coccinea aprovecha las características del fondo de la zona E para desarrollarse en mayor número y cobertura de Los Arcos, ya que las rocas grandes que sobresalen del fondo forman espacios y cavidades ideales para el crecimiento de esta especie. Aunque se registró para la zona A y C, el número de colonias fue mayor en la E, superando incluso a las de *Porites* y *Pocillopora*.

Las colonias de *Pavona gigantea* que existen en la zona A y D son las más grandes para todas las especies de corales pétreos que se hayan registrado para Los Arcos y Bahía de Banderas. Existen al menos 5 de ellas que miden más de un metro y dos de más de 4 metros de longitud. Este tipo de ejemplares pueden proporcionar datos esclerocronológicos sobre la evolución y las variaciones que ha sufrido la región de Bahía de Banderas, por lo que el valor para su protección y conservación se incrementa, ya que crecen en un área que se utiliza intensivamente para anclaje. Crecen en zonas donde el uso de anclas es común, por lo que se requiere un control para prevenir daños en estas colonias.

El registro de las especies del género *Psammocora* en la costa continental del Pacífico Oriental es reciente, por lo que su desarrollo se debe proteger, ya que las colonias son pequeñas y están propensas a ser dañadas fácilmente por las anclas y cadenas. En Los Arcos no es común hallarla y sólo se desarrollan en la zona A.

La cobertura que presentan las especies de corales pétreos en Los Arcos corresponde a la que caracteriza a las de la región del Pacífico Oriental; sin embargo, presentan otra distribución dentro de los parches arrecifales de esta región: las colonias están distribuidas de forma irregular, con una zonación general característica de Los Arcos, que puede deberse

a varias condiciones que existen en el lugar: el tamaño de la zona colonizable, las diferencias en el tipo de fondo, ya que el fondo arenoso no permite el desarrollo de nuevos reclutas, la pendiente que se origina por el origen geológico de la región, la cercanía del cañón profundo en la bahía, la fuerza de las corrientes durante parte del día.

La distribución vertical de las especies de corales pétreos corresponde a la que se ha encontrado en las distintas zonas coralinas de Bahía de Banderas, tanto del sur como del norte (obs. pers.) e incluyendo a las Islas Marietas (Medina-Rosas, en prep.), con variaciones pequeñas, ya que se adecuan a las características de Los Arcos.

Los corales del Pacífico Oriental se empezaron a estudiar sistemáticamente hace menos de tres décadas, por lo que los arrecifes y sus organismos no habían sido determinados hasta hace unos años, comprobando que conforman comunidades donde se reconocen varias especies y que llegan a construir verdaderos arrecifes, aunque sean pequeños (de pocas hectáreas), con una distribución discontinua y su zonación pueda no estar bien definida (Cortés y Murillo, 1985; Guzmán y Cortés, 1989 y 1993). Los corales de esta región forman principalmente parches arrecifales, manchones de corales semi aislados unos de otros, que no llegan a formar estructuras de gran longitud y que se desarrollan en lugares someros, caracterizados por tener una baja cobertura de pocas especies de corales vivos en plataformas someras, una cobertura alta de *Pocillopora* spp., el principal constructor y cuya sistemática presenta dificultades por la variedad de ecoformas y las sinonimias (Cantera *et al.*, 1989), en las pendientes y una baja cobertura de coral vivo con una alta diversidad en su base; las especies masivas (como las del género *Pavona*) se desarrollan principalmente en las partes más profundas (Colgan, *op. cit.*; Glynn y Wellington, 1983). Veron (1995a) propone varias hipótesis sobre el origen de la fauna coralina en esta región del Pacífico.

La identificación de los corales pétreos, entre otros aspectos, depende en gran medida de su apariencia cuando están vivos, y ésta varía con el ambiente físico; por lo tanto, para una identificación segura y confiable se requiere de un amplio conocimiento de campo

y experiencia. Se han hecho claves para identificar corales, pero excepto en circunstancias limitadas, la mayoría no resultan efectivas por ser simplistas (Veron, 1995b). Es importante promover la capacitación de personal que desarrolle adecuadamente las técnicas de estudios y la identificación de los corales, así como la formación de colecciones que permitan un mejor entendimiento de este grupo.

La identificación de los pocilopóridos llega a ser controversial por su gran variación morfológica en cuanto a las diferentes características físicas donde se desarrolla, lo que ha provocado problemas en la sistemática y en su sinonimia, en la que diferentes autores, en distintos lugares y épocas les han dado varios nombres a especies que (quizá) son las mismas (Glynn *et al.*, 1996).

Los parches arrecifes pudieran llegar a ser catalogados como comunidades coralinas, ya que éstas se desarrollan sobre rocas o sustrato de distinto origen y no sobre las mismas colonias de corales que abarquen grandes áreas. Los arrecifes inician como comunidades coralinas, y sólo hasta que crecen sobre sus antecesores es cuando logran esa diferencia, aunque no todas las comunidades llegan a formar arrecifes (Goreau *et al.*, 1972; Snedaker y Getter, *op. cit.*). Estos conceptos son controversiales, así como la zonación en que pueden ser divididos, por las definiciones que cada autor ha dado alrededor del mundo durante el transcurso y las circunstancias en el que se han estudiado (McManus *et al.*, 1995; Navin y Veron, 1995).

Para mantener alta la diversidad en los arrecifes coralinos son necesarios los disturbios en periodos evolutivamente largos; sin embargo, los impactos ocasionados por actividades humanas son cualitativamente nuevos, ya que han estrechado los rangos óptimos y han cambiado la magnitud, tiempo y frecuencia de su aparición (Connell, 1978; Guzmán *et al.*, 1987); estos fenómenos no han permitido que una adaptación completa todavía, lo que ha incrementado la posibilidad de nuevas alteraciones y extinciones (Karlson y Hurd, 1993; Rosen, 1988; Glynn, 1990b). Es necesario considerar que si los impactos naturales son frecuentes, los arrecifes pueden ser hipersensitivas a los disturbios que provocan los

humanos, ya que los pueden amplificar, representándose en una capacidad reducida de este ecosistema para ser alterado. (Hatcher *et al.*, 1989).

