

2 **ANÁLISIS DE VACÍOS Y OMISIONES EN CONSERVACIÓN EN MÉXICO**

3  
4 Autores responsables del capítulo:

5 Patricia Koleff<sup>1</sup>, Marcia Tambutti<sup>1</sup>, Ignacio March<sup>2</sup>, Rocío Esquivel<sup>3</sup>, César Cantú<sup>4</sup> y Andrés  
6 Lira-Noriega<sup>1</sup>

7  
8 Coautores en orden alfabético:

9 Verónica Aguilar<sup>1</sup>, Jesús Alarcón<sup>1</sup>, Juan Bezaury<sup>2</sup>, Segundo Blanco<sup>5</sup>, Gerardo Ceballos<sup>5</sup>,  
10 Antony Challenger<sup>6</sup>, Javier Colín<sup>1</sup>, Ernesto Enkerlin<sup>3</sup>, Oscar Flores-Villela<sup>7</sup>, Gabriela García-  
11 Rubio<sup>8</sup>, Diana Hernández<sup>1</sup>, Melanie Kolb<sup>1</sup>, Pedro Maeda<sup>1</sup>, Enrique Martínez-Meyer<sup>9</sup>, Elizabeth  
12 Moreno<sup>1</sup>, Norma Moreno<sup>1</sup>, Mariana Munguía<sup>9</sup>, Miguel Murguía<sup>10</sup>, Adolfo Navarro<sup>7</sup>, Leticia  
13 Ochoa-Ochoa<sup>7</sup>, Víctor Sánchez-Cordero<sup>9</sup>, Daniel Ocaña<sup>1</sup>, Jorge Soberón<sup>11</sup>, Juan Francisco  
14 Torres<sup>9</sup>, Raúl Ulloa<sup>12</sup> y Tania Urquiza<sup>1</sup>

15  
16 Autores de los recuadros:

17  
18 1. *Efectividad de las ANP*. Víctor Sánchez Cordero<sup>9</sup>, Fernanda Figueroa<sup>9</sup>, Patricia Illoldi<sup>9</sup> y  
19 Miguel Linaje<sup>9</sup>

20  
21 2. *Encuesta nacional sobre sitios prioritarios para la conservación* Mariana Munguía<sup>8</sup>,  
22 Elizabeth Moreno<sup>1</sup>, Verónica Aguilar<sup>1</sup>, Diana Hernández<sup>1</sup>, Melanie Kolb, Gabriela García  
23 Rubio<sup>8</sup>, Andrés Lira-Noriega<sup>1</sup>, Marcia Tambutti<sup>1</sup>, Patricia Koleff<sup>1</sup>, Ignacio March<sup>2</sup> y Rocío  
24 Esquivel<sup>3</sup>

25  
26 3. *Análisis preliminar de la conservación de la biodiversidad insular*. Diana Hernández<sup>1</sup>,  
27 Gabriela García Rubio<sup>8</sup>, Melanie Kolb<sup>1</sup>, Verónica Aguilar<sup>1</sup>, Norma Moreno<sup>1</sup> y Patricia Koleff<sup>1</sup>

28  
29 4. *Planeación del metaanálisis y perspectivas para la conservación en México*. Patricia  
30 Koleff<sup>1</sup>, Ignacio March<sup>2</sup>, Rocío Esquivel<sup>3</sup>, Andrés Lira-Noriega<sup>1</sup>, César Cantú<sup>4</sup>, Jorge  
31 Soberón<sup>11</sup>, Marcia Tambutti<sup>1</sup>, Víctor Sánchez Cordero<sup>9</sup>, Gerardo Ceballos<sup>5</sup>, Ernesto Enkerlin<sup>3</sup>  
32 y Antony Challenger<sup>6</sup>.

33  
34 <sup>1</sup> Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

35 <sup>2</sup> The Nature Conservancy, Programa México

36 <sup>3</sup> Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

37 <sup>4</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León

38 <sup>5</sup> Instituto de Ecología, UNAM

39 <sup>6</sup> Subsecretaría de Planeación Ambiental, Semarnat

40 <sup>7</sup> Museo de Zoología, Facultad de Ciencias, UNAM

41 <sup>8</sup> Pronatura, A.C.

42 <sup>9</sup> Instituto de Biología, UNAM

43 <sup>10</sup> UBIPRO, FES-Iztacala, UNAM

44 <sup>11</sup> Natural History Museum and Biodiversity Research Center, University of Kansas

45 <sup>12</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), Unidad Guaymas, Sonora

46	CONTENIDO
47	<b>Siglas y acrónimos</b>
48	<b>Resumen</b>
49	<b>1. Introducción</b>
50	<b>2. Análisis de ambientes terrestres</b>
51	<b>2.1 Antecedentes</b>
52	<i>2.1.1 Ecorregiones</i>
53	<i>2.1.2 Grupos taxonómicos</i>
54	<b>2.2. Bases de datos geográficas y de biodiversidad</b>
55	<b>2.3. Análisis ecorregional</b>
56	<i>2.3.1 Métodos</i>
57	<i>2.3.2 Ecorregiones prioritarias para la conservación</i>
58	<i>2.3.3 Vacíos y omisiones de conservación en las ecorregiones</i>
59	<b>2.4 Análisis de optimización con base en la selección de objetos de conservación y</b>
60	<b>amenazas a la biodiversidad terrestre</b>
61	<i>2.4.1 Métodos</i>
62	<i>2.4.2 Sitios de importancia para la conservación</i>
63	<i>2.4.3 Vacíos y omisiones de conservación de los sitios prioritarios para la</i>
64	<i>conservación</i>
65	<i>Recuadro 1. Efectividad del actual sistema de áreas naturales protegidas</i>
66	<i>Recuadro 2. Encuesta Nacional sobre sitios prioritarios para la conservación</i>
67	<b>3. Análisis de ambientes marinos</b>
68	<b>3.1 Antecedentes</b>
69	<b>3.2 Métodos</b>
70	<b>3.3 Identificación de sitios marinos de importancia para la conservación</b>
71	<b>3.4 Análisis de vacíos y omisiones para la conservación de la biodiversidad marina</b>
72	<i>Recuadro 3. Análisis preliminar de la conservación de la biodiversidad insular</i>
73	<b>4. Conclusiones</b>
74	<i>Recuadro 4. Planeación del metaanálisis y perspectivas para la conservación en México</i>
75	<b>5. Referencias</b>
76	<b>6. Apéndices</b>
77	6.1 Participantes
78	6.2 Bases de datos geográficas y de biodiversidad consultadas
79	6.3 Índices para el análisis por ecorregiones
80	6.4 Lista de objetos de conservación (grupos taxonómicos) incorporados en la detección
81	de sitios prioritarios y análisis de vacíos y omisiones en conservación
82	6.5 Lista de objetos utilizados en la identificación de sitios de mayor importancia para la
83	conservación de la biodiversidad marina
84	<b>Glosario</b>
85	<b>Agradecimientos</b>
86	
87	

87	SIGLAS Y ACRÓNIMOS
88	
89	AICA. Áreas de importancia para la conservación de las aves
90	ANP. Áreas naturales protegidas <sup>1</sup>
91	AZE. Alianza para la extinción cero (Alliance for Zero Extinction)
92	CBD. Convenio sobre diversidad biológica
93	CCA. Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica
94	CI. Conservación Internacional México, A.C.
95	CONANP. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
96	CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
97	COP. Conferencia de las partes del CBD
98	DUMAC. Ducks Unlimited de México, A.C.
99	INE. Instituto Nacional de Ecología
100	INEGI. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
101	RHP. Regiones hidrológicas prioritarias
102	RMP. Regiones marinas prioritarias
103	RTP. Regiones terrestres prioritarias
104	SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
105	SIG. Sistemas de información geográfica
106	SINAP. Sistema de áreas naturales protegidas
107	SNIB. Sistema nacional de información sobre biodiversidad
108	TNC. The Nature Conservancy, Programa México
109	UMA. Unidades de manejo de la vida silvestre
110	WWF. World Wildlife Fund, Programa México
111	

## 111 RESUMEN

112

113 México es reconocido como uno de los países megadiversos por su excepcional biodiversidad  
114 que se refleja en el número de especies y una alta proporción de endemismos, variedad de  
115 hábitats, paisajes y ecosistemas terrestres, costeros y marinos; lo que sin duda obliga a una  
116 planeación multi-escalar para conservar una porción significativa de su diversidad biológica. La  
117 mayoría de los numerosos estudios que se encuentran en la literatura, han estado enfocados a un  
118 grupo particular de especies, o de unidades geográficas, regionales o geopolíticas, entre otras,  
119 para un ambiente dado.

120 Para generar una visión actualizada completa sobre los vacíos y omisiones en conservación en  
121 las áreas protegidas de México, un país con alta diversidad y heterogeneidad, la CONABIO en  
122 colaboración con la CONANP, numerosas instituciones y especialistas, conformaron un grupo  
123 de trabajo que decidió ampliar el contexto de esta evaluación con la que México da  
124 cumplimiento a un compromiso establecido en la COP 7 del CBD. En este capítulo se presenta  
125 una síntesis de los principales resultados que se han concluido como resultado de un esfuerzo  
126 multiinstitucional que inició los análisis técnicos en el 2004. Se decidió desarrollar un enfoque  
127 integral para considerar diferentes resultados de identificación de sitios prioritarios para la  
128 conservación de ambientes terrestres, marino-costeros, acuáticos e insulares, así como sitios  
129 clave para hábitats y especies endémicas, raras y amenazadas.

130 Los análisis a escala ecorregional mostraron 11 de 96 ecorregiones terrestres sin protección y  
131 50 ecorregiones subrepresentadas con diferentes niveles de importancia (i.e. valores de 0.003%  
132 a 10.1%, los cuales están por debajo de la proporción del territorio protegido del país, que es  
133 del 11.48% de la superficie). Existen sesgos al proteger en mayor proporción las tierras altas (a  
134 más de 2,800 msnm) en comparación con el resto del país. Considerando los tipos de  
135 vegetación, los niveles de protección más bajos se presentan en las selvas secas, el matorral  
136 espinoso tamaulipeco y los bosques de pino-encino. Asimismo, se generaron tres índices que  
137 valoran las ecorregiones por su importancia biológica (considerando 45 variables), de riesgos  
138 (18 variables) y de respuestas (9 variables) que nos permiten contar con un marco general para  
139 la planeación de la conservación a escala regional.

140 Dentro del contexto ecorregional se evaluó la efectividad de 81 ANP (44 federales, 36 estatales  
141 y una municipal), decretadas antes de 1997, considerando como el principal indicador el  
142 cambio de uso de suelo en el ANP y el área adyacente a la misma y la ecorregión en la que se  
143 ubica. En promedio, más de 57% de las ANP evaluadas son efectivas en conservar zonas con  
144 vegetación primaria y más de 70% de las ANP presentaron tasas más bajas de transformación  
145 de la cobertura vegetal, con relación al área circundante. Los resultados muestran la  
146 importancia de tener personal y programas de conservación y manejo.

147 Por otra parte, utilizando el algoritmo de optimización MARXAN, se llevaron a cabo análisis para  
148 identificar sitios prioritarios para conservación basados en la información de especies de  
149 vertebrados terrestres, géneros de angiospermas, algunas familias de plantas, tipos de  
150 vegetación y un conjunto de las principales amenazas (i.e. cambio de uso de suelo,  
151 asentamientos humanos, frecuencia de incendios, entre otras). Los sitios identificados como los  
152 de más alta prioridad (1,319), representan 16.9% de la extensión territorial, de los cuales sólo  
153 25% están en alguna ANP. Para seleccionar los objetos de conservación se consideró a las  
154 especies de distribución restringida, endémicas y amenazadas, los sitios con mayor  
155 concentración de riqueza de especies y con vegetación primaria. Las zonas con mayor

156 concentración de metas de conservación se ubican en la costa del Pacífico, la Sierra Madre del  
157 Sur, el Eje Neovolcánico, la región de Oaxaca y la Sierra Madre Oriental, el Soconusco y los  
158 Altos de Chiapas.

159 Asimismo, se analizó la información de una sociedad mundial que ha identificado en el país 63  
160 sitios de importancia por la inminente extinción de poblaciones de especies amenazadas y en  
161 alto riesgo, así como 167 sitios propuestos y documentados por más de 200 participantes que  
162 respondieron a una encuesta nacional, diseñada explícitamente para compilar la mayor  
163 información sobre sitios de importancia para la conservación de la biodiversidad.

164 Por otra parte, 105 sitios prioritarios marinos (costeros y oceánicos) fueron identificados por un  
165 grupo de especialistas, quienes discutieron los elementos su diversidad biológica y las  
166 principales amenazas que enfrentan para su inclusión. Sólo 18.33% de la superficie de estos  
167 sitios prioritarios está decretada como ANP, por lo que es fundamental consolidar esfuerzos  
168 para conservar y manejar de forma sostenible éstos sitios de alta prioridad. Ésta es la primera  
169 vez que se identificaron y documentaron a escala nacional 29 sitios de mar profundo, que  
170 prácticamente no cuentan con protección y cuya identificación es fundamental para dirigir  
171 esfuerzos de conservación.

172 Un elemento clave en proceso es integrar los diferentes análisis y tener una visión integral de  
173 los ambientes terrestres y marinos y el papel fundamental de los procesos de ambientes  
174 acuáticos epicontinentales. Resulta además relevante continuar con los análisis de conectividad,  
175 resiliencia ecológica y complementariedad, sobre todo ante el cambio climático, así como de  
176 varios elementos tales como la agrobiodiversidad, sitios de importancia para especies  
177 migratorias y para otros grupos de organismos, entre otros.

178 Concluimos que a pesar de la importancia de las ANP como el principal instrumento de la  
179 política ambiental para la conservación de la biodiversidad *in situ*, por la dinámica  
180 socioeconómica del país es necesario considerar una amplia variedad de instrumentos y  
181 modalidades sociales para hacer viable su persistencia a largo plazo. La identificación de sitios  
182 de importancia para la conservación de la biodiversidad del país es una herramienta básica para  
183 facilitar la selección, armonización y creación de sinergias entre los diversos instrumentos  
184 complementarios requeridos para lograr conservar y usar sustentablemente nuestro patrimonio  
185 natural.

186

186 1. INTRODUCCIÓN

187 La magnitud de la diversidad biológica de México, se distingue por los altos niveles de  
188 endemismo y microendemismo para la mayoría de los grupos de organismos y por los  
189 complejos patrones espaciales en la distribución de su flora y fauna que forman un mosaico de  
190 paisajes, ecosistemas y comunidades terrestres (véase primer volumen de esta obra). Un  
191 componente esencial de la megadiversidad del país son los ambientes marinos (Arriaga *et al.*  
192 1998; Contreras y Castañeda, 2004). El hecho de que México tenga vertiente a los océanos  
193 Atlántico y al Pacífico, así como dos importantes golfos, el de California y el de México, le  
194 confiere niveles de riqueza, diversidad y endemismos marinos comparables con los de la biota  
195 continental (Salazar Vallejo y González, 1993).

196 Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados en la última década, la superficie bajo  
197 protección resulta insuficiente para un país megadiverso como México. Difícilmente podremos  
198 conservar adecuadamente una porción representativa y viable de tal biodiversidad con las  
199 actuales áreas naturales protegidas (ANP)<sup>2</sup>. Más aún, si consideramos que varias de las ANP  
200 (principalmente las decretadas a finales del siglo XIX y los primeros setenta años del siglo XX)  
201 fueron establecidas por su belleza escénica y de forma oportunista o aislada; no fue sino hasta  
202 mediados de la década de los 90 que se consolidó una visión integral de las ANP como un  
203 sistema que debe representar lo mejor posible la diversidad biológica del país. Si bien las ANP  
204 son una estrategia central para conservar la biodiversidad con un marco legal robusto y cada  
205 vez con mayor aceptación y demanda social, es fundamental fortalecer este sistema así como un  
206 conjunto diversificado y complementario de otros instrumentos de conservación para asegurar  
207 la permanencia y funcionamiento de los ecosistemas, sus servicios y la mayoría de sus especies.  
208 Por otra parte, es innegable que el aumento de las presiones antropogénicas sobre la  
209 biodiversidad, particularmente causado por la alta tasa de cambio de uso de suelo y la

210 sobreexplotación de los recursos naturales, está conduciendo a una pérdida irreversible de  
211 especies y deterioro de los ecosistemas (Woodruff, 2001 en Rodrigues *et al.*, 2003); por lo que  
212 resulta apremiante diseñar estrategias para identificar sitios prioritarios que debemos conservar  
213 por su excepcional biodiversidad. La identificación de prioridades para la conservación es un  
214 tema estratégico por la estrecha dependencia que tiene la sociedad de los servicios ambientales  
215 que le brindan los ecosistemas. Además, es primordial identificar los sitios más amenazados  
216 que albergan una extraordinaria biodiversidad a fin de conservar aquella parte de la historia  
217 evolutiva plasmada en los organismos vivos más vulnerables (Sechrest *et al.*, 2002).

218 El reto de identificar y revalorar las áreas de importancia para la conservación no es exclusivo  
219 de México, sino de todos los países del mundo. Durante la Séptima Conferencia de las Partes<sup>3</sup>  
220 (COP 7) del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) al que México está suscrito, se emitió  
221 una resolución para establecer un programa de trabajo sobre áreas protegidas, enfocado a que  
222 los países evalúen la efectividad de sus sistemas de áreas protegidas y lleven a cabo análisis de  
223 vacíos y omisiones de conservación (convencionalmente conocidos como GAP, por sus siglas  
224 en inglés<sup>4</sup>), con criterios robustos y técnicos que sirvan de guía para incrementar la superficie  
225 con decretos de protección (UNEP/CDB/COP 7/L.32; Dudley *et al.*, 2005), así como llevar a  
226 cabo una evaluación de las capacidades para el manejo de las áreas protegidas y de los recursos  
227 financieros dedicados a la conservación (Fig. 1).

228 Este capítulo se enfoca sólo a los análisis de vacíos y omisiones, que son una de las  
229 herramientas de planeación para la conservación, que se basan en la evaluación de los sistemas  
230 de áreas protegidas y la identificación de omisiones en su cobertura al considerar diferentes  
231 elementos de la diversidad biológica (Burley, 1988; Jennings, 2000; Csuti, 1994; Scott *et al.*,  
232 2003).

233 Se puede decir que la planeación sistemática de la conservación se empezó a desarrollar en la  
234 década de los 70, con los aportes de diversos criterios de selección, tales como área mínima,  
235 rareza, endemidad, diversidad, representatividad, irremplazabilidad, fragilidad, conectividad,  
236 integridad y vulnerabilidad (Presey y Margules, 2000; Fandiño-Lozano y Wyngaarden, 2005 y  
237 referencias que incluyen; véanse definiciones en el Glosario). Estas ideas se fueron refinando,  
238 considerando que los recursos disponibles para la protección de la biodiversidad son  
239 usualmente escasos por lo que es necesario que tengan el mejor destino posible. De hecho,  
240 estos análisis han sido un marco de referencia para definir estrategias de financiamiento para la  
241 conservación a distintas escalas (May, 1990; Vane-Wright *et al.*, 1991; Pressey *et al.*, 1993;  
242 Murray *et al.*, 1996).

243 Uno de los principales objetivos de estos análisis es identificar las prioridades para lograr la  
244 protección de una porción viable y representativa de la biodiversidad con el área mínima  
245 posible o a través de una red óptima de sitios con varios escenarios (Arango *et al.*, 2003;  
246 Dudley *et al.*, 2005). Los análisis de vacíos y omisiones se han extendido a diversos enfoques  
247 metodológicos (Kiester *et al.*, 1996; González-Rebeles y Jennings, 2001; Dudley y Parrish,  
248 2006) y se han aplicado incluso con un enfoque hacia la conservación de recursos genéticos  
249 (Lipow *et al.*, 2004), de comunidades de animales o plantas (Strittholt y Boerner, 1995), de  
250 unidades evolutivas filogenéticas (Humphries *et al.*, 1995; Faith y Walker, 1996; Mace *et al.*,  
251 2003) e inclusive para grupos ecológicos funcionales (Buchmann *et al.*, 1999). Sin embargo,  
252 debido a los sesgos en la información, el enfoque de la mayoría de esos estudios han utilizado  
253 ‘sustitutos’ como indicadores para identificar los sitios prioritarios para conservar su  
254 biodiversidad (Sarkar *et al.*, 2005). Entre los diversos sustitutos más usados se han  
255 documentado algunas limitantes en su aplicación, por ejemplo, las llamadas ‘especies  
256 sombrilla’ se ha visto que no logran capturar diversos elementos de la biodiversidad;



257 las 'especies clave' son en muchos casos difíciles de identificar (Gaines, 2007), así como  
258 unidades del paisaje que contienen una diversidad de elementos, que brindan un marco general  
259 de referencia, pero es a escala local que se llevan las acciones de conservación.

260 La planificación, conservación y manejo sustentable de los ecosistemas terrestres y marinos<sup>3</sup>  
261 (incluyendo costas, océanos e islas), su biodiversidad y los recursos naturales requiere que  
262 algunas áreas se mantengan en su estado natural o lo menos perturbadas posible. Por ejemplo,  
263 resulta necesaria la protección y restauración de la biodiversidad de los ambientes costeros  
264 críticos para mantener la producción pesquera, la conservación de los recursos genéticos y el  
265 resguardo de áreas de interés escénico y recreativo (Salm y Clarck, 2000).

266 El éxito de las áreas dedicadas a la conservación depende de la existencia de un marco legal  
267 apropiado, de la aceptación de las comunidades locales, de un sistema de manejo integral  
268 efectivo y de una clara delimitación de las áreas; mientras que la selección de los sitios  
269 prioritarios se fundamenta en alguno de los siguientes criterios: (1) que constituya el mejor  
270 ejemplo de un ecosistema o tipo de hábitat importante, (2) que sea necesario para la  
271 sustentabilidad de las actividades productivas, (3) que posea alta diversidad de paisajes,  
272 comunidades o de especies, (4) que sea una localidad con procesos biológicos clave, (5) que  
273 proporcione un hábitat específico para una especie en particular o varias, (6) que tenga valores  
274 culturales importantes (históricos, religiosos o recreativos), (7) que ofrezca un servicio  
275 ambiental relevante y (8) que propicie la investigación básica (Salm y Clarck, 2000).

276 Debido a que biodiversidad abarca la complejidad de los ecosistemas, especies, sus poblaciones  
277 y su variabilidad genética, hasta sus interacciones, difícilmente podría existir una medida  
278 universal e inconfundible para identificar los sitios de mayor biodiversidad o los más relevantes  
279 para la conservación que considere la totalidad de los elementos del sistema. Por lo que es claro  
280 que se requieren estudios con diferentes enfoques y escalas aplicados a los diversos elementos

281 de la biodiversidad considerados objetos de conservación con el fin de tener el mayor número  
282 de criterios y atributos disponibles para identificar las áreas y sitios prioritarios para la  
283 conservación; en 2004 México decidió iniciar el desarrollo de una serie de análisis de  
284 omisiones de las áreas importantes para la conservación de la biodiversidad, a escala nacional,  
285 considerando diversas metodologías y la mayor cantidad de información actualizada, los cuales  
286 fueron realizados por diversos especialistas de la academia, gobierno y organizaciones civiles  
287 (Apéndice 6.1).

288 Este capítulo es un estudio inédito por la visión de integrar una propuesta nacional, que a su  
289 vez está generando conocimiento nuevo en este tema. Los resultados que se presentan en este  
290 capítulo, incluyen diversos análisis realizados con diferentes escalas, enfoques, tipos de  
291 ambientes y niveles de complejidad; abarcando ecorregiones, diversos grupos taxonómicos y  
292 sitios puntuales. Se consideró la importancia de conducir por separado los análisis terrestres de  
293 los marinos<sup>5</sup> (Fig. 2), usar a las ecorregiones como unidades básicas de análisis, y en lo  
294 posible, llevar a cabo análisis a escalas más finas. El proceso continúa en marcha ya que es  
295 fundamental integrar los resultados a través de un metaanálisis, además de que aún falta incluir  
296 elementos de gran importancia, tales como ecosistemas de aguas epicontinentales, la  
297 agrobiodiversidad y los escenarios de cambio climático (Hannah *et al.*, 2007). Asimismo, se  
298 desea valorar un conjunto de instrumentos estratégicos de políticas públicas, para consolidar  
299 una visión integral en la conservación tanto en ANP como el entorno en que están inmersas, a  
300 través de talleres regionales y otros mecanismos de participación social que permitan ampliar  
301 los consensos alcanzados. Aún cuando la información recabada hasta ahora y los diversos  
302 análisis que se han desarrollado son un avance maduro y significativo en la determinación de  
303 prioridades representativas de nuestro patrimonio biológico, resulta prioritario continuar con  
304 los trabajos que permitan contar con todos los elementos de juicio técnico para evaluar los

305 sitios propuestos y concretar así una visión compartida, completa y consensuada para la  
306 conservación de la biodiversidad en nuestro país (Fig. 1).  
307 Uno de los elementos clave del proceso ha sido la amplia participación de especialistas, de  
308 investigadores y especialistas en biodiversidad de todo el país, por lo que con el fin de compilar  
309 la mayor información posible se diseñó y aplicó una encuesta nacional para detectar sitios de  
310 elevada importancia para conservación de la biodiversidad que se encuentran sujetos a diversas  
311 amenazas.

312

## 313 2. ANÁLISIS DE AMBIENTES TERRESTRES

### 314 **2.1 Antecedentes**

315 A continuación se presenta una síntesis de los trabajos más relevantes enfocados a la  
316 planeación para la identificación de sitios prioritarios de la última década, considerando  
317 primero los estudios a escala global en los que está inmerso México y después los esfuerzos  
318 nacionales y regionales.

319 Dentro de los estudios a escala global, destacan los de Rodrigues y colaboradores (2003, 2004),  
320 quienes encontraron que la mayoría de los sitios identificados como prioridades urgentes para  
321 la conservación se encuentran en las zonas tropicales (por arriba del 85% del área de prioridad  
322 para la protección, aunque corresponden solamente al 39% de la superficie mundial),  
323 especialmente en los bosques húmedos tropicales y subtropicales (el 65% del área de prioridad,  
324 comparado con 14% de área total de la Tierra). También están situados desproporcionadamente  
325 en las islas (el 31%, comparado con el 5% de área total del planeta). La conclusión principal de  
326 estos análisis es que la cobertura de áreas protegidas del 12% es aún insuficiente. Las mayores  
327 prioridades para el establecimiento de áreas protegidas son regiones irremplazables y hacen

328 frente a grandes presiones antropogénicas. No obstante, a la escala de este estudio y en el  
329 contexto global es poco útil en la práctica para establecer una Agenda nacional.

330 Otro de los trabajos más importantes enfocados a evaluar el nivel de protección de los  
331 ecosistemas en las redes de áreas protegidas ha sido realizado a escala global por Chape y  
332 colaboradores (2005), concluyendo que los gobiernos de los países requieren adoptar la Agenda  
333 propuesta en la reunión de la COP 7 que incluya además los acuerdos emanados del V  
334 Congreso Mundial de Parques efectuado en el 2003 en Durban, Sudáfrica, a fin de establecer  
335 regímenes de protección efectivos para conservar la biodiversidad remanente.

336 Por otra parte, tres grandes regiones que cubren una gran extensión del territorio mexicano han  
337 sido identificadas a escala mundial como '*hotspots*', definidos como los lugares con mayor  
338 riqueza biológica y más amenazados en el mundo (Mittermier *et al.*, 2004) con un nivel  
339 insuficiente de protección en relación con la biodiversidad que albergan: la Provincia Florística  
340 de California (que se extiende hasta la parte más norteña de la Península de Baja California),  
341 los bosques de pino-encino del Madroterciario (prácticamente todas las cordilleras, sierras y el  
342 Eje Neovolcánico) y Mesoamérica (que cubre toda la parte centro-sur de México). Estas  
343 regiones se identificaron principalmente con base en la riqueza de especies, lo que muchas  
344 veces resulta no ser lo más adecuado para poder establecer prioridades en conservación.

345 A la fecha, se han realizado relativamente pocos estudios para determinar los sitios o áreas  
346 requeridas para sostener los procesos ecológicos que mantienen a los ecosistemas o poblaciones  
347 viables de especies nativas (Odum, 1970; Noss, 1993; Cox *et al.*, 1994; Soulé y Sanjayan,  
348 1998; Fandiño-Lozano y Wyngaarden, 2005) por lo que aún existe controversia sobre la  
349 superficie mínima que se debe dedicar a la protección de la naturaleza. Si bien la red global de  
350 áreas protegidas ha crecido sustancialmente en décadas recientes, cubriendo actualmente 12.2%  
351 de la superficie del planeta, su crecimiento no se ha dirigido estratégicamente a maximizar la

352 protección de la biodiversidad (Chape *et al.*, 2005). Poco se sabe del grado en que esta red  
353 global de áreas protegidas cubre las necesidades de protección de especies y ecosistemas. Esta  
354 información es necesaria para dirigir la expansión estratégica de la red y la asignación eficaz de  
355 los recursos a lugares con escasa conservación para maximizar la persistencia de la  
356 biodiversidad mundial.

357 Las cifras de 10 y 12% han sido ampliamente citadas como los porcentajes de superficie que un  
358 país mínimamente debe tener en reservas ecológicas (Bruntland, 1987; Noss, 1996; Rodrigues  
359 *et al.*, 2004). Sin embargo, no existe suficiente evidencia que pudiera justificar científicamente  
360 estas cifras propuestas. De hecho, los pocos estudios disponibles para determinar las áreas  
361 requeridas para sostener los procesos ecológicos o mantener poblaciones viables de especies  
362 nativas indican que la superficie dedicada a la conservación debería incrementarse de dos a seis  
363 veces (Noss, 1993; Soulé y Sanjayan, 1998; Dietz y Czech, 2005).

364 Los estudios enfocados a determinar el nivel de cobertura que los sistemas de áreas protegidas  
365 proveen a los diversos ecosistemas y para algunos grupos de especies de flora y fauna,  
366 efectuados a escala global, regional o nacional (e.g. Hunter y Yonzon, 1993; Caicco *et al.*,  
367 1995; Pressey, 1995; DellaSala *et al.*, 2001; Scott *et al.*, 2001; Chape *et al.*, 2003; Rodrigues *et*  
368 *al.*, 2003, Vreugdenhil *et al.*, 2003; Rodrigues *et al.*, 2003, 2004; Brandon *et al.*, 2005, Chape *et*  
369 *al.*, 2005; Koleff y Moreno, 2005) han demostrado que las actuales redes de áreas protegidas  
370 son insuficientes para proteger la biodiversidad, ya que están sesgadas hacia ciertos tipos de  
371 ecosistemas, frecuentemente hacia aquellos con menor valor económico, dejando a otros  
372 desprotegidos o protegidos de forma parcial (Cantú *et al.*, 2003, 2004a, 2004b; Rodrigues *et al.*,  
373 2004). Los análisis de vacíos han estado enfocados principalmente a la biodiversidad terrestre  
374 (como los estudios antes citados); sin embargo, en los últimos años se han realizado trabajos de

375 ambientes de aguas epicontinentales (Meixler *et al.*, 1996; Meixler y Bain, 1998) y marinos  
376 (Gleason *et al.*, 2006; Terán *et al.*, 2006).  
377 En América Latina, países como Colombia, Ecuador, Belice y Bolivia han llevado a cabo  
378 análisis de vacíos y omisiones a nivel ecorregional (Arango *et al.*, 2003; Fandiño-Lozano y  
379 Wyngaarden, 2005; Meerman, 2005; Terán *et al.*, 2006). Para el caso de México, durante la  
380 última década se han realizado estudios a diversas escalas para identificar áreas de importancia  
381 para la conservación, usando diferentes criterios y enfoques. Algunos de estos trabajos han  
382 mejorado conforme se va generando mayor y mejor información, así como con el avance  
383 tecnológico de herramientas para identificar y priorizar sitios para la conservación (Fuller *et al.*,  
384 2006,2007; Escalante *et al.*, 2007a,b).