Durante años, los arrecifes coralinos han sido la base de subsistencia, seguridad y cultura de las comunidades costeras y marinas humanas de los trópicos; sin embargo, su uso está cambiando e incrementando constantemente, por lo que su degradación aumenta ampliamente en todo el planeta (Craik *et al.*, *op. cit.*).

Se plantea que Los Arcos se decretaron como área protegida aprovechando las coyunturas políticas, ya que no se ha dado un seguimiento ni estudio que haya permitido organizar un grupo encargado de la zona o un programa de manejo (Hernández, 1991; Gob. de Jal. y COESE, 1993). En estos trabajos se analiza la problemática de Los Arcos, como parte de las áreas silvestres protegidas de Jalisco, la carencia de estudios y proyectos previos al establecimiento de Los Arcos ocasiona que no se tenga una visión clara de la categoría de manejo y extensión requerida. La falta de investigación científica ha provocado que no exista información mínima necesaria sobre los recursos y mucho menos sobre aspectos ecológicos.

Además de que no existe un programa de manejo, operativo o de vigilancia, no hay labores de investigación o educación ambiental, que junto con la facilidad y accesibilidad del lugar a provocado gran impacto en la fauna, principalmente por el saqueo de organismos y por el intenso número de turistas y la basura que dejan. Con los años las dependencias que se suponen encargadas del área han cambiado, pero en la práctica sus obligaciones no se han realizado.

Dentro del Plan de Protección al Ambiente del Estado de Jalisco (Gob. de Jal. y COESE, 1993) se plantea que el problema más notable que se enfrentan este tipo de áreas en el estado de Jalisco es la insuficiencia de recursos económicos y con ello humanos y materiales, con lo que se ha limitado que se emprendan las acciones necesarias para su consolidación.

Con la declaratoria se obtuvieron beneficios porque mantiene cierta mentalidad de protección en los turistas y servidores al visitar un área de este tipo; pero a su vez poseer esta categoría a provocado que más gente quiera conocerlos. Tal vez lo único que queda como consecuencia del decreto es una pedazo de una placa conmemorativa sobre una columna de piedras cubierta de maleza a un lado de la carretera No. 200 que va paralela a la playa hacia Barra de Navidad.

En el caso de Los Arcos el problema se incrementa si se considera la falta de coordinación y organización de las dependencias gubernamentales que se encargarían de la protección, estudio y administración del lugar, con las empresas e instituciones turísticas que tienen embarcaciones que llegan diariamente a Los Arcos a realizar sus diferentes actividades turísticas. Esto ha provocado que, dentro de algunos límites y con cierta conciencia de protección, se lleve a cabo el turismo en la forma actual.

La acción de establecer un área protegida no tiene éxito por sí sola, ya que es necesario implementar programas permanentes de manejo, monitoreo y seguimiento que permitan evaluar realmente las condiciones del medio y de los organismos, para que el aprovechamiento y conservación puedan ser compatibles. En el caso de Los Arcos el decreto tuvo poca fuerza e influencia para realizarlas, reflejándose en los efectos que provocan las actividades turísticas que se llevan a cabo diariamente en el área.

Los bajos niveles crónicos de contaminantes en los arrecifes y las condiciones progresivas del deterioro lento en los corales son difíciles de detectar por métodos convencionales, además de que cada especie responde de diferente forma a estos cambios (Brown y Howard, 1985); sin embargo, determinar la abundancia de organismos indicadores de estrés ambiental, como los peces mariposa de la Familia Chaetodontidae, permite observar ciertas alteraciones en los corales, ya que se alimentan obligatoriamente de su tejido vivo, y si hay algo que los afecte, partiendo del hecho de que las distribución y abundancia de los peces y los corales está directamente relacionada por su coevolución, se

reflejará en sus poblaciones. Es decir, los peces coralívoros responden al decremento de la calidad o abundancia de los corales con un ajuste espacial, que puede ser fácil y rápidamente cuantificado. Estos peces son claramente visibles, llegan a medir 30 centímetros de largo, son diurnos y conspicuos por sus colores vivos, lo que facilita su estudio (Hourigan *et al.*, 1988). Existen otros peces que aunque no se alimentan de corales directamente, ayudan a detectar estos cambios ya que consumen organismos asociados a ellos, como algas o esponjas, y que tienen la misma función en el medio. Las marcas que dejan los peces en las puntas de los corales ramificados o sobre la superficie de las colonias de crecimiento costroso son claras.

Los peces que habitan los arrecifes coralinos conforman la mayor diversidad de vertebrados que se conocen (Montgomery, 1990). En Los Arcos se observaron especies de peces que permiten detectar algunos cambios en el medio marino, ya que unas indican alteraciones (como el pez mariposa, ángel y las damiselas, por ejemplo) que se presentan en el fondo y en los corales. El pez mariposa más abundante fue *Chaetodon humeralis*, alimentándose del fondo y sobre corales. El pez ángel que se observó en mayor proporción fue *Holocanthus passer*. De los pomacántidos (Familia Pomacanthidae), el sargento mayor (*Abudefduf troschelli*) se puede observar en los manchones de *Pocillopora*, aunque no se alimenta obligatoriamente de coral, como *Arothron meleagris* (Familia Tetraodontidae), un coralívoro que también fue visto en Los Arcos.

La presencia actual de estos peces y la de otros animales indicadores de estrés ambiental, tan sólo permite hacer una aproximación de la calidad o abundancia de los corales en Los Arcos, sin llegarla a determinar precisamente, por lo que es necesario realizar trabajos con estos grupos, ya que no existe suficiente información sobre esta relación para esta región del país.

En la zona A, cerca del islote 3, y en la zona E, se colocaron estructuras formadas por tanques que se utilizan para buceo (para aire comprimido) de acero inservibles, que intentaron servir de refugio para peces conocidos como morenas (Familia Muraenidae); sin

embargo, por la forma de su armado, el efecto de las tormentas y corrientes, se rompieron quedando esparcidos en el fondo. Sin pretenderlo, ahora proporcionan nuevo sustrato para los organismos del lugar.

Se han propuesto opciones de arrecifes artificiales, mediante estructuras que puedan ser colonizadas por distintas especies marinas y que a la vez puedan ser visitadas para distintos fines, proporcionando nuevos lugares de buceo y permitiendo la recuperación de otros.