### 385 **2.1.1 Ecorregiones**

386 Sin duda, el desarrollo de los sistemas de información geográfica, abrió nuevas perspectivas  
387 para llevar a cabo la planeación sistemática de la conservación, considerando a los ecosistemas  
388 como unidad de análisis (Scott *et al.*, 1993).  
389 Para poder identificar los vacíos y omisiones de representación de la biodiversidad, resulta  
390 fundamental utilizar una clasificación de ecosistemas que integre las características ambientales  
391 que determinan la existencia de la biodiversidad en sus diferentes escalas. Las clasificaciones  
392 ecológicas han evolucionado de manera considerable en los pasados tres decenios. Los trabajos  
393 pioneros en América del Norte surgieron de la clasificación de bosques en muchos casos  
394 relacionados con variables climáticas (Hills, 1961; Flores-Mata *et al.*, 1971; CETENAL, 1976;  
395 Bailey, 1976 en CCA, 1997). Las clasificaciones holísticas regionales fueron el siguiente paso,  
396 las cuales integraron una gama completa de características biofísicas para explicar los aspectos  
397 dinámicos de los ecosistemas tales como patrones climáticos cambiantes, especies migratorias,

398 procesos químicos del suelo, etc., los cuales son esenciales para entender a los ecosistemas  
399 (CCA, 1997; Cromer *et al.*, 2003; Josee *et al.*, 2003).

400 Las unidades ecorregionales han sido utilizadas en los últimos años para definir las prioridades  
401 de conservación a escala global y regional para proteger la mayor cantidad de áreas  
402 representativas, con elementos especiales y asegurando la persistencia de poblaciones y  
403 procesos ecológicos (Dinerstein *et al.*, 1995; Olson *et al.*, 2000, 2001, 2002; Loucks *et al.*,  
404 2003; Hoekstra *et al.*, 2005; Balmford *et al.*, 2005; Burgess, 2006).

405 Loucks y colaboradores (2003) clasificaron la importancia biológica de cada ecorregión  
406 basados en la distribución de especies, riqueza y endemismos, fenómenos ecológicos o  
407 evolutivos tales como migraciones o adaptación a radiaciones extraordinarias y rareza global  
408 del tipo del hábitat; reportaron que más del 20% de las áreas aisladas (sin caminos) están  
409 localizadas dentro de las ecorregiones clasificadas globalmente como excepcionales.

410 Olson y Dinerstein (2002) seleccionaron de 867 ecorregiones terrestres mundiales a 200 como  
411 prioritarias con base en su importancia relativa, de las que destacan 142 como sobresalientes a  
412 escala global, regional, biorregional o local; 72 de las cuales son consideradas críticas o  
413 amenazadas, 39 vulnerables y 28 relativamente estables o intactas. En este estudio, sobresale  
414 México entre los países de América con mayor superficie prioritaria para la conservación,  
415 destacando las ecorregiones de las Sierras Madre Oriental y Occidental, el Eje Neovolcánico, y  
416 los matorrales xéricos de la Península de Baja California.

417 Posteriormente, Dinerstein y colaboradores (1995) identificaron con base en la biodiversidad y  
418 el grado de amenaza de 191 ecorregiones de Latinoamérica y El Caribe a 51 como las de más  
419 alta prioridad para la conservación, de las cuales 14 se encuentran en México.

420 Por otra parte, una referencia a nivel nacional para la conservación han sido los ejercicios  
421 coordinados por la CONABIO (Arriaga *et al.*, 1998, 2000a,b) para la identificación de regiones

422 prioritarias terrestres (RTP), marinas (RMP) e hidrológicas (RHP). Estos trabajos han dado un  
423 marco importante para la planeación y la dirección de recursos a la conservación en éstas áreas  
424 a pesar de no ser un instrumento oficial.

425 Es importante considerar que al unir las regionalizaciones terrestres (RTP, RHP) con las áreas  
426 de importancia para la conservación de las aves (AICA; Arizmendi y Valdelamar, 2000), la  
427 superficie prioritaria del país suma el 60% del territorio. Por supuesto, esta es un área  
428 demasiado extensa, lo que enfatiza la necesidad de precisar los sitios prioritarios para la  
429 conservación.

430 Otros estudios han analizado qué tan bien protegidos los ecosistemas considerando zonas  
431 topográficas o tipos de vegetación. Bajo este enfoque, los estudios de Cantú y colaboradores  
432 (2004a,b) concluyen que solamente en las zonas por arriba de los 3,000 msnm se cumple con la  
433 meta de proteger al menos 12% de su superficie. Estos resultados son consistentes con otro  
434 estudio a escala regional en el Noroeste del país, en donde existe una sub-representación de  
435 planicies de poca elevación, en particular con matorrales xerófilos (Cantú, 2003).

436 Es importante resaltar que no basta con alcanzar determinadas metas expresadas en porcentaje  
437 de superficie a escala nacional o regional, es necesario conocer si la porción protegida es  
438 representativa de la variabilidad biológica que albergan los ecosistemas. Por ejemplo, el 10%  
439 de la superficie de los bosques de pino-encino podría estar decretada como ANP, pero la  
440 protección de muchas especies no se lograría si éstas áreas protegidas no representan a las  
441 diversas asociaciones vegetales, ya que la composición de las especies de estos bosques cambia  
442 radicalmente en las distintas regiones del país.

### 443 ***2.1.2 Grupos taxonómicos***

444 Para poder realizar lo que podríamos denominar “la selección perfecta” de los sitios de  
445 importancia para la conservación biológica sería necesario disponer de información detallada



446 de todas las especies y sus requerimientos (Fandiño-Lozano y Wyngaarden, 2005). Sin  
447 embargo, la mayoría de las especies que habitan la tierra aún no se han descrito formalmente  
448 (denominado “el impedimento Linneano”) y la distribución geográfica de la mayoría de las  
449 especies es pobremente entendida y usualmente contiene muchos vacíos de información  
450 (conocido como “el impedimento Wallaceano”) (Brown y Lomolino, 1998; Lomolino, 2004).  
451 Así, para evaluar el nivel de representación de las especies en las áreas protegidas se han  
452 utilizado datos de los grupos de organismos mejor conocidos, bajo diferentes enfoques,  
453 metodologías y escalas cartográficas.

454 En los estudios llevados a cabo a escala nacional, destacan en número aquellos que han usado  
455 datos de vertebrados terrestres como sustitutos, particularmente los mamíferos y las aves, y en  
456 menor medida aquellos con datos de reptiles y anfibios. A continuación presentamos una  
457 síntesis de los resultados más relevantes.

458 Ceballos (1999) indica que del 23 al 25% de los mamíferos endémicos no están representados  
459 en las ANP, mientras que Vázquez (2005) indica que la cifra es más alta, 33% (que representa  
460 una diferencia de 12 especies) y que la mayor parte de las especies de mamíferos no protegidas  
461 en ANP se encuentran en el norte de la Península de Baja California, en la porción Oeste del  
462 Eje Neovolcánico Transversal y en la Sierra Madre Occidental. De las especies endémicas, las  
463 mayores concentraciones de mamíferos no protegidos se encuentran en el Norte de la Península  
464 de Baja California, en la Sierra Madre Occidental y en las tierras bajas en los estados de Jalisco,  
465 Colima, Michoacán y Oaxaca (Vázquez, 2005). En una publicación más reciente, Ceballos (en  
466 prensa) indica que el 82% de los mamíferos terrestres de México está representado en una  
467 superficie pequeña del país (3.8%), pero que a pesar de éstos valores la red de ANP de México  
468 debería incrementarse considerando las tasas de destrucción de la cobertura vegetal.

469 Para las aves residentes también se han reportado altos niveles de protección, de 96% a 98% del  
470 total de las especies residentes representadas en las ANP (Ceballos, 1999; Ceballos, Gómez de  
471 Silva y Arizmendi, *en prep.*); mientras que para las aves migratorias hay vacíos en la  
472 conservación de los humedales (Pérez-Arteaga *et al.*, 2005).

473 En el caso de la herpetofauna únicamente 29% de los anfibios endémicos y 46% de los reptiles  
474 endémicos están protegidos por las ANP (Santos-Barrera *et al.*, 2004).

475 Estos resultados indican que hay una relación directa entre el porcentaje de especies  
476 representadas en las ANP y el promedio del área de distribución de cada taxón, es decir, la  
477 protección de los grupos de alta **¡Error! Marcador no definido.**diversidad como los reptiles y  
478 los anfibios, que tienen áreas de distribución restringidas, presenta mayores retos para alcanzar  
479 metas de conservación representativas en pocos sitios (véase Capítulo 12 del primer volumen  
480 de esta obra).

481 Una excepción a este patrón se observa en el Eje Neovolcánico, donde las ANP incluyen una  
482 alta proporción de los mamíferos de la región (90%), con altos niveles de endemismo, con áreas  
483 de distribución restringidas. Además, posiblemente relacionado a la distribución espacial de las  
484 ANP, el número de ellas y su ubicación en zonas volcánicas con fácil persuasión para ser  
485 decretadas áreas protegidas (Munguía, 2004), la mayoría zonas montanas.

486 Otros trabajos con vertebrados terrestres se han enfocado a determinar las ANP más  
487 importantes para conservar una proporción representativa de especies (e.g. Ortega-Huerta y  
488 Peterson, 2004; Santos-Barrera *et al.*, 2004; Fuller *et al.*, 2006, 2007).

489 En estudios llevados a cabo con plantas, Villaseñor y colaboradores (1998) analizaron la  
490 distribución estatal de 371 géneros nativos de la familia Asteraceae, cuyo centro de  
491 diversificación se encuentra en la República Mexicana, y se encontró que los tres Estados más  
492 importantes para la biodiversidad de plantas de esta familia son Baja California, Chiapas y

493 Coahuila, en donde se encuentran representados 81.9% de todos los géneros y 38.8% de los  
494 géneros endémicos.  
495 Por otra parte, en el análisis de vacíos realizado por Riemann y Ezcurra (2005) para las plantas  
496 endémicas de la Península de Baja California, se encontró que sólo 76.4% de los taxones  
497 estaban presentes en las ANP y que al menos 175 especies endémicas y cuatro géneros  
498 endémicos estaban completamente ausentes en las ANP. Otros estudios que analizaron las  
499 leguminosas en la Península de Baja California (Garcillán *et al.*, 2003) indican que los  
500 ‘*hotspots*’ florísticos están en la región de Los Cabos y a lo largo de la Sierra de la Giganta en  
501 el Sur de la Costa del Golfo, en donde se concentra 77% del total de la flora de leguminosas de  
502 la Península, los cuales están mayormente desprotegidos.

## 503 **2.2 Bases de datos geográficas y de biodiversidad**

504 Para llevar a cabo los análisis de los ambientes terrestres se juntó información de dos tipos, (1)  
505 cartográfica del medio físico y variables sociales necesaria para llevar a cabo los análisis a las  
506 diferentes escalas y (2) bases de datos biológicas georreferenciadas.

507 El grupo de trabajo decidió extender los objetivos del análisis de vacíos y omisiones para las  
508 ANP federales, estatales y municipales y, en lo posible, hacer análisis con otros mecanismos de  
509 conservación tales como áreas privadas y comunales de conservación. La cartografía de áreas  
510 sociales está siendo compilada y actualizada, por lo que aún no es posible llevar a cabo análisis  
511 con éstas ANP.

512 Dentro de los procesos de preparación cartográfica y debido a la inexistencia de coberturas  
513 georeferenciadas completas a nivel nacional de ANP estatales, del Distrito Federal y de los  
514 municipios, las coberturas correspondientes fueron compiladas para efectuar el análisis de  
515 vacíos y omisiones en conservación (Bezaury-Creel y Torres, 2007). Debido a que algunos  
516 decretos de las ANP se traslapan entre sí en algunos casos y con ANP de diferentes niveles de

517 gobierno, se adaptaron funcionalmente tanto la cobertura de las ANP federales (CONANP,  
518 CONABIO, 2005) como la de ANP estatales y del Distrito Federal (Bezaury-Creel *et al.*, 2007),  
519 se resolvieron las redundancias eliminando funcionalmente los traslapes, no obstante que la  
520 mayor parte de ellos se encuentran vigentes desde un punto de vista legal. Se dio prioridad al  
521 decreto más reciente y a las ANP federales sobre las estatales y del Distrito Federal y estas  
522 últimas sobre las municipales.

523 Se decidió generar una primera visión de los vacíos y omisiones a escala 1:1,000,000<sup>6</sup> por lo  
524 que, se generó un mapa de ecorregiones terrestres escala 1:1,000,000 con el apoyo de diversos  
525 expertos (INEGI-CONABIO-INE, 2007) que consideraron como base los mapas a escala  
526 1:4,000,000 de las regiones ecológicas de Norteamérica (CCA, 1997) y de México (WWF,  
527 CONABIO, CCA. 1997). Este nuevo mapa corresponde al nivel 4 (N4) de la cartografía de  
528 ecorregiones terrestres anidada para Norteamérica.

529 Sobre las bases de datos biológicas, uno de los mayores retos es superar los sesgos que existen  
530 en la información básica sobre su distribución. Si bien se han desarrollado numerosas técnicas  
531 para estimar qué tan completo es un inventario de una región (véase revisión en Colwell y  
532 Coddington, 1994); es fundamental conocer las áreas de distribución de las especies que son  
533 parte del análisis de priorización. Por éstas razones se reunieron datos de la distribución de  
534 distintos grupos taxonómicos de acuerdo con la disponibilidad de la información hasta la fecha  
535 asegurando contar con información de calidad.

536 Se utilizaron datos de los vertebrados terrestres (mamíferos, aves, reptiles y anfibios), cuya  
537 estimación de sus áreas de distribución es suficientemente robusta y conocida por los  
538 especialistas. Para los vertebrados terrestres se utilizaron mapas generados de modelos de  
539 distribución potencial basados en el concepto de nicho ecológico, con el software GARP  
540 (Stockwell, 1999) con una resolución aproximada de 1 km<sup>2</sup>, los cuales fueron editados con

541 diversos criterios por los especialistas en cada grupo y la literatura, para mamíferos (Ceballos,  
542 en proceso), aves (Navarro, en proceso) y reptiles y anfibios (Flores, 2007). De la misma  
543 manera, y debido a la importancia que tienen como objetos de conservación las especies en  
544 riesgo, se construyeron modelos de distribución potencial de las especies de plantas enlistadas  
545 en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (CONABIO, en prep.). Para los grupos representativos de  
546 la flora fanerogámica del país se usaron registros puntuales de las bases de datos albergadas en  
547 el SNIB y la REMIB para algunas familias y géneros de importancia para México. Se usaron  
548 los géneros considerando que son un indicador robusto del número de especies (Soberón *et al.*,  
549 2007). En el apéndice 6.2 se detalla la información compilada y los procesos para llevar a cabo  
550 los análisis.

## 551 **2.3. Análisis ecorregional**

### 552 **2.3.1 Métodos**

553 El primer objetivo fue determinar los niveles de representatividad<sup>7</sup> de las ecorregiones N4, los  
554 tipos de vegetación natural primaria y secundaria, y los pisos altitudinales en las ANP de  
555 México. El segundo objetivo consistió en desarrollar tres índices para caracterizar y priorizar  
556 las ecorregiones con base en variables físicas, biológicas y sociales.

557 Para el primer objetivo se siguió la metodología desarrollada en el programa de análisis de  
558 vacíos y omisiones de conservación (Scott *et al.*, 1993), que consistió en determinar el nivel de  
559 representatividad de las ANP de México, seleccionando aquellas con más de 100 ha de  
560 superficie (124 ANP federales), respecto a las ecorregiones N4 (INEGI-CONABIO-INE,  
561 2007), el uso del suelo y vegetación Serie 3 (INEGI, 2005) y los pisos altitudinales (29 pisos  
562 de intervalos de 200 m) con base en el Modelo Digital de Elevación (MDE) en formato  
563 reticulado de 1 km<sup>2</sup> de resolución (INEGI, 1998). Todas las coberturas digitales fueron  
564 combinadas y analizadas con el programa ArcView<sup>TM</sup> versión 3.2.

565 Para la caracterización y priorización de las ecorregiones N4 se desarrollaron tres índices, el  
566 Índice de Importancia Biológica (*IIB*), el Índice de Riesgo (*IRI*) y el Índice de Respuesta (*IRE*),  
567 los cuales incluyeron 45, 18 y 9 variables, respectivamente (Tabla 1).

568 Para la valoración de las ecorregiones para cada índice se tabularon los datos en cuyas filas se  
569 ordenaron las ecorregiones ( $j_{1...n}$ ) y en las columnas las variables ambientales ( $x_i$ ). Cada  
570 celda incluye el valor de la variable ambiental para cada ecorregión. Los valores originales  
571 ( $x_{ij}$ ) de cada ecorregión fueron normalizados ( $x'_{ij}$ ), mediante la siguiente ecuación:

$$572 \quad x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_j^n x_{ij}} \quad (100)$$

573 Posteriormente, los valores normalizados de las ecorregiones ( $x'_{ij}$ ) fueron ponderados ( $x''_{ij}$ )  
574 asignándoles valores en escala geométrica (en particular, uno de tres posibles valores: 2, 4 y 8)  
575 en orden ascendente basado en la opinión de expertos participantes en los talleres organizados  
576 por la CONABIO, usando la siguiente fórmula:

$$578 \quad x''_{ij} = x'_{ij} + P$$

579 donde:

580  $P$  = valor de ponderación.

581 Tras la ponderación de los valores de las variables ambientales, se calcularon los tres índices  
582 *IIB*, *IRI* e *IRE* mediante la siguiente ecuación (de acuerdo a las variables indicadas en la Tabla  
583 1):

$$584 \quad \text{Índice} = \frac{\sum x''_{ij}}{N} \quad (10)$$

585 donde:

587  $N$  = número de variables

588 Finalmente, se construyó un Índice de Prioridades (*IPI*) que relaciona el *IIB* y el *IRI*, mediante  
589 la siguiente ecuación:

$$590 \quad IPI = IIB * IRI(100)$$

### 591 **2.3.2 Ecorregiones prioritarias para la conservación**

592 Se identificaron para México 96 ecorregiones N4, cuya proporción de superficie varía de  
593 0.002% a 9.1% . Las tres ecorregiones más extensas se ubican en la región Centro-Noroeste del  
594 país en la Sierra Madre Occidental y el Altiplano Mexicano. Por el contrario, son 69 las  
595 ecorregiones cuya cobertura individual es menor al 1% del territorio nacional, lo que representa  
596 microambientes regionales endémicos (Fig. 3; Tabla 2).

597 La clasificación de la vegetación y uso del suelo de INEGI (2005) incluye 47 tipos de  
598 vegetación natural primaria. Como se observa en la gráfica de la figura 4a, las ecorregiones  
599 con mayor superficie tienden a tener más tipos de vegetación primaria; no obstante la  
600 ecorregión 13.3.1.1. en la Sierra Madre Oriental , que abarca ca. de 4,796,070 ha (número 13  
601 por su tamaño) es la que presenta un mayor número de tipos de vegetación natural (24). Por el  
602 contrario, la ecorregión 11.1.1.2. Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y  
603 mixtos en la Península de Baja California, con 6,049.5 ha, registra un sólo tipo de vegetación  
604 primaria (Fig. 4a.; Apéndice 6.3).

605 En cuanto a la cobertura de la vegetación natural primaria, son 26 las ecorregiones, con menos  
606 de 0.05% de cobertura de vegetación primaria situadas principalmente en Veracruz y el Centro  
607 y Sureste de la República. En contraste, dos ecorregiones (13.2.1.1 y 10.2.4.1) en la Sierra  
608 Madre Occidental y el Altiplano Mexicano cuentan con una cobertura de vegetación primaria  
609 superior al 12% (Fig. 4b.; Apéndice 6.3). El hecho de que las ecorregiones de menor tamaño

610 tengan una menor superficie proporcional de vegetación primaria, con relaciones a las  
611 ecorregiones más grandes, tiene importantes consecuencias para lograr la representatividad de  
612 hábitats y paisajes de las mismas, en buen estado de conservación (véase gráfica de la figura.

613 4.b)

614 La ecorregión de Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (13.4.2.2.) en  
615 el Eje Neovolcánico Transversal, representando su extensión el 3.4% del territorio nacional,  
616 tiene el mayor gradiente de elevación del país con 4,800 metros, es decir cuenta con 24 de los  
617 29 pisos altitudinales de México. Por el contrario, son 12 las ecorregiones con un sólo piso  
618 altitudinal, cuya extensión representa 2% del territorio nacional estando situadas en el sureste  
619 del país (Fig. 5; Apéndice 6.3).

620 En cuanto a la representatividad de las ecorregiones en las ANP (Tabla 2 y Fig. 6)., 34 de las 96  
621 ecorregiones N4 de México, cuya extensión representa el 25.04% del país, están protegidas por  
622 ANP en proporciones que rebasa el umbral de 11.48% (que es el porcentaje de la superficie  
623 nacional protegida). En cuanto a los vacíos en conservación hay 11 ecorregiones, cuya  
624 extensión suma ca. 1% del territorio nacional, que no están representadas en la red de ANP;  
625 mientras que 50 ecorregiones, que representan el 68.7% del territorio nacional, son omisiones  
626 de conservación con diferentes niveles de subrepresentación que varían de 0.00345% - 10.85%,  
627 de las que 12 representan omisiones de muy alta prioridad (menos del 1% de su superficie  
628 protegida), 17 son de alta prioridad (superficie >1% <3% de su superficie), 11 son de prioridad  
629 media alta (con superficie protegida >3% <5.5%), seis de baja prioridad (>5.5 – 8%) y cuatro  
630 de muy baja prioridad (con superficie protegida >8 y <11%), una casi al límite del umbral (con  
631 11.46% de su superficie protegida por ANP). La gráfica de la figura 6 muestra que no hay  
632 tendencia entre el tamaño de la ecorregión y la proporción de ANP.



633 Con relación a los pisos altitudinales de México y su cobertura con ANP, las categorías de  
634 elevación cuya cobertura en ANP está por encima del territorio protegido, cubren 11,616,257  
635 ha, lo que representa el 43.7% del territorio de México. Por otra parte, 10 pisos entre los  
636 siguientes intervalos: -49 a 0 m; 400 a 600 m y 1,000 a 2,600 m que suman 8,231,1133 ha de  
637 superficie, es decir, 41% del territorio nacional, son omisiones de conservación con diferentes  
638 niveles de subrepresentación que varían de 0.3 a 11%. Las zonas localizadas por encima de  
639 2,800 m están protegidas por encima del umbral de 11.48% mientras que la superficie a  
640 elevaciones mayores a 4,000 m (16,504 ha de México, 0.008% del país), están comprendidas en  
641 su totalidad dentro de ANP (Fig. 7).

642 El *IIB* arrojó valores que varían de 64.7 a 93.8 para las 96 ecorregiones del país. Las 10  
643 ecorregiones con los mayores valores del *IIB*, categorizadas en la figura 8 como en extremo y  
644 muy altos se ubican principalmente en las cadenas montañosas de todo el país, las ecorregiones  
645 13.4.2.2, Lomeríos y Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos, 13.5.2.1, Sierras con  
646 bosques de coníferas, encinos y mixtos de Guerrero y Oaxaca, 13.2.1.1, Sierra con bosques de  
647 coníferas, encinos y mixtos, 15.1.2.4, Selva alta perennifolia de la vertiente del Golfo de la  
648 Sierra Madre del Sur, 13.3.1.1, Sierra con bosques de encinos, coníferas y mixtos, 14.4.1.1  
649 Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilo, 13.4.1.2 Planicies  
650 Interiores y Piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas, así como 10.2.4.1,  
651 Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo-halófila,  
652 14.3.2.1, Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia en los Estados de Sinaloa y  
653 Sonora y 13.4.2.4 Sierra con bosque mesófilo de montaña.

654 Por otro lado, las 10 ecorregiones con los valores más bajos para este índice son pequeñas  
655 ecorregiones, situadas principalmente en la Península de Baja California (Fig. 8; Apéndice 6.3),  
656 lo cual nos indica también el sesgo que tuvimos en las variables utilizadas, ya que es conocida

657 la alta proporción de plantas endémicas en la región (Garcillán *et al.*, 2003; Riemann y  
658 Ezcurra, 2005). La gráfica de la figura 8, muestra que las ecorregiones más grandes tienden a  
659 tener valores del *IIB* más altos, lo cual a pesar de la normalización de los valores de las  
660 variables, se ve afectado por los patrones de riqueza de especies – área (SAR, por sus siglas en  
661 inglés).

662 La categorización de las ecorregiones con el *IRI* muestra una mayor variación y no está  
663 relacionada con el tamaño de la misma (Fig. 9; Apéndice 6.3).. Las 10 ecorregiones con  
664 mayores valores del *IRI* representan el 33.8% del territorio nacional y se ubican principalmente  
665 sobre la Sierra Madre Occidental, la porción central norte del Altiplano Mexicano el Eje  
666 Neovolcánico, en particular los Humedales Lacustres del Interior (13.4.4.1), y los Lomeríos y  
667 Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos (13.4.2.2).

668 Por otra parte, las 10 ecorregiones con menores valores del *IRI* se ubican principalmente en la  
669 Península de Baja California, al Norte de Coahuila, la Laguna Madre en Tamaulipas, y  
670 representan apenas el 1% del territorio nacional (Fig. 9; Apéndice 6.3).

671 El *IPI* que relaciona la importancia biológica y el riesgo, observó valores de 39.7 a 89.9. Entre  
672 las 10 ecorregiones más importantes destacan los Lomeríos y Sierras con bosques de coníferas,  
673 encinos y mixtos (13.4.2.2) y los Humedales Lacustres del Interior (13.4.1.1) dentro del eje  
674 Neovolcánico Transversal, así como los Lomeríos y Planicies del Altiplano con matorral  
675 xerófilo y pastizal (12.2.1.2); y las Planicies Interiores y Piedemontes con pastizal, matorral  
676 xerófilo y selvas bajas (13.4.2.1) del centro y poniente del país, no obstante que no figuran  
677 entre las 10 más importantes desde el punto de vista biológico, pero por su alto nivel de riesgo,  
678 reportan algunos de los valores más altos del *IPI* (Fig. 10; Apéndice 6.3).

679 **2.3.3 Vacíos y omisiones de conservación en las ecorregiones**

680 En el presente estudio se consideró un total de 382 ANP cuya extensión comprende  
681 22,492,197.6 ha que representan el 11.48% de la superficie total de México; de las cuales 123  
682 son de jurisdicción federal (18,952,218.7 ha), 247 estatal (3,444,389.5 ha) y 12 municipal  
683 (95,589.4 ha), cubriendo el 9.67%, 1.76% y 0.049% de la República Mexicana,  
684 respectivamente.

685 La ecorregión Lomeríos y Sierras con Bosques de coníferas, encinos y mixtos (13.4.2.2.) en el  
686 Eje Neovolcánico Transversal cuya extensión representa el 3.4% del país, tiene el mayor  
687 número de ANP con 172 unidades; mientras que 64 ecorregiones cuya extensión total  
688 representa el 52% del territorio nacional tienen cada una, menos de 10 ANP. Las once  
689 ecorregiones sin protección por ANP, representan 1% del territorio del país (Tabla 3 y Fig. 7).

690 El *IRE* categoriza las ecorregiones con base en políticas de conservación que se les ha  
691 implementado (i.e. número y área de ANP) así como el reconocimiento a sitios de gran  
692 relevancia (i.e. Reservas MAB, sitios Ramsar, entre otros). Las 10 ecorregiones que mostraron  
693 los mayores valores para este índice, representan 28,014,459 ha, es decir 14.3% del país;  
694 localizándose principalmente en la Península de Baja California, el Eje Neovolcánico, las  
695 costas de los Estados de Quintana Roo y Yucatán, así como la Sierra Madre Oriental. En  
696 contraste, las 10 ecorregiones con los valores más bajos del índice de Respuesta corresponden  
697 principalmente a humedales costeros, selvas bajas caducifolias y bosques mesófilos de  
698 montaña, las cuales suman 4,160,366 ha, representando el 2.1% del territorio nacional (Fig. 11  
699 y Apéndice 6.3). Este tipo de ecosistemas han sido ampliamente reconocidos como vacíos de  
700 conservación. Cabe aclarar que si bien se observan valores altos del *IRE* en el Eje  
701 Neovolcánico, esta región destaca también por los altos valores del *IRI*, lo que sugiere que  
702 existen importantes retos para la conservación en esta región.

703 Los análisis muestran que para algunas ecorregiones el nivel de respuesta no corresponde a su  
704 importancia biológica o nivel de riesgo (Fig. 12), tal es el caso de los humedales del Caribe  
705 Mexicano (15.2.2.1) en el estado de Quintana Roo y los humedales de las desembocaduras de  
706 los Ríos Mayo y Yaqui (10.2.2.4).

707 Los índices propuestos para México son comparables con los propuestos por Burgess y  
708 colaboradores (2005), quienes determinaron las prioridades de conservación para las 119  
709 ecorregiones del continente Africano, a través de identificar los niveles de representatividad de  
710 los biomas por ecorregión y desarrollar en dos índices: uno de distintividad, basado en los  
711 niveles de riqueza de especies, grado de endemismos, condición de las ecorregiones y sus  
712 atributos según la opinión de expertos , el segundo, sobre el estado de conservación evaluó para  
713 cada ecorregión sus características en cuanto a pérdida de hábitat, hábitat remanente y grado de  
714 protección legal, es decir, superficie en áreas naturales protegidas.

715

## 716 **2.4 Análisis de optimización con base en la selección de objetos de conservación y** 717 **amenazas a la biodiversidad terrestre**

### 718 **2.4.1 Métodos**

719 Se llevaron a cabo cinco talleres de especialistas durante 2005 y 2006 en los cuales se  
720 discutieron los siguientes puntos para el proceso del análisis:

#### 721• Escala y algoritmo de optimización

722 Se llevaron a cabo los análisis con MARXAN versión 1.8 (Ball y Possingham, 2000; Possingham,  
723 *et al.*, 2000) utilizando el algoritmo llamado recocido simulado<sup>8</sup> usando una rejilla de 8,045  
724 hexágonos de 256 km<sup>2</sup>, que permitió tener unidades muestrales de planeación homogéneas. La  
725 resolución de la retícula se decidió de acuerdo a la factibilidad de los análisis y pertinencia de  
726 las variables utilizadas a dicha escala para tener una primera visión a escala nacional.

727 El algoritmo del programa MARXAN busca soluciones eficientes seleccionando los hexágonos  
728 que por sus atributos hacen posible alcanzar las metas de conservación establecidas,  
729 considerando las presiones que imponen la intensidad de los factores de amenaza. A su vez,  
730 MARXAN permite determinar un sistema de áreas compacto y coherente que ofrece la mayor  
731 viabilidad para lograr la conservación que se desea alcanzar.

732 Es importante aclarar que del conjunto total de sitios, el programa permite la selección *a priori*  
733 de las ANP; sin embargo, se decidió no hacerlo con el fin de valorar la distribución de los  
734 resultados de manera independiente.

735• Metas de conservación

736 En los talleres antes mencionados se discutieron los criterios para analizar la información  
737 compilada de los diferentes elementos de la biodiversidad, seleccionar los objetos de  
738 conservación y establecer metas para cada uno de ellos (véanse detalles en el Apéndice 6.4).  
739 Las metas de conservación se definieron con base en los valores establecidos para los criterios  
740 (Tabla 4) y se expresan en proporción del área geográfica de distribución del elemento en  
741 cuestión (e.g. un taxón o un tipo de vegetación). Cabe aclarar que con valores muy elevados en  
742 las metas, el algoritmo selecciona prácticamente el 100% de los sitios en donde se encuentran  
743 objetos de conservación, por lo que en todos los casos se optó por tener valores de meta entre  
744 5% y 99%. A la mayoría de los objetos de conservación se les asignaron valores de metas =  
745 40% (Tabla 4).

746 Se consideraron como ‘filtros finos’ (con los valores de metas más altas de conservación) a los  
747 objetos de conservación que ocupan áreas relativamente pequeñas respecto al dominio del  
748 estudio. Los vertebrados terrestres se seleccionaron con base en criterios de endemismo (de  
749 distribución exclusiva a México), rareza (área de distribución restringida), estatus de riesgo  
750 (NOM-059-SEMARNAT-2001, lista roja de UICN) y presión por comercio internacional

751 (CITES) (Tabla 5). Los tipos de vegetación primaria y secundaria que se incluyeron como  
752 filtros finos se analizaron de acuerdo a su superficie de cobertura en relación a la extensión del  
753 territorio nacional de la Serie 3 (INEGI, 2005). Se identificó como vegetación en estado crítico  
754 a aquella con cobertura en el país menor a 1.5% del territorio nacional, para la vegetación  
755 primaria y la secundaria para la cual ya no hay vegetación primaria, y menor de 1% del  
756 territorio nacional a los remanentes de vegetación secundaria para los que prácticamente no  
757 queda vegetación primaria (Tabla 6).