Además de los impactos mencionados que ocasionan las embarcaciones y turistas, es necesario considerar que pueden suceder fenómenos naturales, como tormentas tropicales que provoquen deslaves del cerro adyacente o inundaciones de los ríos que cercanos, que podrían llegar a afectar significativamente el lugar. La carretera está a unos metros de la playa y el cerro se eleva con una pendiente muy pronunciada, por lo que se requiere controlar la cantidad de material residual que se vierta por los ríos y las obras que se realicen en la carretera.

En general, las soluciones implican múltiples factores que requieren trabajos interdisciplinarios, lo que complica resolver completamente el problema, aunque no signifique que sea imposible; es necesario iniciar la concientización de la población sobre la situación por la que atraviesa la zona costera y sus arrecifes, tratando de aprovechar el tiempo y disponibilidad que existe en estos momentos, ya que de seguir así la situación de los Arcos, la recuperación será cada vez más difícil.

X.- CONCLUSIONES

1.- El principal daño que presentan las especies de los corales pétreos de Los Arcos es ocasionado por las anclas y cadenas de las embarcaciones que llevan a los turistas diariamente para que realicen actividades turísticas, al romper las estructuras de las colonias de corales. Uno de los efectos negativos del buceo se representa en las ramas rotas de los corales. Otro de los impactos que ocasionan estas actividades es la basura que cae al fondo del mar arrojada o abandonada por los visitantes.

2.- Para Los Arcos se registraron 9 especies de 6 géneros de corales pétreos, que se desarrollan desde el primer metro de profundidad hasta los 20 metros, concentrados en la única zona protegida del estado con estas características, con un área aproximada de 30 hectáreas, donde los corales ocupan 4.5 hectáreas aproximadamente.

3.- La especie con mayor número de colonias fue *Porites panamensis*, y la mayor cobertura la ocupa el género *Pocillopora*, con tres especies: *capitata*, *damicornis* y *verrucosa*. Las colonias de *Pavona gigantea* representan las más grandes reportadas para Bahía de Banderas. El registro de las especies de *Psammocora*, *superficialis* y *stellata*, son recientes para esta zona de la costa continental mexicana; en Los Arcos se desarrolla en la zona A. *Tubastrea coccinea*, presenta un desarrollo importante en la zona E. *Astrangia equatorialis* presenta individuos muy pequeños con una cobertura muy baja.

4.- De acuerdo al número de embarcaciones y personas que llegan, el desarrollo de corales, las características del fondo, la batimetría y la intensidad de corrientes se puede dividir a Los Arcos en cinco zonas, con diferentes características para su uso turístico, ya sea buceo o paseo, con la presencia de embarcaciones que utilizan anclas, a excepción de las personas que llegan desde la playa, y que realizan sus actividades donde los corales

presentan desde un amplio desarrollo hasta donde lo presentan casi nulo, sobre fondos arenosos, rocosos y su mezcla.

5.- Las zonas con mayor número de visitas por embarcaciones y buzos presentan más daños ya que es en donde se desarrollan y tienen más cobertura las especies de corales pétreos. La zona que presentó más impactos y que requiere de una protección inmediata es la A, porque en ella existe el mayor número y cobertura de especies de corales pétreos, y es la más visitada por las embarcaciones de buceo.

6.- Se requiere un cambio en el control y protección de Los Arcos, considerando el ritmo e intensidad actual del número de embarcaciones y turistas que visitan el lugar, así como el tamaño del área donde se desarrollan los corales. Se sugiere un programa de manejo con un grupo encargado de regular las actividades que se realizan en el área, que permita el aprovechamiento racional para beneficio de los organismos y de los visitantes.

XI.- RECOMENDACIONES

Establecer un grupo encargado de controlar las diferentes actividades que se realizan y proponen en Los Arcos, en los aspectos científico, recreativo, vigilancia, promoción, difusión, y administración. El grupo podría estar integrado por sectores académicos (Universidad de Guadalajara), gubernamentales (Estatal, Municipio de Puerto Vallarta, Consejo de Ecología) y no gubernamentales (ONG), y agencias turísticas.

Dentro de Los Arcos, la zona A es la más susceptible de sufrir más daños debido a que es utilizada para anclaje y buceo, y es donde existe el mayor número y cobertura de especies de coral pétreos, por lo que se recomienda cerrarla completa e indefinidamente, con cuerda de nylon y boyas, evitando el paso a las embarcaciones y turistas para evitar impactos en los corales; con esto se protegería principalmente a los corales del género *Pocillopora*, ramificado y con la mayor cobertura, y a *Pavona gigantea*, cuyas colonias son las más grandes de Bahía de Banderas. Se propone que el acceso a esta zona sea exclusivamente para actividades de investigación científica, para tratar de analizar y revisar el proceso de recuperación, evitando el paso de buzos; si no es posible esta opción, permitir el acceso restringido.

A pesar de que se promociona a Los Arcos como un parque nacional, con la mentalidad de que no se permite la pesca, se requiere remarcar este aspecto y restringirla totalmente, ya que todavía se practica esta actividad, dañando no sólo a las especies comestibles, sino a cualquier especie que pueda morder los anzuelos que son arrojados desde las embarcaciones y que pueden llegar a morir.

Estructurar y realizar una zonación de Los Arcos que permita una protección y aprovechamiento racional. Dentro de ella, las 30 hectáreas que ocupan Los Arcos funcionarían como área núcleo, sin considerarla como un espacio aislado, ya que está rodeada por una zona que puede tener influencia y que es necesario revisar y controlar, tanto

en el océano como en tierra, para evaluar los posibles efectos de los diferentes fenómenos y eventos por causas naturales u ocasionadas por el hombre, que pudieran suceder y afectar al medio y sus organismos.

Ubicar las coordenadas para delimitar exactamente las zonas del área protegida.

Controlar la navegación de las embarcaciones por las distintas zonas de Los Arcos, por las características particulares del fondo, para evitar que los motores levanten el sedimento en las zonas con arena, o que puedan encallar en lugares donde la marea es lo suficientemente baja para provocar accidentes, así como evitar el uso de las anclas en zonas con coral o cercanas a ellas.