758 Los ‘filtros gruesos’ incluyen a las comunidades o conjuntos de especies y sistemas ecológicos  
759 generalmente de escala regional. Los objetos de conservación incluidos en los filtros gruesos  
760 fueron de dos tipos: áreas concentración de riqueza de taxones (número total de especies), y  
761 áreas de concentración de especies endémicas, y tipos de vegetación con superficies mayores a  
762 1% del territorio (Tabla 6). En todos los casos, los valores de las metas de conservación  
763 deseadas fueron expresados en porcentaje de superficie del objeto de conservación con relación  
764 a la extensión del territorio nacional. En la tabla 7 se indican las coberturas geográficas  
765 seleccionadas como ‘filtro grueso’ para los grupos taxonómicos, y en la tabla 5 se indican las  
766 de los tipos de vegetación (Apéndice 6.4).

767 En total se analizaron los criterios de 2,546 coberturas de importancia biológica para ser  
768 seleccionadas como filtros finos o gruesos, de las cuales 1,450 fueron seleccionados con los  
769 criterios que se indican en la tabla 6, para usarlas en el análisis de la identificación de sitios  
770 prioritarios con el programa MARXAN. Por otra parte, es importante hacer notar que el total de  
771 las metas de conservación de la vegetación del país equivale a 27.3% de la misma y representa  
772 13.3% de la superficie del país.

773• Amenazas y costos

774 En los talleres realizados se seleccionaron diversos factores, principalmente antropogénicos,  
775 que constituyen una presión o amenaza tanto a los sistemas ecológicos y comunidades como a  
776 las especies de flora y fauna. Las amenazas afectan en forma negativa al ambiente, directa o  
777 indirectamente y fueron seleccionadas por ser factores que claramente afectan la integridad  
778 ecológica, por existir información disponible para estimar sus impactos y poder ser  
779 cartografiados a la escala de trabajo nacional; a pesar de haber reconocido diversos factores, el  
780 conjunto de amenazas seleccionado estuvo sujeto a la disponibilidad y calidad de la cartografía  
781 a la escala del estudio. Una vez obtenida la lista de amenazas, se jerarquizaron en un gradiente  
782 de importancia, asignándoles valores de ‘costos’ conforme a sus impactos sobre los  
783 ecosistemas, de una manera consistente con los requisitos del programa MARXAN (Tabla 8).

#### 784• Parámetros utilizados

785 Una vez seleccionados los objetos de conservación y sus metas, así como las amenazas y sus  
786 costos, se llevaron a cabo 10,000 corridas con 1,000,000 iteraciones cada una usando el  
787 procedimiento de recocido adaptativo (*adaptive annealing schedule*) con mejoramiento normal  
788 iterativo (*normal iterative improvement*). Se usó un factor de borde de 0.0001, y a los objetos  
789 de conservación se les asignó un factor de penalidad de 1,000, un número relativamente alto  
790 que garantiza que se cumplan las metas de todos los objetos de conservación seleccionados; es  
791 decir, busca “optimizar” la selección en la que se logren las metas al menor costo posible.

#### 792 **2.4.2 Sitios de importancia para la conservación**

793 Sin duda, un requerimiento clave en la planeación de sistemas de reservas es la identificación  
794 de áreas de alta importancia que requieren ser preservadas ya sea por albergar especies en  
795 riesgo o amenazadas y aquellas que albergan una biodiversidad extraordinaria. Básicamente,  
796 todos los algoritmos que se han desarrollado, consideran estos elementos. La selección de sitios

797 utilizando MARXAN considera además la penalización de los sitios de acuerdo a los costos  
798 asignados por la intensidad de las amenazas (Ball, 2000).

799 Se generó un mapa que da un panorama general de los sitios en donde se concentran los objetos  
800 de conservación, tanto en número (Fig. 13a) como considerando los valores de las metas de  
801 conservación (Fig. 13b). Se observa que los sitios con mayor concentración de objetos de  
802 conservación coincide, de manera general, con los patrones de riqueza de los vertebrados  
803 terrestres de México con valores más altos hacia el sureste del país, en particular, en el Istmo de  
804 Tehuantepec, las zonas montañosas de la Sierra Madre del Sur y la costa del océano Pacífico;  
805 así como con los patrones de endemismo, que tiene una gran concentración en el Eje  
806 Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Occidental. En el norte de país  
807 destacan la Sierra de San Pedro Mártir y la Sierra del Carmen. Si se consideran los hexágonos  
808 con mayores valores de metas de conservación ( $n = 925$ , 11.5% de la superficie continental),  
809 resulta que sólo 8.91%, 3.05% y 0.001% de su superficie están protegidos por ANP federales,  
810 estatales y municipales, respectivamente; es decir, únicamente 11.96% de la superficie con la  
811 mayor importancia ha sido decretada en algún sistema de ANP. Esto se traduce en que la  
812 protección de las zonas de relevancia extraordinaria por las metas de conservación están  
813 subrepresentadas con niveles extremadamente bajos (1.37% de la superficie nacional  
814 continental).

815 Es importante notar que el patrón de agrupamiento de los sitios con mayor número de objetos  
816 de conservación coincide en general con los sitios que suman los mayores valores de las metas  
817 de conservación ( $r= 0.97$ ,  $P < 0.05$ ,  $n=8,045$ ); sin embargo, no necesariamente estos sitios con  
818 los mayores valores contienen los grupos taxonómicos o comunidades de mayor prioridad de  
819 conservación. El sitio con mayor número de objetos de conservación (205) se traslapa  
820 parcialmente con la reserva federal de Cañón de Río Blanco en la región de Orizaba en el



821 Estado de Veracruz y en la proximidad al Estado de Puebla, y el sitio con el mayor valor  
822 considerando las metas deseadas de conservación se encuentra en el Estado de Guerrero al  
823 oeste de Chilpancingo y de la Sierra Madre del Sur, en las proximidades del Parque Natural de  
824 Guerrero.

825 Para comparar y contextualizar el área donde se concentran la mayor cantidad de objetos y  
826 metas de conservación con respecto a la superficie del territorio actualmente cubierta por las  
827 ANP (considerándolo como el umbral lo que el país invierte actualmente recursos en áreas para  
828 la protección y vislumbrar los resultados bajo este escenario), podemos hacer un ejercicio en el  
829 que veamos cuál es la ubicación de estas zonas de mayor importancia biológica con respecto a  
830 dicha superficie dedicada a la protección a nivel nacional (11.48%). Considerando la  
831 proporción de territorio cubierta por ANP (hicimos una selección de los hexágonos con mayor  
832 número de objetos y suma de metas de conservación que corresponderían al área dedicada a la  
833 protección. Identificamos 925 hexágonos que corresponden a los sitios con los valores más  
834 altos tanto en número de objetos de conservación como en las metas (Fig. 13). Estas áreas se  
835 distribuyen en agrupaciones relativamente continuas al Sur y Sureste de la República Mexicana  
836 (Fig. 13); principalmente las agrupaciones se dibujan en las regiones (1) del Nevado de Colima  
837 y zonas bajas aledañas, hacia la costa del Pacífico, (2) la región Oeste de la Sierra Madre del  
838 Sur, (3) el Sur del Eje Neovolcánico en las zonas altas al límite con la Cuenca del Río Balsas y  
839 (4) una agrupación mayor que se extiende desde el sur de la Sierra Madre Oriental pasando por  
840 Oaxaca, el Istmo de Tehuantepec en la región del Soconusco y parte de la Costa del océano  
841 Pacífico hasta los Altos de Chiapas. Si seleccionamos la misma proporción esperada del  
842 territorio que podría ser conservado (11.48%) considerando los hexágonos con mayores sumas  
843 de metas de conservación, destacan otras zonas hacia el Norte por las cordilleras de la Sierra  
844 Madre Oriental y Occidental y algunos puntos aislados, como desplazamientos hacia el norte

845 respecto a las áreas más importantes de acuerdo con el número de objetos de conservación. Una  
846 de las nuevas zonas ocurre hacia el norte de la Sierra Madre Oriental y la otra hacia el norte de  
847 la región del Nevado de Colima entre la Costa del Pacífico y la Sierra Madre Occidental; un  
848 conjunto de hexágonos se encuentra en las proximidades de la reserva estatal El Cielo, en el  
849 Estado de Tamaulipas, otro traslapa parcialmente con la reserva federal de Cumbres de  
850 Monterrey, otros hexágonos se encuentran próximo al Distrito de Riego 4 Don Martín  
851 Subcuencas de los Ríos en Nuevo León, y otro hexágono coincide con la reserva federal de  
852 Sierra de San Pedro Mártir en el Estado de Baja California.

853 En cuanto a las amenazas a la biodiversidad estimadas para cada hexágono, todas las áreas  
854 tienen al menos una amenaza. El mayor número de amenazas registrado en un solo hexágono es  
855 de 17. Si consideramos únicamente el número de las coberturas de amenaza, se observa que  
856 tienen una distribución relativamente homogénea en todo el país (Fig. 14a). No obstante, al  
857 considerar los costos asignados a cada amenaza, destacan regiones con valores contrastantes  
858 (Fig. 14b). Las zonas con mayores costos se ubican en la vertiente del Golfo de México, el  
859 Centro del país, y especialmente en las ‘megaciudades’, con valores extremadamente altos por  
860 el inherente grado de transformación del ambiente natural, que conlleva a un fuerte impacto  
861 negativo en los servicios ambientales que brindan los ecosistemas (Fig. 14b). El número de  
862 capas de amenazas que concurren en un hexágono no refleja forzosamente los costos ( $r = 0.14$ ,  
863  $P < 0.05$ ,  $n = 8,045$ ), esto debido a que las variables relacionadas con el cambio de uso de  
864 suelo, que es reconocida como la causa principal de pérdida de biodiversidad, tienen un mayor  
865 peso.

866 En la figura 15a se observa que la frecuencia de los valores de la suma de las metas de los  
867 objetos de conservación tiene una distribución normal con un ligero sesgo a la izquierda,  
868 mientras que la suma de costos, también con distribución normal, está sesgada a la derecha

869 (Fig. 15b). Estas frecuencias de distribución implican que una amplia proporción de los sitios  
870 tiene valores intermedios, lo que tiene implicaciones de mayores retos para la identificación de  
871 los sitios prioritarios, ya que todos los objetos de conservación de interés, no se concentran en  
872 unos pocos sitios, por la alta beta-diversidad, como hemos mencionado antes.

873 Las metas de conservación no mostraron una correlación significativa con la suma de costos ( $r$   
874  $= 0.05$ ,  $P < 0.05$ ,  $n = 8,045$ ). Por otro lado, se aprecia que las zonas con valores más altos de  
875 metas de conservación corresponden a aquellas zonas con metas relativamente altas y costos  
876 relativamente bajos (Fig. 16), pero como se verá más adelante, no forzosamente son las que se  
877 seleccionan como prioritarias por el algoritmo de MARXAN.

#### 878 ***2.4.3 Vacíos y omisiones de conservación de los sitios prioritarios para la conservación***

879 En la figura 17 se muestran los resultados del algoritmo de optimización. Es importante notar  
880 que aquellas celdas que no fueron seleccionadas en ninguna corrida (11.3% de la superficie)  
881 coincide en muy baja proporción con las ANP (2.4%).

882 El resultado de la priorización de los sitios por el algoritmo de optimización (Fig. 17), muestra  
883 cierta variación con la relación de metas/costos (Fig. 16), esto se entiende debido a la  
884 complejidad de operación de la herramienta de priorización. Los sitios con metas más altas  
885 tienden a ser seleccionados con mayor frecuencia, y también aquellos con valores intermedios  
886 de costos resultaron ser sitios de alta prioridad (Fig. 18). Resultaron prioritarios aquellos sitios  
887 que albergan elementos de importancia de la biodiversidad en los que a su vez es necesario  
888 aplicar recursos para lograr su conservación, que a diferencia de los sitios donde las amenazas  
889 son de gran magnitud no son seleccionados, ya que resultaría muy costoso invertir en su  
890 conservación, como ocurriría en un ambiente totalmente transformado, tal como sería el caso de  
891 una ciudad grande.

892 Es posible que en el proceso de selección de sitios del algoritmo (Ball y Possingham, 2000)  
893 podría haber casos de sitios de la mayor relevancia biológica que no sean seleccionados  
894 prioritarios debido a su amenaza relativamente baja (con las variables utilizadas) sugiriendo  
895 que se han mantenido y no es necesario invertir en ellos para conservarlos, o por el contrario,  
896 porque el grado de amenaza es tan alto que la inversión sería muy grande con pocas  
897 probabilidades de éxito en la conservación (e.g. ciudades muy grandes).

898 Los sitios de mayor prioridad a escala nacional consideramos que están representados por  
899 aquellos hexágonos que fueron seleccionados 100% de las veces por la herramienta de  
900 priorización MARXAN. Estos sitios ( $n = 1319$ ) comprenden 16.39 % del total de unidades  
901 muestrales ( $n = 8,045$ ) que conforman el territorio continental nacional. Sin embargo, sólo  
902 5.18% ( $n = 417$ ) se encuentran bajo protección parcial o total por las ANP. Si se consideran  
903 sólo aquellos hexágonos ( $n = 258$ ) que se superponen con las ANP en más de 25% de la  
904 superficie de la unidad (ca.  $64 \text{ km}^2$ ) el porcentaje disminuye a 3.21%. y a 2.39% para aquellas  
905 ( $n = 192$ ) que se superponen con ANP en más de 50% de su superficie.

906 Considerando la cobertura de las ANP separadas en las federales, estatales y municipales ,  
907 2.44% ( $n = 196$ ) de las unidades muestrales de mayor prioridad se superponen con las ANP  
908 federales en más de 25% del área de la unidad, mientras que sólo 0.81% ( $n = 65$ ) y 0.03% ( $n =$   
909 2) se superpone con ANP estatales y municipales, respectivamente.

910 En términos de área, sitios de mayor prioridad cubren  $337,664 \text{ km}^2$  y representa 17.19% de la  
911 superficie nacional, pero sólo 15.36 % del área de estas unidades se encuentran bajo protección  
912 de ANP y representan apenas 2.64 % de la superficie continental nacional.

913 En cuanto a la inclusión de los objetos de conservación seleccionados para el análisis ( $n=1,450$ ;  
914 véanse métodos y Apéndice 6.4), los sitios de mayor prioridad contienen 95.24% de los objetos  
915 de conservación seleccionados, y el conjunto de unidades que se traslapan total o parcialmente

916 con las ANP representan 80.27% (1,164) del conjunto total de objetos de conservación  
917 incluidos. Si se consideran aquellas unidades cuyo traslape es = 25% y = 50% de su superficie  
918 con alguna ANP, las especies representadas corresponden a 71.1% (1,032) y 67.58% (980),  
919 respectivamente.

920 Del total de objetos de conservación incluidos (1,450) en el análisis con el algoritmo de  
921 optimización, la representatividad del actual del conjunto de ANP es de 80.27% (1,164). La  
922 representatividad de los objetos de conservación incluidos en el análisis distinguiendo entre  
923 ANP federales, estatales y municipales es 81.17% (1,177), 75.37% (1,093) y 32.34% (469),  
924 respectivamente.

925 Es interesante notar que muchos de los sitios de mayor prioridad rodean a las ANP (Fig. 17b),  
926 lo cual puede ser preocupante sabiendo que la tasa de cambio de uso de suelo es mayor fuera de  
927 algunas de ellas (véase Recuadro 3); esto refuerza la importancia de las ANP como el  
928 instrumento de mayor importancia en la conservación. Por otro lado, es prioritario analizar la  
929 posibilidad de concretar programas de manejo sustentable o la ampliación de las ANP, ya sea  
930 como corredores o zonas de conectividad de otro tipo o de incremento del área protegida, junto  
931 con los habitantes de las localidades; esto puede hacerse antes que decretar nuevas áreas donde  
932 no ha habido influencia de conservación concreta.

933 A pesar de que este no es un análisis a una resolución que permita distinguir el estado y  
934 viabilidad de las poblaciones en su medio natural, es claro que un punto fundamental en las  
935 propuestas de conservación deben considerar a los corredores biológicos y las estrategias de  
936 incrementar la superficie protegida, en particular la que incorpore el uso de los recursos a  
937 escala local y de paisajes o las “reservas archipiélago” cuya función es conectar  
938 metapoblaciones dada la dificultad de decretar áreas grandes contiguas (Halfpter, 2005; Fuller

939 *et al.*, 2006) lo cual debe estar asociado al fortalecimiento de los programas de manejo  
940 sustentable en estas áreas.

941 Los resultados mostrados en este capítulo no son exhaustivos ya que son parte de un proceso  
942 de análisis más amplio que se está realizando a distintas escalas, utilizando diferentes criterios y  
943 supuestos (algoritmos) de selección de los sitios prioritarios, que llevará a la obtención de otros  
944 resultados para complementar la identificación de sitios importantes para la biodiversidad. Para  
945 ejemplificar la importancia de considerar otros grupos taxonómicos o sustitutos se ejemplifica  
946 con una región como Cuatrociénegas, que podría no ser considerada de alta prioridad, dado que  
947 entre sus atributos que la hacen un sitio único son la diversidad de su microbiota y la  
948 coexistencia de estromatolitos, peces, reptiles y otros grupos.

949 Sin embargo, a pesar de que existe un sesgo por los objetos de conservación seleccionados, que  
950 los resultados podrán afinarse al incluir grupos que no han podido ser analizados aún, así como  
951 al refinar la escala del estudio, los análisis realizados con el algoritmo de optimización  
952 muestran que si bien las ANP cubren una importante proporción de elementos de la  
953 biodiversidad de particular interés, existen prioridades que atender.

954 Al analizar los resultados del enfoque ecorregional con los sitios de mayor prioridad obtenidos  
955 con el MARXAN, así como los sitios de la Alianza para la Extinción Cero (AZE, Ricketts *et al.*,  
956 2005) y los sitios de la encuesta nacional, podemos ver la importancia de integrar los resultados  
957 con diferentes enfoques y escalas. Resalta en la figura 19 que hay una alta coincidencia de los  
958 sitios AZE, los de la encuesta nacional y los sitios de la mayor prioridad del algoritmo de  
959 optimización con las ANP, que en porcentajes respecto a sus totales se tralapan  
960 respectivamente 36.58%, 27.27% y 39.75%. Por otra parte, éstos datos a escalas más finas  
961 permiten ubicar prioridades en las ecorregiones con vacíos y alta prioridad para su  
962 conservación.

963

### 964 3. ANÁLISIS DE AMBIENTES MARINOS

#### 965 **3.1 Antecedentes**

966 El Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas, del CBD, reconoce explícitamente que los  
967 hábitats y ecosistemas marinos están severamente subrepresentados en la red global de áreas  
968 protegidas, y que es prioritario abatir esta subrepresentación para poder conservar porciones  
969 viables y representativas de la biodiversidad marina (Dudley *et al.*, 2005). En este sentido y de  
970 acuerdo con Bezaury-Creel (2005), las ANP marinas de México son resultado de iniciativas  
971 independientes tomadas en los últimos 75 años y no han sido establecidas de manera  
972 sistemática.

973 Existen muy pocos análisis de planeación en ambientes marinos, entre los que destacan el de  
974 Sullivan y Bustamante (1999) para América Latina que identifica el Golfo de California y el  
975 Mar Caribe, en toda su extensión, como dos de las siete ecorregiones marinas de mayor  
976 prioridad para la conservación; a nivel de Norteamérica la iniciativa ‘Baja California al Mar de  
977 Bering’ incluye para México el Golfo de California y la Costa Occidental de la Península de  
978 Baja California (Morgan *et al.*, 2005); la planeación para la ecorregión del Golfo de California  
979 (Ulloa *et al.*, 2006); los estudios para las aguas costeras del estado de California, EUA (Gleason  
980 *et al.*, 2006), para el mar mediterráneo (WWF, 2006), el de Ecuador (Terán *et al.*, 2006), el de  
981 países insulares del Caribe como Granada, San Vicente y Granadinas (Byrne, 2006), y  
982 finalmente el de Hawaii (Puniwai, 2006).

983 En algunos de estos análisis de vacíos se determinaron metas de conservación para los diversos  
984 objetos focales estableciendo porcentajes estimados con base en la unicidad e importancia de  
985 los mismos (e.g. Golfo de California, países insulares del Caribe, Ecuador). En otros se  
986 modelaron los impactos de los factores que amenazan a la biodiversidad marina y con ello se

987 realizó la priorización de los sitios estratificados en unidades ecológicas marinas, por ejemplo  
988 como en el caso de la planeación del Golfo de California y de Ecuador. Debido a la frecuente  
989 escasez de datos e información sobre los ecosistemas y la biodiversidad en los ambientes  
990 marino-costeros, en muchos casos se utilizan como sustitutos o indicadores de biodiversidad  
991 factores físicos tales como la complejidad de los fondos marinos o bien la presencia de especies  
992 sensibles a la perturbación.

993 Dorfman (2006) considera apropiado utilizar para un análisis de vacíos, tanto objetos de  
994 conservación de ‘filtro grueso’ (e.g. ecosistemas como bancos de algas, praderas de pastos  
995 marinos, arrecifes de coral, etc.) como de filtro fino (e.g. especies amenazadas, endémicas,  
996 clave para el funcionamiento de un ecosistema, etc.); sin embargo, reconoce que la información  
997 puede ser muy escasa y que por ello es necesario utilizar objetos focales sustitutos como  
998 sistemas intermareales y humedales costeros, tipos de sustrato, complejidad de fondos y hasta  
999 modelos de distribución pelágicos.

1000 Los ejercicios que se han realizado en México para planificar las acciones y estrategias de  
1001 conservación de la biodiversidad marina y costera son escasos, con enfoques a distintas  
1002 regiones y escalas. A nivel nacional únicamente se ha realizado un ejercicio (Arriaga *et al*,  
1003 1998). El resto se han realizado a escala regional: uno en el Caribe (Kramer y Kramer, 2002),  
1004 cuatro en el Golfo de California y Pacífico Norte (Coalición para la Sustentabilidad del Golfo  
1005 de California, Mazatlán 2001; Enríquez-Andrade y Danemann, 1998; Morgan, *et al.*, 2005 –  
1006 éste último dentro del análisis para Norteamérica antes referido; Ulloa *et al.*, 2006) y uno para  
1007 la costa de Veracruz (Peresbarbosa, 2005).

### 1008 **3.2. Métodos**

1009 La información sobre la biodiversidad y los ecosistemas de los ambientes marinos es  
1010 claramente insuficiente, al menos para el caso de México, para que el análisis de vacíos y



1011 omisiones los aborde con las mismas metodologías y algoritmos de optimización que el análisis  
1012 terrestre. La modelación de los factores de presión sobre la biodiversidad y de las distribuciones  
1013 potenciales de las especies no es factible debido a que no se tienen suficientes coberturas  
1014 ambientales básicas para obtener aproximaciones aceptables, por lo que el análisis de vacíos y  
1015 omisiones sólo incluye hasta ahora el enfoque ecorregional.

1016 El proceso dio inicio con la compilación de bases geográficas digitales existentes y los  
1017 ejercicios previos de planeación para la conservación marina-costera mencionados en los  
1018 antecedentes. Estos fueron insumos para la realización de un taller de nivel nacional que contó  
1019 con la participaron de 45 especialistas con amplia experiencia en el tema, pertenecientes a 33  
1020 instituciones académicas, organizaciones civiles y sector público (CONABIO, CONANP,  
1021 PRONATURA, TNC, 2005), en el cual se usó como marco de referencia del análisis las  
1022 ecorregiones marinas de la CCA (Wilkinson *et al.*, en prep).

1023 Los expertos identificaron los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad  
1024 marino-costera de México utilizando cartografía temática digital, bases de datos  
1025 georreferenciadas de registros de especies flora y fauna marinas y una lista de objetos de  
1026 conservación (Apéndice 6.5). Los datos de la biodiversidad marina del SNIB corresponden a  
1027 153,242 registros que representan 9,253 especies y 1,036 infraespecies, de las cuales 197  
1028 presentan alguna categoría de protección y 75 son endémicas (en la Tabla 9 se resume la  
1029 información utilizada).

1030 En una primera aproximación se delimitaron los sitios prioritarios por grupos taxonómicos en  
1031 función del conocimiento y experiencia de los especialistas participantes, así como de las  
1032 características generales físicas, químicas, biológicas y geológicas de cada sitio.

1033 Posteriormente, los sitios delineados se superpusieron para detectar coincidencias y se

1034 redefinieron y denominaron con base en una revisión detallada según el conocimiento de  
1035 expertos por regiones.

1036 Posterior al taller se refinó la delimitación de los sitios, para lo cual fue esencial la validación  
1037 por los participantes del taller. La retroalimentación se llevó a cabo a través de un sitio wiki  
1038 diseñado para tal fin (CONABIO, 2005). Para la delimitación más precisa de cada sitio se usó  
1039 cartografía temática digital sobre batimetría, cuerpos de agua costeros y tipos de vegetación,  
1040 entre otros atributos espaciales. Los límites de los sitios costeros tierra adentro fueron  
1041 restringidos a una altitud máxima de 50 msnm y a la permanencia de vegetación costera.

1042 Paralelamente a la validación y depuración de los sitios, se elaboró una ficha técnica por cada  
1043 sitio, la cual incluye información sobre las características biológicas, ecológicas, ambientales y  
1044 de riesgo más relevantes de acuerdo con la opinión recabada de los expertos. Estas fichas  
1045 fueron complementadas con información bibliográfica.

1046 Adicionalmente, y con base en diversos trabajos, se identificaron y caracterizaron 20 zonas  
1047 importantes por sus procesos oceanográficos (Aguirre, 2002; Buenrostro, 2004; Candela Pérez  
1048 *et al.*, 2003.; Cerdeira *et al.*, 1998, 2000; Espinosa, 2004; Griffiths, 1963; Haury *et al.*, 1993;  
1049 Lavín *et al.*, 2003; Márquez García *et al.*, 2003; Melo *et al.*, 2000, 1995; Merino, 1992; Muller-  
1050 Karger y Walsh, 1991; Rodríguez Sobreira *et al.*, 2004; Romero Centeno *et al.*, 2003;  
1051 Salmerón García y Aguirre Gómez. 2003; Santamaría *et al.*, 2002; Viacheslav, 2004; Warsh *et*  
1052 *al.*, 1973.; Zavala Hidalgo *et al.*, 2003; Zavala Hidalgo y Fernández Eguiarte, 2004). Entre los  
1053 procesos más importantes identificados se pueden mencionar las surgencias, la mezcla vertical,  
1054 el oleaje, las mareas, las corrientes y contracorrientes, descargas de ríos, los giros o remolinos y  
1055 los fenómenos meteorológicos y climáticos. Con esta información se hizo una primera  
1056 categorización sobre su importancia para la conservación de la biodiversidad marina.

1057 Una vez concluida la identificación de los sitios documentados se llevó a cabo una segunda  
1058 validación con los especialistas que participaron en el taller y otros que no habían participado a  
1059 través del sitio wiki diseñado (CONABIO, 2005). En esta revisión los especialistas brindaron  
1060 información detallada para identificar los sitios de importancia para la conservación.  
1061 Posteriormente se hizo el análisis espacial de los sitios seleccionados detectar los vacíos y  
1062 omisiones en las ANP, y caracterizar a grandes rasgos la situación de cada ecorregión así como  
1063 una comparación con las RPM.  
1064 Por otra parte, se generó una base de datos que intenta integrar el conocimiento actual de la  
1065 biodiversidad insular mexicana y se realizó un análisis preliminar de los vacíos y omisiones en  
1066 conservación de las mismas (Recuadro 3).

### 1067 **3.3 Identificación de sitios marinos de importancia para la conservación**

1068 Se identificaron 105 sitios marinos que representan aproximadamente de 34 millones de  
1069 hectáreas, de los cuales 79 (84.14%) corresponden a las zonas costeras e islas (SC) y 26  
1070 (13.86%) a la zonas de mar profundo (MP) (Tabla 10, Fig. 20). La Laguna Makax representa el  
1071 área más pequeña con 5.15% de la superficie costera total, mientras que el Archipiélago de  
1072 Revillagigedo tiene el área más extensa con 13.88%. Los sitios de mar profundo están  
1073 representados en su área más pequeña por la Cuenca de Las Ánimas con tan sólo 0.03% con  
1074 respecto a la superficie total de mar profundo y en su área más grande por la Dorsal de  
1075 Tehuantepec con 29.78%.  
1076 Los sitios prioritarios ubicados dentro de la zona costera y plataforma continental abarcan un  
1077 gran número de rasgos morfológicos interconectados o aislados –lagunas costeras, bahías,  
1078 esteros y planicies de inundación, deltas– que albergan una gran variedad de hábitats entre los  
1079 que sobresalen los manglares, marismas, praderas de pastos marinos, dunas costeras, arrecifes  
1080 de coral, costas rocosas y playas. Algunos de ellos representan áreas de crecimiento,

1081 reproducción y refugio de un gran número de especies residentes y migratorias y de  
1082 colonización en el caso de algas incrustantes, moluscos y crustáceos. También están  
1083 incorporados otros rasgos geomorfológicos importantes como el insular y el arrecifal rocoso y  
1084 coralino, los cuales forman barreras asociadas directa o indirectamente con la línea de costa  
1085 terrestre y son habitados por una gran diversidad de flora y fauna, mucha de ella endémica y de  
1086 importancia comercial. Además de esta complejidad de origen y evolución geológica, se  
1087 incluyen factores tales como aportes fluviales continentales y variabilidad climática, los cuales  
1088 ejercen un efecto diversificador sobre los ecosistemas costeros, especialmente en las especies  
1089 endémicas de importancia ecológica y pesquera.

1090 Se identificaron además varios procesos oceanográficos relevantes a escala ecorregional (Fig.  
1091 21), en los que se ubican 55 ecorregiones (CONABIO-CONANP-PRONATURA-TNC, 2005).  
1092 El mayor número de procesos relevantes ocurre en el Golfo de México Sur con nueve procesos  
1093 en 13 sitios prioritarios, en contraste, en el Golfo de México Norte se identificaron ocho  
1094 procesos en sólo un sitio. Por otra parte en cuanto a número de sitios (14) sobresale la  
1095 ecorregión del Golfo de California con seis procesos, el Pacífico Sudcaliforniano tiene 13 sitios  
1096 y tres procesos, el Pacífico Transcional Mexicano tiene 12 sitios y cuatro procesos, el Mar  
1097 Caribe 8 sitios y tres procesos y el Pacífico Centroamericano 3 sitios con tres procesos. Se  
1098 identificaron surgencias en todas las ecorregiones, en un número muy alto de sitios prioritarios  
1099 (44) con excepción del Pacífico Transicional de Monterrey, en la cual tampoco se identificaron  
1100 sitios prioritarios para la conservación.

1101 Los procesos oceanográficos representan dinámicas propias de los sitios marinos por lo que su  
1102 identificación nos permite entender el valor de los mismos como sistemas altamente dinámicos  
1103 y complejos. La incorporación de los procesos debe tomarse en cuenta para la identificación de

1104 los sitios prioritarios, así como para el establecimiento de normas o planes de manejo de las  
1105 áreas en cuestión.

1106 La escala a la que ocurren los procesos a los que hacemos referencia en este texto es  
1107 ecorregional, es decir, son macroescalares. Sin embargo debemos tener en cuenta que estos  
1108 impactan a una gran variedad de procesos meso y microescalares de los que dependen la  
1109 mayoría de las dinámicas que constituyen los sistemas marinos.

#### 1110 **3.4 Análisis de vacíos y omisiones para la conservación de la biodiversidad marina**

1111 Para evaluar el nivel de representatividad de los 105 sitios prioritarios se analizó su distribución  
1112 y cobertura con respecto a las ecorregiones marinas para Norteamérica nivel I definidas por la  
1113 CCA (Wilkinson *et al.*, en prensa). De las ocho ecorregiones que involucran al mar territorial  
1114 de México, sobresalen por su magnitud en cobertura de la zona económica exclusiva (ZEE), la  
1115 del Pacífico Transicional Mexicano con 33.06% y la del Pacífico Sud-Californiano con 25.57%  
1116 (Tabla 11, Fig. 22).

1117 En la ecorregión del Golfo de California se identificó la mayor proporción de superficie de los  
1118 sitios prioritarios, tanto costeros (29.31%) como de mar profundo (23.46%). Esto se debe a que  
1119 el Golfo de California ha sido una de las regiones marinas mejor estudiadas y donde se han  
1120 llevado a cabo diferentes ejercicios con miras a la conservación, incluso es la única que cuenta  
1121 con un ordenamiento ecológico marino (SEMARNAT, 2006). En la ecorregión Golfo de  
1122 México Sur la superficie de los sitios costeros prioritarios suma 23.93%, mientras que los sitios  
1123 de mar profundo representan el 10.57% del total de la superficie. Por el contrario, en la  
1124 ecorregión Pacífico Transicional Mexicano, los sitios de mar profundo representan 43.19% de  
1125 la superficie total y los sitios costeros sólo 16.01%. Estas diferencias en la superficie de los  
1126 sitios identificados como prioritarios reflejan el grado de conocimiento que existe para las  
1127 ecorregiones así como la diversidad de los ambientes que presentan o que al menos se han

1128 podido estimar. Cabe mencionar que en la ecorregión Pacífico Transicional de Monterey no se  
1129 identificó ningún sitio prioritario, debido a que ocupan sólo una pequeña parte de la zona  
1130 oceánica y ninguna isla (Tabla 12).