Establecer boyas de amarre para embarcaciones pequeñas (pangas) en varias zonas de Los Arcos, principalmente en la B y E, que son muy visitadas, para evitar el uso de las anclas.

Las boyas y amarres necesitan mantenimiento regularmente para asegurarlas y evitar que se suelten, por lo que se requiere un institución que se encargue de estas actividades.

Instalar plataformas flotantes para amarre de embarcaciones pequeñas, y que pudieran funcionar como asoleaderos en varias zonas de Los Arcos, como otra opción que evite el anclaje y que permita la recreación.

Realizar monitoreos mensuales permanentes para observar la situación, cambios y recuperación de los corales pétreos de la zona y los demás organismos.

Monitorear mensualmente los corales para ver el grado de recuperación específico de las zonas que sean cerradas y protegidas.

Elaborar guías de las características del ambiente y los organismos que se encuentran en Los Arcos, para difundirlas y distribuir las entre los pobladores y visitantes.

Promover y proveer información a la población residente y turistas sobre las condiciones de los organismos que habitan Los Arcos, como parte de un programa ecoturístico.

Monitorear los organismos indicadores de estrés y cambios en el medio, como los peces mariposa, mediante censos mensuales, permitiendo un análisis más completo de la situación de las comunidades que habitan Los Arcos.

Realizar un estricto control en las posibles construcciones que se pretendan realizar en Los Arcos y en sus alrededores, para evitar cualquier efecto que pueda impedir el desarrollo de los corales.

Actualizar los acuerdos del Diario Oficial de la Federación, del 28 de julio de 1975 (Apéndice I), con respecto al decreto de Los Arcos como zona protegida (ver subcapítulo XI.1); y del 24 de febrero de 1992, donde se presenta el reglamento para prestar el servicio turístico de buceo (Secretaría de Turismo, 1992).

Proponer un reglamento para los visitantes, dependiendo de las actividades que vayan a realizar y la vía por la que entren a Los Arcos (Ver Apéndice II).

Reglamentar el tipo de actividades recreativas que se realicen en cada zona de Los Arcos, de acuerdo a sus características, tanto bióticas (principalmente presencia de corales) como abióticas, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Actividades permitidas para cada zona de Los Arcos.

Actividad	Zona	Zona	Zona	Zona	Zona
	A	B	C	D	E
Buceo	NO	SI	SI	SI	SI
Buceo libre	NO	SI	SI	SI	SI
Navegación	NO	SI	SI	SI	SI
Anclaje	NO	NO	NO	NO	NO
Pesca	NO	NO	NO	NO	NO
Extracción	NO	NO	NO	NO	NO

XI.1.- Sugerencias y comentarios al acuerdo del Diario Oficial de la Federación del lunes 28 de julio de 1975 (Apéndice I).

ARTÍCULO 1o.- Cambiar la categoría de Zona de Refugio para la Protección de la Flora y Fauna Marinas a Parque Marino Nacional, según el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, por los objetivos que persigue y los beneficios que tiene.

Corregir y ubicar las coordenadas ya que no corresponde propiamente a esa zona.

Definir exactamente en mar y tierra los límites de la zona a proteger, ya que el radio de un kilómetro no abarca toda la zona a proteger y es una medida arbitraria. Para hacerlo, es necesario tomar en cuenta datos oceanográficos, como las corrientes, la profundidad de cada zona, y la influencia de posibles actividades o accidentes en la parte terrestre adyacente (derrames, deslaves, construcciones). Es aconsejable dividir la zona de protección en varias categorías, como la zona núcleo y la de amortiguamiento, donde se puedan diferenciar las actividades que se puedan realizar dentro de cada una de ellas.

Determinar el uso y posible influencia que tienen las áreas que rodean Los Arcos, para controlar y prever posibles eventos que puedan perjudicar a los organismos del área.

ARTÍCULO 2o.- Nombrar a una institución que se encargue de vigilar y hacer cumplir las prohibiciones, con funciones específicas para Los Arcos.

ARTÍCULO 3o.- Es necesario generalizar que no se puede dejar, abandonar o arrojar ningún tipo de objeto, substancia o desperdicio, tanto en el agua como en la playa, incluso "alimento" para los peces, ya que se alteran los hábitos naturales de los organismos. Así mismo es necesario determinar las posibles fuentes de contaminación, para controlarlas de una mejor forma.

ARTÍCULO 4o.- Actualizar las leyes y especificarlas en el mismo artículo, para que sean específicas y propias del lugar, en conjunción con lo sugerido para el artículo 2o.

ARTÍCULO 5o.- Nombrar a una institución o coordinación que realice los estudios y trabajos para la zona. Se propone a la Universidad de Guadalajara, como institución académica y con experiencia en los trabajos biológicos y oceanográficos en este lugar, para desempeñar un cargo de dirección y coordinación para los trabajos posteriores.

XII.- BIBLIOGRAFÍA

Aguilo *et al.* 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente. Monografías. España. 809 pp.

Álvarez A., A.D. y J. Gaitán M. 1994. Lagunas costeras y el litoral mexicano: geología. En: De la Lanza, G. y C. Cáceres (eds.). Lagunas costeras y el litoral mexicano. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 13-74.

Anaya R., G. 1993. Conservación del arrecife coralino de Cabo Pulmo: avances sobre el proceso de planeación y propuesta de lineamientos de manejo. Tesis Licenciatura. Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 100 pp.

Anaya R., G. y O. Arizpe C. 1993. Propuesta de una estrategia de manejo para el arrecife coralino de Cabo Pulmo-Los Frailes, Baja California Sur, México. En: Memoria de resúmenes. Primer Congreso sobre Parques Nacionales y Áreas Naturales Protegidas de México: pasado, presente y futuro. 8-12 de noviembre. Tlaxcala. México. 332-333.

Anónimo. 1986. Recursos naturales turísticos del Estado de Jalisco: uso y conservación. Facultad de Turismo. Universidad de Guadalajara. 161 pp.

Backman, K. 1997. Small-scale effects of anthropogenic contact on *Porites* coral. Senior Thesis Research. Marine Science Department. University of Hawaii at Hilo. <http://aloha.net/~backman/thesis.html>.