1131 Con relación al número de sitios prioritarios por ecorregión, las mayores diferencias se  
1132 observan entre el Golfo de California y el resto de las ecorregiones, así como al comparar el  
1133 número de sitios costeros con los de mar profundo. La ecorregión con mayor número de sitios  
1134 costeros y de mar profundo es la del Golfo de California, que representan 28.57% de su  
1135 superficie. Le siguen en orden descendente la ecorregión del Golfo de México Sur con 20% de  
1136 su superficie, la del Pacífico Transicional Mexicano con 16.19%, la del Pacífico Sud-  
1137 Californiano con 15.24% y la del Mar Caribe con 14.29%. Es necesario indicar que existe una  
1138 fuerte diferencia entre el número de sitios de mar profundo de la ecorregión del Golfo de  
1139 California 34.62% y el resto de las ecorregiones, siendo la más cercana la del Pacífico  
1140 Transicional Mexicano con 23.08% de los sitios. Estas diferencias pueden deberse a que la  
1141 selección de sitios del Golfo de California fue efectuada con base en dos ejercicios previos de  
1142 planeación y quizás también a que se tiene mayor información que en el caso del resto (Tabla  
1143 13).

1144 Actualmente existen por lo menos 58 ANP marinas que conservan objetos de conservación  
1145 marinos, que incluyen playas de anidación de tortugas, lagunas costeras, arrecifes de coral e  
1146 islas, entre otros. Las ANP marinas de México abarcan actualmente 4,336,513 ha, superficie  
1147 que equivale al 20.85% del mar territorial, el 11.04% de su plataforma continental y del 1.38%  
1148 de la Zona Económica Exclusiva (véase Capítulo 10 de este volumen).

1149 La representatividad de las áreas naturales protegidas marinas con respecto a los sitios  
1150 prioritarios para la conservación de la biodiversidad marino-costera dio como resultado un  
1151 solapamiento de 98.28% correspondientes a 57 ANP que coinciden con 57 sitios costeros y

1152 uno de mar profundo. La superficie total de solapamiento de los sitios costeros y de mar  
1153 profundo con las ANP es de 21.28% y 0.01% respectivamente, lo que indica una falta  
1154 pronunciada de representatividad de los ecosistemas de mar profundo, dentro del sistema de  
1155 áreas protegidas del país. Por otra parte, las 58 ANP marinas coinciden en un 50.43% con los  
1156 sitios prioritarios, lo que es un indicador de que las ANP están bien ubicadas, pero es necesario  
1157 incrementar los esfuerzos de conservación. En este sentido, la identificación de los sitios  
1158 prioritarios para la conservación resultan ser de gran utilidad como referencia para la creación  
1159 de nuevas áreas (Tabla 14, Fig. 23).

1160 El ejercicio de sobreponer los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina  
1161 con las RMP, permite identificar el avance realizado en cuanto al conocimiento de los  
1162 ecosistemas marinos costeros y de mar profundo. En cuanto a la superficie de solapamiento, los sitios  
1163 prioritarios comprenden cerca del 17% de la superficie total de las RMP (Tabla 15, Fig. 24).

1164 Esto permite confirmar que los sitios prioritarios permiten una mayor resolución para proponer  
1165 áreas de conservación debido a importantes avances en la información disponible sobre los  
1166 objetos de conservación.

1167 Esta diferencia se debe principalmente a que en este ejercicio se hizo una delimitación más  
1168 detallada y de mayor resolución de los sitios costeros y oceánicos en comparación con las  
1169 regiones prioritarias marinas que son áreas generalizadas. Con relación al número de sitios, seis  
1170 sitios prioritarios de mar profundo se solapan con siete RMP oceánicas lo que en términos de  
1171 superficie total representan cerca del 2% del área total de las RMP oceánicas. Este porcentaje  
1172 tan bajo refleja una reducción considerable del tamaño de las áreas resultado del enorme  
1173 esfuerzo que se ha hecho en los últimos años con relación al conocimiento científico de los  
1174 ecosistemas bentónicos de mar profundo, ya que en la mayoría de los sitios seleccionados se  
1175 han realizado estudios y se cuenta con información detallada de los mismos. Con respecto al

1176   sobreapamiento de los sitios prioritarios costeros con las RMP costeras es notable que a pesar  
1177   de que prácticamente todos los sitios coinciden con una RMP, sólo abarcan el 34% de la  
1178   superficie total de las RMP (Tabla 15).

1179   En los ambientes marinos, la identificación de 105 sitios prioritarios para la conservación de la  
1180   biodiversidad marina representa un importante avance en la detección de sitios potenciales para  
1181   ampliar la cobertura de áreas naturales protegidas aunque paralelamente enfatiza la necesidad  
1182   de implementar otros mecanismos e instrumentos de conservación complementarios que  
1183   permitan su conservación a través de un uso sustentable de los recursos naturales.

1184   Posiblemente, en la ecorregión del Golfo de California es en donde se tienen las mejores  
1185   oportunidades de conservación por existir un mayor cúmulo de información, así como  
1186   instrumentos de política pública que permitirán la solución a problemas ambientales, con la  
1187   apertura de espacios, vías y mecanismos que garanticen la participación responsable de todos  
1188   los sectores interesados en el desarrollo económico y social, sin menoscabo de la protección del  
1189   ambiente.

1190   Por otra parte, resulta fundamental desarrollar estudios e investigaciones enfocados a generar  
1191   un mayor conocimiento de la biodiversidad en el resto de las ecorregiones marinas,  
1192   particularmente del Pacífico Centroamericano. Esto permitirá proteger aquellos ambientes  
1193   originales que no han sido alterados de manera significativa por la actividad del ser humano y  
1194   que por sus características o valor requieren de ser preservados o restaurados.

1195   Es aún bajo el nivel de representatividad de los sitios prioritarios en ANP existentes y  
1196   particularmente la biodiversidad de mar profundo no cuenta con protección en lo que respecta a  
1197   este instrumento de conservación. En este sentido, la identificación y delimitación de los 29  
1198   sitios de mar profundo prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina resultan ser



1199 un herramienta valiosa y útil para dirigir los esfuerzos de conservación, rehabilitación y manejo  
1200 sustentable.

1201 Cabe señalar que el nivel de detalle con el que se determinaron los sitios prioritarios permitirá  
1202 acciones de conservación mejor dirigidas y más efectivas.

1203 Instrumentos como la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los  
1204 Océanos y Costas (SEMARNAT, 2006), en el que se establecen estrategias y lineamientos de  
1205 política pública para fortalecer la gestión ambiental de las zonas costeras y oceánicas de manera  
1206 integral, mediante una coordinación interinstitucional efectiva y una amplia participación  
1207 social, son fundamentales para garantizar el acceso efectivo a la justicia en materia ambiental,  
1208 aplicar el enfoque de manejo integral de cuencas y de zonas costeras, valorar económica y  
1209 socialmente los recursos naturales y los servicios ambientales que éstos brindan, en un marco  
1210 de desarrollo económico y con base en el mejor conocimiento científico de nuestros océanos y  
1211 costas.

1212 Los ordenamientos territoriales serán otro de los instrumentos fundamentales para el cual, los  
1213 resultados de este estudio serán de gran interés. Ejemplos de estos ordenamientos son el  
1214 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California el cual permitirá  
1215 establecer los lineamientos y previsiones a que deberá sujetarse la preservación, restauración,  
1216 protección y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales existentes en esta región  
1217 (SEMARNAT, 2006).

1218

#### 1219 4. CONCLUSIONES

1220 Los análisis ecorregionales (N4) mostraron que cerca de 10% de la superficie continental del  
1221 país, tienen vacíos en conservación, mientras que 65% de la superficie del país tiene  
1222 ecorregiones con diferentes niveles de omisiones que varían de 0.00345 a 11.46% de

1223 protección, y sólo 25% están representadas en los sistemas de ANP por arriba de 12% de su  
1224 área. Estas cifras, junto con los índices desarrollados, que son un instrumento cuantitativo útil  
1225 para jerarquizar las ecorregiones de acuerdo con valores de priorización para fortalecer  
1226 actividades de conservación, indican que las ecorregiones más diversas y amenazadas sólo  
1227 reciben protección de moderada a baja o nula.

1228 Los análisis más detallados considerando numerosos objetos de conservación ( $n=1,450$ )  
1229 seleccionados con diversos criterios (i.e. riesgo de extinción, rareza, etc.) y el impacto que  
1230 ejercen algunas de las principales amenazas, permitieron tener una panorámica nacional para  
1231 dirigir las acciones hacia la conservación y manejo sustentable necesarios para representar  
1232 mejor en los sistemas de ANP la biodiversidad de México. Las actuales redes de ANP tampoco  
1233 cubren todos los sitios prioritarios identificados gracias al uso de algoritmos de optimización  
1234 que combinan variables biológicas con metas deseadas de conservación (expresadas en  
1235 proporción de superficie) y la presión que ejercen sobre las mismas diversos factores de  
1236 presión. Con base en los resultados de este análisis, aún cuando pudiéramos incrementar la  
1237 superficie protegida hasta 16.9% de la superficie del país (que corresponde a los sitios de  
1238 mayor prioridad), no lograríamos conservar a todos los objetos de conservación de interés ni  
1239 frenar las amenazas que enfrentan ni tal vez tener áreas representativas capaces de sustentar las  
1240 poblaciones, por lo que otras estrategias e instrumentos son fundamentales para mantener la  
1241 biodiversidad fuera de las ANP.

1242 Por otra parte, una de seis ecorregiones marinas (N1) tiene vacíos tanto en conservación como  
1243 en identificación de sitios de importancia para la conservación. Fue posible acotar 105 sitios  
1244 prioritarios con la información sobre su biodiversidad y amenazas y considerado el objetivo de  
1245 fortalecer los sistemas de ANP. Especialmente en el caso de los sitios oceánicos, se logró por

1246 primera vez identificar 29 sitios prioritarios explícitamente de ambientes de mar profundo, de  
1247 los cuales ninguno está representados en las ANP.

1248 Las diferencias en las prioridades detectadas en cada ecorregión marina, reflejan en cierta  
1249 medida diferencias importantes en el conocimiento de la biodiversidad. Todavía hay regiones  
1250 con importantes vacíos de información, como por ejemplo el Pacífico Tropical, por lo cual no  
1251 fue posible identificar más sitios prioritarios y por ende representar toda la diversidad en esta  
1252 zona, lo que resalta la importancia de mantener continuamente actualizado el proceso.

1253 El país tiene un enorme reto para cubrir los vacíos y omisiones de conservación que se han  
1254 identificado en estos análisis, que incluyen a múltiples áreas y sitios dispersos por todo el  
1255 territorio nacional. Por ello, el desarrollo de estrategias ordenadas y estructuradas será esencial  
1256 para avanzar en la protección de nuevos sitios prioritarios que consideren una secuencia  
1257 congruente con las oportunidades y la urgencia de conservación que cada sitio implica.

1258 Además, considerar la conectividad de estas áreas es un elemento clave en la planeación de  
1259 todos los sistemas de ANP, la cual puede procurarse a través de corredores biológicos.

1260 Es trascendental en el futuro inmediato desarrollar estrategias ecorregionales y particulares  
1261 adecuadas para cada sitio prioritario. Para lograr una planeación integral de los esfuerzos de  
1262 conservación es necesaria una síntesis cuantitativa de los análisis de diferentes escalas, y a su  
1263 vez, considerar los análisis marinos y de cuerpos de agua epicontinentales para lo cual se  
1264 llevará a cabo el metaanálisis (véase recuadro 4). Es fundamental considerar que los vacíos y  
1265 omisiones pueden tener opciones diferentes para la conservación y requerir protección con  
1266 diferentes niveles de urgencia. Para esto, los análisis de factibilidad, costos y financiamiento  
1267 nos darán criterios para llevar a cabo las acciones de implementación necesarias. Otro aspecto a  
1268 considerar seriamente es que los análisis necesitan realizarse y actualizarse periódicamente,  
1269 considerando escenarios de cambio climático, uso y degradación del suelo.

1270 En resumen, los análisis de vacíos y omisiones de conservación de México deben culminar  
1271 necesariamente en la definición de una serie de estrategias que contribuyan a la conservación  
1272 de una porción representativa y viable de la biodiversidad nacional en el largo plazo, por lo que  
1273 la adopción de los resultados obtenidos en este análisis deberá reflejarse en programas de  
1274 conservación que involucren a todos los sectores que contribuyen con este fin. Con la  
1275 instrumentación de nuevas políticas y la implementación de acciones de conservación sobre el  
1276 terreno, derivadas de los resultados del análisis, se podrá justificar la inversión de tiempo y  
1277 recursos económicos, humanos y técnicos que ha requerido este análisis.

1278 Es evidente que el reto de proteger la biodiversidad en México es de enormes dimensiones y no  
1279 podrá ser resuelto únicamente con el establecimiento de nuevas áreas protegidas, sino con la  
1280 implementación de otras herramientas y estrategias que se puedan diseñar para complementar  
1281 exitosamente las acciones de conservación, como los ordenamientos ecológicos y los  
1282 programas de manejo integrados de costas y mares, particularmente los orientados a las  
1283 actividades productivas sustentables y los desarrollos turísticos ordenados (Bezaury-Creel,  
1284 2005).

1285 Asimismo, es primordial efectuar en el corto plazo la priorización jerárquica de las áreas y  
1286 sitios identificados, tanto de ambientes terrestres como marinos así como de las islas de elevada  
1287 importancia para la conservación de la biodiversidad, tanto de su porción emergida como  
1288 submarina (i.e., llevar a cabo el metaanálisis; véase el recuadro 4).

1289 La conservación de muchos de los sitios marinos prioritarios va a depender de la conservación  
1290 de ecosistemas costeros y terrestres, particularmente de la conservación de cuencas  
1291 hidrológicas, que tienen una influencia determinante en varios procesos marinos y están  
1292 involucrados en la biología de numerosas especies (e.g. manglares y praderas de pastos  
1293 marinos). Por ello, el horizonte de las acciones de conservación deberá considerar la

1294 conservación y el uso sustentable de los recursos con enfoques tierra-mar con una perspectiva  
1295 integral de paisajes en los que las áreas marinas-costeras y terrestres protegidas con distintos  
1296 mecanismos conformen una red que permita la conectividad funcional de los ecosistemas, tal y  
1297 como está señalado de manera explícita por el Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas del  
1298 CDB (Dudley *et al.*, 2005).

1299 Paralelamente, deberán considerarse las capacidades en recursos humanos, infraestructura y  
1300 financieros con los que México cuenta, y para que las estrategias sean exitosas será crucial que  
1301 se fortalezca la corresponsabilidad entre todos los niveles del Gobierno y la sociedad civil, que  
1302 se promuevan una serie de condiciones favorables que contribuyan a conservar las prioridades  
1303 detectadas, incluyendo el impulso de una nueva actitud de la sociedad y los sectores  
1304 productivos hacia la biodiversidad, la adopción amplia de una cultura ambiental y un cambio en  
1305 los actuales patrones de consumo de los mexicanos.

1306 En buena medida, la selección de estrategias adecuadas para conservar cada uno de los sitios  
1307 identificados en este análisis dependerá de poder determinar la identidad de los poseedores de  
1308 las tierras y quienes tienen concesiones en los mares (Groves *et al.*, 2000). Esto requerirá de un  
1309 cuidadoso análisis de la tenencia de la tierra caso por caso. En ocasiones los sitios están  
1310 ubicados en zonas de competencia federal (ej. en zonas marinas y costeras), pero en otros casos  
1311 quedarán localizados en terrenos ejidales, bienes comunales y en propiedades privadas.