Bismas, A.K. y S.B.C. Agarmala (eds.). 1992. Environmental impact assessment for developing countries. Butterworth Heinemann. Great Britain. 249 pp.

Bravo L., G. y E. Aceves G. 1992. Repercusiones de la problemática ecológica en Puerto Vallarta. Tesis Licenciatura. Facultad de Turismo. Universidad de Guadalajara. 221 pp.

Brown, B.E. y L.S. Howard. 1985. Assessing the effects of "stress" on coral reef corals. *Adv. Marine Biology* 22: 1-63. (Consultado en Hourigan *et al.*, 1988).

Brusca, R.C. 1973. Common intertidal invertebrates of the Gulf of California. University of Arizona Press. 513 pp.

Canter, L.W. 1986. Environmental Health Impact Assessment. Pan American Center for Human Ecology and Health. Pan American Health Organization. World Health Organization. México. 509 pp.

Cantera, J.R., H. von Prael, J.C. Escobar y E. Peña. 1989. Sistemática de los corales del género *Pocillopora* del pacífico colombiano utilizando taxonomía numérica. *Revista de Biología Tropical*. 37(1): 23-28.

Carricart-Ganivet, J.P. y G. Horta-Puga. 1993. Arrecifes de coral en México. En: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México. 81-92.

Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). 1973. Carta topográfica. Puerto Vallarta F-13-C-69. Secretaría de la Presidencia. Estados Unidos Mexicanos.

Colgan, M.W. 1991. El Niño and coral reef development in the Galápagos Islands. A study of the Urvina Fay Uplift. En: James, M. Galápagos Marine Invertebrates. Plenum. 99-120.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997. Conservación *in-situ*. <http://www.conabio.gob.mx/textos/ap.htm>.

Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.

Cortés, J. 1990. The coral reefs of Golfo Dulce, Costa Rica: distribution and community structure. *Atoll Research Bulletin*. National Museum of Natural History (344): 1-37.

Cortés, J. y M.M. Murillo. 1985. Comunidades coralinas y arrecifes del Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 33: 197-202.

Cortés, J. y M.J. Risk. 1984. El Arrecife Coralino del Parque Nacional Cahuita, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 32(1): 109-121.

Craik, W., R. Kenchington y G. Kelleher. 1990. Coral-Reef management. En: Dubinsky, Z. (ed.). *Coral reefs. Ecosystems of the world* 25. Elsevier. 453-467.

Cruz A., A. de R. 1991. Análisis de métodos de muestreo en comunidades arrecifales. Problemas y aplicaciones. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 101 pp.

Curiel B., A. (Comp.). 1997. Áreas Naturales Prioritarias para la Conservación en la Región II. Universidad de Guadalajara (U. de G.) y Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 215 pp.

Curiel B., A., E. Cabrera D., G. Garibay C., R. Rangel A. y R. Maciel F. 1994. Riesgos en la Zona Metropolitana de Guadalajara. Universidad de Guadalajara. 88 pp.

Chiappone, M. y K.M. Sullivan. 1991. A comparison of line transect versus linear percentage sampling for evaluating stony coral (*Scleractinia* and *Milleporina*) community similarity and area coverage on reefs of the central Bahamas. *Coral Reefs* 10:139-154.

Davis, G.E. 1977. Anchor damage to a coral reef on the coast of Florida. *Biological Conservation* (11): 29-34.

Davis, G.E. 1982. A century of natural change in coral distribution at the Dry Tortugas: A comparison of reef maps from 1881 to 1976. *Bulletin of Marine Science* (32.2): 608-623.

Donovan-Potts, P. y Matthews, T.R. 1993. An evaluation of mooring buoys in the Florida Keys National Sanctuary. Final report to Looe Key Natural Marine Sanctuary. Contract Number C-8013. The Nature Conservancy, Key West, Florida. 1-46.

Durham, J.W. y J.L. Barnard. 1952. Stony corals of the eastern Pacific collected by the *Velero III* and *Velero IV*. En: Reports on the collections obtained by Allan Hancock Pacific Expeditions of *Velero III* off the coast of Mexico, Central America, South America, and Galapagos Islands in 1932, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 and the *Velero IV* in 1949. University of Southern California Press.

Eakin C.M., J.W. McManus, M.D. Spalding y S.C. Jameson. 1996. Coral reef status around the world: where are we and where do we go from here?
http://www.ogp.noaa.gov/misc/coral/8icrs/Status_text.html.

Etshman, B. 1993. Managing human physical impacts on our reefs. Reef Relief, Florida. 1-8.

Flemming, N.C. y M.D. Max. (eds.). 1990. Scientific Diving: a general code of practice. Florida Sea Grant College Program, UNESCO, Confederation Mondiale des Activités Subaquatiques (CMAS). U.S.A. 254 pp.

Folden, J. 1980. Environmental impact data book. Ann Arbor Science. U.S.A. 42-43.

Gamble, J.C. 1984. Diving. En: Holme, N.A. y A.D. McIntyre (eds.). Methods for the study of marine benthos. Blackwell. U.S.A. 99-134.

García R., V. 1987. La costa de Jalisco. Editado por el autor. Sin paginación.

García A., E. y R. Vidal Z. 1992. Climatología. En: Martínez R., F. (dir.). Enciclopedia temática de Jalisco. Tomo I. Geografía. Gobierno del Estado de Jalisco. 103-115.

Gleason, M.G. 1993. Effects of disturbance on coral communities: bleaching in Moorea, French Polynesia. *Coral Reefs* 12: 193-201.

Glynn, P.W. 1988. El Niño-Southern oscillation 1982-1983: nearshore population, community, and ecosystem responses. *Annual Reviews Ecology Systematics* 19: 309-45.

Glynn, P.W. 1990a. Coral mortality and disturbances to coral reefs in the tropical eastern Pacific. En: Glynn, P.W. (ed.). *Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation*. Elsevier. Amsterdam. 55-126.

Glynn, P.W. 1990b. Feeding ecology of selected coral-reef macroconsumers: patterns and effects on coral community structure. En: Z. Dubinsky (ed.). *Coral reefs. Ecosystems of the world* 25. Elsevier. 365-400.

Glynn, P.W. 1993. Coral reef bleaching: ecological perspectives. *Coral Reefs* 12: 1-17.

Glynn, P.W., R.H. Stewart y J.E. McCosker. 1972. Pacific coral reefs of Panamá. Structure, distribution and predators. *Geologische Rundschau* 61: 483-519.

Glynn, P.W. y Wellington, G.M. 1983. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. With an annotated list of scleractinian corals of the Galápagos by J.W. Wells. University of California Press. 329 pp.

Glynn, P.W., J. Cortés, H.M. Guzmán y R.H. Richmond. 1988. El Niño (1982-83) associated coral mortality and relationship to sea surface temperature deviations in the

tropical eastern Pacific. Proceedings 6th International Coral Reef Symposium Australia 3: 237-243.

Glynn, P.W., J.E.N. Veron y G.M. Wellington. 1996. Clipperton Atoll (eastern Pacific): oceanography, geomorphology, reef-building coral ecology and biogeography. *Coral Reefs* 15: 71-99.

Gobierno del Estado de Jalisco y Comisión Estatal de Ecología (COESE). 1993. Plan Estatal de Protección al Ambiente. Gobierno del Estado de Jalisco y Comisión Estatal de Ecología. 371 pp.

Goreau, T.F., J.C. Lang, E.A. Graham y P.D. Goreau. 1972. Structure and ecology of the Saipam reef in relation to predation by *Acanthaster planci* (Linnaeus). *Bulletin of Marine Science* 22 (1): 113-152.

Grigg, R.W. y S.J. Dollar. 1990. Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs. En: Z. Dubinsky (ed.). *Coral reefs. Ecosystems of the world* 25. Elsevier. 439-452.

Guzmán, H.M. y J. Cortés. 1989. Coral reef community structure at Caño Island, Pacific Costa Rica. *Marine Ecology* 10 (1): 23-41.

Guzmán, H.M. y J. Cortés. 1992. Cocos Island (Pacific of Costa Rica) coral reefs after the 1982-83 El Niño disturbance. *Revista de Biología Tropical* 40(3): 309-324.

Guzmán, H.M. y J. Cortés. 1993. Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: revisión y perspectivas. *Revista de Biología Tropical* 41(3): 535-557.

Guzmán, H.M., J. Cortés, R.H. Richmond y P.W. Glynn. 1987. Efectos del fenómeno de "El Niño Oscilación Sureña" 1982/83 en los arrecifes coralinos de la Isla del Caño, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 35 (2): 325-332.

Guzmán, H.M., D.R. Robertson y M.L. Díaz. 1991. Distribución y abundancia de corales en el arrecife del Refugio de Isla Iguana, Pacífico de Panamá. *Revista de Biología Tropical* 39 (2): 225-231.

Harriot, V.J., S.D.A. Smith y P.L. Harrison. 1994. Patterns of coral community structure of subtropical reefs in the Solitary Islands Marine Reserve, Eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series* 109: 67-76.

Hatcher, B.G., R.E. Johannes y A.I. Robertson. 1989. Review of research relevant to the conservation of shallow tropical marine ecosystems. *Oceanography and Marine Biology Annual Reviews* 27:337-414. (Consultado en Anaya, 1993).

Hernández L., L. 1991. Análisis y evaluación de las áreas silvestres protegidas en Jalisco y Colima. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad de Guadalajara. 157 pp.

Hodgson, G. 1995. Corales pétreos marinos (Tipo Cnidaria, Orden Scleractinia). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental Volumen I. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Comisión Europea (CE), Instituto de Investigación Senckenberg (FIS) y Agencia Noruega para el Desarrollo Internacional (NORAD). 83-97.

Horta-Puga, G. y J.P. Carricart-Ganivet. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. En: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México. 66-80.

Hourigan, T.F., T.C. Tricas y E.S. Reese. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. En: Soule, D.F. y G.S. Kleppel (eds.). *Marine organisms as indicators*. Springer-Verlag. 107-135.

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. 1994. Calendario de mareas, temperatura y salinidad, para Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mazatlán, Sinaloa y Puerto Vallarta, Jalisco. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1984. Fotografía aérea. (DF 151 96 L217 F13 C69 No. 9). Escala 1:37,000.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1995. Estadísticas del Medio Ambiente. México 1994. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (INEGI). México. 447 pp.

Jackson, J.B.C. 1991. Adaptation and diversity of reef corals. *BioScience* 41(7): 475-482.

Jain, R.K., L.V. Urban, G.S. Stacey y H.E. Balbach. 1993. Environmental Assessment. McGraw Hill. U.S.A. 526 pp.

Karlson, R.H. y L.E. Hurd. 1993. Disturbance, coral reef communities, and changing ecological paradigms. *Coral Reefs* 12: 117-125.

Klein, G. de V. 1985. Sandstone depositional models for exploration for fossil fuels. International Human Resources Development Corporation. U.S.A. (Consultado en Álvarez y Gaitán, 1994).

Leyte M., G.E. 1995a. Zonas coralinas de la costa de Oaxaca. Programa y Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 68.

Leyte M., G.E. 1995b. Primer registro de *Gardinoseris planulata* (Dana, 1846) (Anthozoa: Scleractinia) en México. Programa y Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 162.

Lincoln, R. y G. Sheals. 1989. Invertebrados. Guía de captura y conservación. Interamericana-McGraw-Hill. España. 205 pp.

Longhurt, A.R. y D. Pauly. 1987. Ecology of tropical oceans. Academic Press. 407 pp.

López U., E. y T.L. Pérez V. 1995. Corales (Scleractinia) de las costas de Jalisco y Colima, México. Resultados preliminares. Programa y Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 71.

McManus, J.W., B.M. Vallejo Jr., L.A.B. Meñez y G.U. Coronado. 1995. ReefBase: an international database on coral reefs. En: Maragos, J.E., M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach y H.F. Takeuchi. Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region. Volumen 1. Species systematics and information management. Program on Environment, Ocean Policy Institute y Pacific Science Association. 317-326.

Medina-Rosas, P., A.C. Nepote G. y R.M. Chávez D. 1995. Estudios preliminares de corales pétreos y equinodermos de las Islas Marietas, Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit,

México. Programa y Resúmenes. XIII Congreso Nacional de Zoología. Sociedad Mexicana de Zoología, Museo de Historia Natural "Manuel Martínez Solórzano" y Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 82.

Montgomery, W.L. 1990. Zoogeography, behavior and ecology of coral-reef fishes. En: Z. Dubinsky (ed.). Coral reefs. Ecosystems of the world 25. Elsevier. 329-364.

Moore, A.W. 1985. Manual de operaciones para sistemas de áreas protegidas. Directrices para los países en desarrollo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Guía FAO Conservación 9. Italia. 110 pp.

Municipio de Puerto Vallarta. Catastro. 1996. Mapa de la zona de Los Arcos. Escala 1:10,000.

Murrieta M, V., D. Goeritz R. y J. Juárez, S. 1993. Programa de manejo del Parque Marino Nacional "Sistema Arrecifal Veracruzano". En: Memoria de resúmenes. Primer Congreso sobre Parques Nacionales y Áreas Naturales Protegidas de México: pasado, presente y futuro. 8-12 de noviembre. Tlaxcala. México. 349.

Navin, K.F. y J.E.N. Veron. 1995. CoralBase: a taxonomic and biogeographic information system for scleractinian corals. En: Maragos, J.E., M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach y H.F. Takeuchi. Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region. Volumen 1. Species systematics and information management. Program on Environment, Ocean Policy Institute y Pacific Science Association. 327-332.

Öhman, M.C., A. Rajasuriya y O. Linden. 1993. Human disturbances on coral reefs in Sri Lanka: a case study. *Ambio* 22 (7): 474-480.

Pecheux, M. 1997. Review on coral reef bleaching.
http://www.essi.fr/~sander/articles/Misc/Coral_Reef.html.

Reyes B., H. 1990. Distribución, riqueza específica, aspectos biogeográficos y taxonómicos de los corales hermatípicos del Golfo de California. Tesis Licenciatura. Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 128 pp.

Reyes B., H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. En: Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (eds.). Biodiversidad marina y costera de México. Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México. 207-222.

Robison, B.H. 1993. New technologies for sanctuary research. *Oceanus* (36.3): 75-80.

Rosen, B.R. 1982. The tropical high diversity enigma- the coral's eye view. En: Forey, P.L. (ed.). *The Evolving Biosphere*. Cambridge University Press. 103-129. (Consultado en Hourigan *et al.*, 1988).

Rosen, B.R. 1988. Progress, problems and patterns in the biogeography of reef corals and other tropical marine organisms. *Helgoländer meeresunters* 42: 269-301.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. LIMUSA. México. 432 pp.

Salm, R.V. 1985. Integrating marine conservation and tourism. *Journal of Environmental Studies* (25): 229-238.

Secretaría de Industria y Comercio. Acuerdo que establece como zona de refugio para la protección de la flora y fauna marinas, las aguas comprendidas en "Los Arcos", Jalisco. *Diario Oficial de la Federación*. 28 de julio de 1975. 11-12.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNATP); Instituto Nacional de Ecología (INE) y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (eds). 1995. *Reservas de la Biosfera y otras Áreas Naturales Protegidas de México*. 159 pp.

Secretaría de Marina. 1994. *Carta Batimétrica de Bahía de Banderas, Jalisco, México*.

Secretaría de Turismo. Reglamento para la prestación del servicio turístico de buceo. *Diario Oficial de la Federación*. 24 de febrero de 1992. Segunda sección. 22-27.

Shopley, J.B. y R.F. Fuggle. 1984. A comprehensive review of current environmental impact assessment methods and techniques. *Journal of Environmental Management* 18: 25-47. (Consultado en Smith, 1993).

Smith, L.G. 1993. *Impact assessment and sustainable resource management*. Longman. England. 210 pp.

Snedaker, S.C. y C.D. Getter. 1985. *Coastal resources management guidelines. Renewable resources information series. Coastal management publication 2. National Park service. U.S. Department of the Interior. U.S. Agency for International Development*. 205 pp.

Spellerberg, I.F. y S.R. Hardes. 1992. *Biological conservation*. Cambridge University Press. Great Britain. 123 pp.

Squires, D.F. 1959. Results of the Puritan-American Museum of Natural History Expedition to western Mexico 7. Corals and coral reefs of the Gulf of California. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 118: 367-432.

Sullivan, K.M. y M. Chiappone. 1992. A comparison of belt quadrat and species presence/absence sampling of stony coral (*Scleractinia* and *Milleporina*) and sponges for evaluating species patterning on patch reefs of the central Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 50(3): 464-488.

Tilmant, J.T. y G.P. Schmahl. 1981. A comparative analysis of coral damage on recreationally use reefs within Biscayne National Park, Florida. *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium, Manila* (1): 187-192.

Tilmant, J.T., G.P. Schmahl, y M. Douglas. 1980. An ecological assessment of Biscayne National Monument's coral reefs in relation to recreational use. *Second Conference on Scientific Research in the National Parks meeting San Francisco, California*.

Veron, J.E.N. 1986. *Corals of Australia and the Indo-Pacific*. Angus and Robertson. Australia.

Veron, J.E.N. 1995a. *Corals in space and time: biogeography and evolution of the Scleractinia*. Comstock/Cornell. 321 pp.

Veron, J.E.N. 1995b. *Corals of the Tropical Island Pacific Region: Biodiversity*. En: Maragos, J.E., M.N.A. Peterson, L.G. Eldredge, J.E. Bardach y H.F. Takeuchi. *Marine and Coastal Biodiversity in the Tropical Island Pacific Region*. Volumen 1. Species systematics and information management. Program on Environment, Ocean Policy Institute y Pacific Science Association. 75-82.

Veron, J.E.N. y M. Pichon. 1976. *Scleractinia of Eastern Australia, part I. Families Thamnasteriidae, Astrocoenidae and Pocilloporidae*. Australian Institute of Marine Science Monograph Series. Australian Government Publishing Service. 86 pp.

Villarreal de P., L.M. y M.P. Tena M. 1992. *Vegetación y Flora*. En: Martínez R., F. (dir.). *Enciclopedia temática de Jalisco*. Tomo I. Geografía. Gobierno del Estado de Jalisco. 179-209.

Wathern, P. (ed.). 1992. Environmental impact assessment. Theory and practice. Routledge. England. 332 pp.

Wells, S. y N. Hanna. 1992. The Greenpeace book of coral reefs. Sterling. U.S.A. 160 pp.

Wyrcki, K. 1965. Corrientes superficiales del Océano Pacífico Oriental Tropical. Comisión Interamericana del Atún Tropical. Boletín IX (5): 279-304.

Wood, E.M. 1983. Corals of the world. T.F.H. U.S.A. 256 pp.

World Wid Fundation International (WWF). 1992. Coral Reefs. Valuable but vulnerable. Discussion paper. 40 pp.

XIII.- APÉNDICE I

Diario Oficial de la Federación. Lunes 28 de julio de 1975. 12-13

SECRETARÍA DE INDUSTRIA Y COMERCIO.

Acuerdo que establece como zona de refugio para la protección de la flora y fauna marinas, las aguas comprendidas en "Los Arcos", Jalisco.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos-Secretaría de Industria y Comercio.

Acuerdo que establece como zona de refugio para la protección de la flora y fauna marinas, las aguas comprendidas en "Los Arcos", Jalisco.

Con fundamento en los artículos 8o, fracciones XVIII y XX de la Ley de Secretarías y Departamentos de Estado; 1o, fracciones II y III, 12 fracción II, 13 fracciones I y III, 14 fracciones III y IV, 15 fracción I y demás relativos de la Ley Federal para el Fomento de la Pesca y

CONSIDERANDO:

PRIMERO.- Que las especies de pesca constituyen un recurso natural que forma parte de la riqueza pública de la Nación, correspondiendo al Estado su conservación para lograr los mayores beneficios a la economía nacional.

SEGUNDO.- Que en el lugar denominado "Los Arcos", en las proximidades de Puerto Vallarta y dentro de Bahía de Banderas del Estado de Jalisco, se encuentra una zona de acantilados con una población de flora y fauna que a últimas fechas se ha visto afectada por las actividades de pesca.

TERCERO.- Que es obligación de las autoridades establecer medios favorables para la recuperación y propagación de las especies, tomando en cuenta los estudios, trabajos e investigaciones que se efectúen al respecto, lo que redundará en beneficio de aquellas.

CUARTO.- Que fundándose las presentes consideraciones en razones de orden técnico, así como de interés público y social, he tenido a bien dictar el siguiente

ACUERDO

ARTÍCULO 1o.- Se establece como zona de Refugio de Flora y Fauna Marinas, la comprendida dentro del área limitada por el arco de círculo, cuyo centro es el punto geográfico de coordenadas latitud: 20° 33" Norte y longitud: 105° 18.5" Oeste y con un radio de un kilómetro de longitud. El centro del arco de círculo antes mencionado corresponde a las rocas denominadas "Los Arcos", localizadas en Bahía de Banderas, Estado de Jalisco.

ARTÍCULO 2o.- Queda estrictamente prohibida la pesca comercial y deportiva, incluyendo la submarina en la zona anteriormente citada.

ARTÍCULO 3o.- Queda terminantemente prohibido arrojar sustancias tóxicas o nocivas a las especies, usar explosivos o abandonar en las playas adyacentes a dicha zona, desperdicios de pesca.

ARTÍCULO 4o.- Las personas que realicen los actos prohibidos a que se refieren los artículos anteriores o cualquiera otro perjuicio de la zona de refugio de que se trata, se harán acreedores a las sanciones que establece la Ley Federal para el Fomento de la Pesca en vigor.

ARTÍCULO 5o.- La Secretaría de Industria y Comercio llevará a cabo los estudios y trabajos que considere necesarios, para lograr la recuperación de la Flora y Fauna Marinas en esa región.

TRANSITORIO

ARTÍCULO ÚNICO.- Este acuerdo entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Diario Oficial" de la Federación.

México D.F. a 16 de julio de 1975.- El Secretario de Industria y Comercio, José Campillo Sáinz. - Rúbrica.

XIV.- APÉNDICE II

Qué hacer y no hacer cuando se visita Los Arcos:

- ⊗ No tirar basura al agua, mantenerla en la embarcación.
- ⊗ Cuando este en el agua, no alejarse demasiado de la embarcación donde viaja.
- ⊗ Usar chalecos salvavidas cuando realice buceo libre, para evitar pisar o lastimar los corales, y prevenir accidentes.
- ⊗ No sacar, mover o coleccionar nada del fondo, excepto basura.
- ⊗ No usar guantes, ya que no hay que tocar nada.
- ⊗ No tocar los corales, hasta un ligero toque daña sus sensibles pólipos.
- ⊗ Usar el peso en plomos suficiente para bucear, evitando tener contacto con el fondo y mantener una flotabilidad apropiada. El sedimento que se levanta del fondo arenoso impide el desarrollo de los corales.
- ⊗ Tratar de recuperar los objetos que se caen al fondo, ya que pueden lastimar o matar a otros organismos.
- ⊗ Revisar las tablas y horarios de las mareas.
- ⊗ Navegar despacio y con precaución por la zona, ya que las turbulencias de la propele del motor levantan sedimento del fondo.
- ⊗ Usar las boyas porque sustituyen a las anclas, evitando que se dañe el fondo al ser arrojadas y cuando se levantan, ya que están instaladas en zonas donde el desarrollo coralino es importante como para protegerlo
- ⊗ No descargar agua o residuos de la embarcación.
- ⊗ Mantener la distancia con las otras embarcaciones.
- ⊗ Esperar a que las boyas se desocupen o amarrarse en otra, si no están disponibles o están saturadas.
- ⊗ Observar si no hay gente en el agua, ya sea que estén buceando o nadando.
- ⊗ Llegar directamente a la boya, para mantener su motor apagado el mayor tiempo posible, el ruido molesta a los animales.

- ⊗ Dejar la boya sólo para retirarse del lugar.
- ⊗ Mantener siempre en su vista la boya, en un accidente la propela puede cortar la cuerda que la sostiene.
- ⊗ Revisar bien el amarre de su embarcación con la boya, cada quien es responsable de ella.

- ⊗ El uso de las boyas es un servicio para todos.

- ⊗ Por favor reportar cualquier problema o comentario sobre Los Arcos y las boyas a....
(Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa, Delegación de Ecología del Municipio de Puerto Vallarta,...)