1312 El diseño e implementación de acciones que favorezcan la conectividad entre sitios prioritarios,  
1313 a través de los paisajes dentro y fuera de las ANP, con corredores biológicos o UMA, pueden  
1314 ser algunas de las alternativas y mecanismos de conservación que debe perseguir la  
1315 consolidación y fortalecimiento de las redes de ANP. Sin embargo, considerando el elevado  
1316 número de sitios y áreas que son actualmente vacíos y omisiones de conservación, el diseño e  
1317 instrumentación de nuevas políticas públicas de Estado que promuevan la transversalidad y la

1318 concurrencia de esfuerzos hacia la sustentabilidad de estos sitios será fundamental. Estas  
1319 políticas deberían enfocarse al mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales que  
1320 mantengan los paisajes.

1321 El combate de amenazas intensivas que actualmente actúan sobre los sitios identificados  
1322 relacionados con las actividades humanas, como lo son la modificación de la cubierta natural  
1323 por el crecimiento de la frontera agropecuaria, el crecimiento urbano y actividades turísticas no  
1324 controladas, así como el incremento de la contaminación y el establecimiento de especies  
1325 invasoras que causan graves daños a la biodiversidad (véase Capítulo 6 de este volumen), los  
1326 regímenes de fuego inadecuados, el tráfico ilegal de especies, la tala masiva ilegal, entre otros,  
1327 deben ser atendidos de manera urgente; de otra forma, algunos ecosistemas podrían deteriorarse  
1328 a tal punto que la inversión en su restauración para revertir los daños será de varios órdenes de  
1329 magnitud mayor a lo que actualmente se requiere para mantenerlos. Posponer la conservación  
1330 ha mostrado tener graves consecuencias, en términos de pérdida de hábitat y capacidades para  
1331 proteger las especies (Fuller *et al.*, 2006).

1332 Como mencionamos anteriormente, la protección a través de las diversas alternativas, implica  
1333 necesariamente el reforzamiento de estrategias de financiamiento de fondos gubernamentales y  
1334 privados. Entre los mecanismos más viables está la consolidación de mecanismos de  
1335 retribución económica por servicios ecosistémicos de áreas prioritarias o que provean de  
1336 conectividad entre éstas y las ANP. La restauración ecológica de áreas para la conectividad a  
1337 diversas escalas requerirá activarse en todo el territorio nacional y para lo cual las lecciones  
1338 aprendidas de iniciativas como la del Corredor Biológico Mesoamericano serán de gran valor.

1339 La proyección de escenarios en el contexto del cambio climático global, las redes actuales de  
1340 ANP y los vacíos y omisiones de conservación son el siguiente paso para determinar los sitios  
1341 prioritarios que podrían ser mayormente afectados.

1342 Finalmente, los análisis deberán actualizarse en la medida en que se valore nueva información,  
1343 particularmente sobre la resiliencia de los ecosistemas, distribución de las especies y estado de  
1344 conservación de las poblaciones más vulnerables y las tendencias de las presiones actuales y  
1345 potenciales para la biodiversidad, entre otras. De hecho, en varios países los análisis de vacíos y  
1346 omisiones son efectuados recurrentemente para redefinir prioridades a la luz de nuevos datos.  
1347 Esto será clave para el caso de México, sobre todo considerando la todavía escasa información  
1348 sobre la biodiversidad marina o sobre la distribución de muy diversos grupos taxonómicos a  
1349 escalas más finas para todo el país, así como la magnitud y velocidad de los cambios en los  
1350 factores que amenazan a la biodiversidad tales como las tasas de deforestación, la  
1351 fragmentación de hábitats y el impacto de especies invasoras, ganadería, para lo cual se  
1352 requiere información digital así como modelos de escenarios climáticos más robustos de  
1353 manera que podamos conservar el patrimonio natural de México para las generaciones futuras.

1354

## 1355 5. REFERENCIAS

1356

1357 Aguirre, R. 2002. *Los mares mexicanos a través de la percepción remota III.1*. Instituto de  
1358 Geografía, UNAM. Editorial Plaza y Valdés, S.A. de C.V. pp. 93. México

1359

1360 *Alliance for Zero Extinction* <[www.zeroextinction.org](http://www.zeroextinction.org)> (consultada en marzo de 2006).

1361

1362 Arango, N., D. Armenteras, M. Castro, T. Gottsmann, O. Hernández, C. Matallana, M.  
1363 Morales, L. Naranjo, L. Renjifo, A. Trujillo y F. Villareal. 2003. *Vacíos de conservación del*  
1364 *sistema de parques nacionales naturales de Colombia desde una perspectiva ecorregional*.  
1365 WWF- Colombia e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von  
1366 Humboldt, Cali.

1367

1368 Arizmendi, C. y L. Valdelamar. 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves*  
1369 *en México*. CIPAMEX, México.

1370

1371 Arnqvist, G. y D. Wooster. 1995. Meta-analysis: synthesizing research findings in ecology and  
1372 evolution. *TREE* 10:236-240.

1373

- 1374 Arriaga, L., E. Vázquez-Domínguez, J. González-Cano, R. Jiménez, E. Muñoz y V. Aguilar  
1375 (coord.). 1998. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el  
1376 Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.  
1377
- 1378 Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coord.). 2000a.  
1379 *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de  
1380 la Biodiversidad, México.  
1381
- 1382 Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer (coord.). 2000b. *Aguas Continentales Diversidad Biológica*  
1383 *de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.  
1384
- 1385 Ball, I.R. 2000. *Mathematical applications for conservation ecology: the dynamics of tree*  
1386 *hollows and the design of nature reserves*. PhD thesis, the University of Adelaide, Australia.  
1387
- 1388 Ball, I.R. y H.P. Possingham. 2000. MARXAN (V1.8.2): Marine Reserve Design Using Spatially  
1389 Explicit Annealing, a Manual.  
1390
- 1391 Balmford, A, L. Bennun, B. ten Brink, D. Cooper, I.M. Côté, P. Crane, A. Dobson, N. Dudley,  
1392 I. Dutton, R.E. Green, R. D. Gregory, J. Harrison, E.T. Kennedy, C. Kremen, N. Leader-  
1393 Williams, T.E. Lovejoy, G. Mace, R. May, P. Mayaux, P. Morling, J. Phillips, K. Redford, T.H.  
1394 Ricketts, J. P. Rodríguez, M. Sanjayan, P. J. Schei, A.S. van Jaarsveld y B.A. Walther. 2005.  
1395 The Convention on Biological Diversity's 2010 Target. *Science* 307: 212-213.  
1396
- 1397 Bezaury-Creel, J. 2005. Protected areas and coastal and ocean management in México. *Ocean*  
1398 *& Coastal Management* 48: 1016-1046.  
1399
- 1400 Bezaury-Creel J.E., J.F. Torres y N. Moreno. 2007. Base de Datos Geográfica de Áreas  
1401 Naturales Protegidas Estatales del Distrito Federal y Municipales de México para el Análisis de  
1402 Vacíos y Omisiones en Conservación . The Nature Conservancy / PRONATURA A.C. /  
1403 Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Comisión Nacional de  
1404 Areas Naturales Protegidas. 1 Capa ArcINFO + 1 Archivo de Metadatos Word.  
1405
- 1406 Brandon, K., L. Gorenflo, A.S.L. Rodrigues y R.W. Walter. 2005. Reconciling biodiversity  
1407 conservation, people, protected areas, and agricultural sustainability in Mexico. *World*  
1408 *Development* 33:1403-1418.  
1409
- 1410 Brown, J.H. y M.V. Lomolino. 1998. *Biogeography*. Sinauer Press, Sunderland, Massachuestts,  
1411 USA.  
1412
- 1413 Bruntland, G.H. 1987. *Our common future*. Oxford University Press, New York, NY. 238 pp.  
1414
- 1415 Buchmann, S., M.R. Kunzmann, A.J. Donovan, y R.J. Hobbs. 1999. *Gap Analysis of*  
1416 *Pollinator (bats, bees, hummingbirds) Species Richness in Arizona: Implications for*  
1417 *Conservation Biology*. <<http://gis.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap530/p530.htm>>  
1418
- 1419 Buenrostro, A.A. 2004. Evolución del calentamiento superficial estacional del Golfo de  
1420 California. *GEOS*, Vol. 24, No. 2. México.



1421  
1422 Burley, F.W. 1988. Monitoring biodiversity for setting priorities in conservation. En: E.O.  
1423 Wilson (ed.) *Biodiversity*. Nacional Academy Press, Washington, D.C. pp. 217-230.  
1424  
1425 Burgess, N., J. Hales, T. Ricketts y E. Dinerstein. 2006. Factoring species, non-species values  
1426 and threats into biodiversity prioritisation across the ecoregions of Africa and its islands.  
1427 *Biological Conservation* 127: 383-401.  
1428  
1429 Byrne, C. 2006. Grenada, St. Vincent & the Grenadines Protected Area System Gap  
1430 Assessment. First Workshop. CBD-USAID-TNC.  
1431  
1432 Caicco, S., J.M. Scott, B. Butterfield y B. Csuti. 1995. A gap analysis of the management status  
1433 of the vegetation of Idaho (USA). *Conservation Biology* 9:498-511.  
1434  
1435 Candela Pérez, J., J. Sheinbaum Pardo, J.L. Ochoa de la Torre y Antonio Badan Dagon. 2003.  
1436 La Corriente de Yucatán. *GEOS*, México. Vol. 23, No. 2.  
1437  
1438 Cantú, C., J.M. Scott, R.G. Wright y E. Strand. 2003. *Conservation assessment of current and*  
1439 *proposed nature reserves of Tamaulipas State, Mexico*.  
1440  
1441 Cantú, C., J.M. Scott, y R.G. Wright. 2004a. The Gap Analysis Program on the Assessment of  
1442 Nature Reserves of Mexico. U.S. GS, Gap Analysis Program. *Gap Analysis Bulletin* 10.  
1443  
1444 Cantú, C., R.G. Wright, J.M. Scott, y E. Strand, 2004b. Assessment of current and proposed  
1445 nature reserves of Mexico based on their capacity to protect geophysical features and  
1446 biodiversity. *Biological Conservation* 115:411-417.  
1447  
1448 CCA. 1997. Regiones Ecológicas de América del Norte: hacia una perspectiva común.  
1449 Comisión para la Cooperación Ambiental. [http:// www.cec.org](http://www.cec.org).  
1450  
1451 Ceballos, G. 1999. Áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos de México.  
1452 *Biodiversitas* 27:1-8.  
1453  
1454 Ceballos, G. (en prensa). Conservation priorities for mammals in megadiverse Mexico: the  
1455 efficiency of reserve networks. *Ecological Applications*.  
1456  
1457 Ceballos, G. *Modelado de la distribución de las especies de mamíferos de México para un*  
1458 *análisis GAP*. EcoCiencia SC. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto DS006. México, D.F.  
1459 (en proceso).  
1460  
1461 Ceballos, G., Rodríguez, P. y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in  
1462 megadiverse Mexico: Mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological*  
1463 *Applications* 8:8-17.  
1464  
1465 Ceballos, G., H. Gómez de Silva y C. Arizmendi. 2002. Areas prioritarias para la conservación  
1466 de las aves de México. *Biodiversitas* 41:1-7.  
1467

- 1468 Cerdeira, S., N. Melo, R. Pérez, I. Victoria y F.E. Müller-Karger. 1998. La Densidad de  
1469 Pigmentos Fotosintéticos: Un indicador del carácter y la intensidad de los procesos  
1470 oceanográficos en el occidente del Gran Caribe. *Boletín de la Sociedad Meteorológica de*  
1471 *Cuba*. Volumen 4, No. 2 (ISSN-1025-921X). Publicación electrónica disponible en:  
1472 [www.met.inf.cu/sometcuba/Boletin/v04\_n02/espanol/art3.htm].  
1473
- 1474 Cerdeira, S., N. Melo, F.E. Müller-Karger y R. Pérez. 2000. Estudio comparativo de la  
1475 temperatura superficial del mar detectada vía satélite y por mediciones *in situ* al norte de Cuba  
1476 y NE de la Península de Yucatán. *MAPPING: Revista de Cartográfica, Sistemas de*  
1477 *Información Geográfica, Teledetección y Medio Ambiente*. España No. 60.  
1478
- 1479 Chape, S., J. Harrison, M. Spalding y I. Lysenko. 2005. Measuring the extent and effectiveness  
1480 of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. *Philosophical*  
1481 *Transactions of the Royal Society B*. 360:443-455.  
1482
- 1483 Chape, S., S. Blyth, L. Fish, P. Fox y M. Spalding (comp.) 2003. United Nations List of  
1484 Protected Areas. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge and UNEP-WCMC, Cambridge,  
1485 UK.  
1486
- 1487 Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California, Mazatlán. 2001. *Prioridades de*  
1488 *Conservación para la Región del Golfo de California*. México.  
1489
- 1490 Colwell, R.K. y J.A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through  
1491 extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*. 345: 101-118.  
1492
- 1493 Comer, P., D. Faber-Langendoen, R. Evans, S. Gawler, C. Josse, G. Kittel, S. Menard, M.  
1494 Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow y J. Teague. 2003. Ecological Systems of the United States:  
1495 A Working Classification of U.S. Terrestrial Systems. NatureServe, Arlington, Virginia.  
1496
- 1497 CONABIO, 2005. <www.conabio.gob.mx/gap>  
1498
- 1499 CONABIO, 2006. *Capital Natural y Bienestar Social*. Comisión Nacional para el  
1500 Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.  
1501
- 1502 CONANP, CONABIO. 2005. Mapa ANP para los análisis de vacíos y omisiones...  
1503
- 1504 CONABIO, CONANP, PRONATURA, TNC, 2005. Memoria del Taller para la determinación  
1505 de sitios prioritarios marinos y costeros para la conservación. 4 y 5 de Octubre, 2005. Ciudad  
1506 de México. No publ., 30 pp.
- 1507 Contreras E., F. y O. Castañeda. 2004. La biodiversidad de las Lagunas Costeras. *Ciencias* 76:  
1508 46-56.  
1509
- 1510 Cox, J., R. Kautz, M. MacLaughlin y T. Gilbert. 1994. *Closing the gaps in Florida's wildlife*  
1511 *habitat conservation system*. Office of Environmental Services. Florida Game and Fresh Water  
1512 Fish Commission.  
1513

- 1514 Crooks, K.R. y M. Sanjayan. 2006. *Connectivity Conservation: maintaining connections for*  
 1515 *nature*. Cambridge University Press, U.K.  
 1516
- 1517 Csuti, B. 1994. Methods for developing terrestrial vertebrate distribution maps for Gap  
 1518 Analysis (version 1). En: J.M. Scott y M. D. Jennings (eds). *A handbook for Gap Analysis*.  
 1519 Idaho Coop. Fish Wildl. Res. Unit, Univ. Idaho, Moscow.  
 1520
- 1521 Cruz-Lara, L., Lorenzo, C., Soto, L., Naranjo, E. y N. Ramírez-Marcial, 2004. Diversidad de  
 1522 mamíferos en cafetales y selva mediana de Las Cañadas de la Selva Lacandona, Chiapas,  
 1523 México. *Acta Zoológica Mexicana* 20:63-81.  
 1524
- 1525 DellaSala, D., N. Staus, A. Hackman y A. Lacobelli. 2001. An updated protected areas database  
 1526 for the United States and Canada. *Natural Areas Journal* 21:124-135.  
 1527
- 1528 Díaz de León, A., Alvarez, P. Mendoza, P., Fernández, J.I. y O.M. Ramírez, 2004. Hacia un  
 1529 manejo integrado del gran ecosistema marino del Golfo de México. en: Caso, M., Pisanty, I. y  
 1530 E. Ezcurra (comps.). Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. SEMARNAT-INE,  
 1531 INECOL-Harte Research Institute for Gulf of Mexico Studies. Vol. 2. Pp. 985-1006.  
 1532
- 1533 Dietz, R.W. y B. Czech. 2005. Conservation deficits for the Continental United States: and  
 1534 Exosystem Gap Analysis. *Conservation Biology* 19:1478-1487.  
 1535
- 1536 Dinerstein, E., D.M. Olson, D.J. Graham, A. Webster, S. Primariom, M. Bookbinder, M.  
 1537 Forney y G. Ledec. 1995. *A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin*  
 1538 *America and the Caribbean*. World Wildlife Fund Report to the World Bank/Laten, January  
 1539 1995.  
 1540
- 1541 Dorfman, D. 2006. Marine Realm. En: N. Dudley y J. Parish (eds.). *Closing the gap, creating*  
 1542 *ecologically representative protected area system: A guide to conducting gap assessment of*  
 1543 *protected area system for the CBD*. Part 3. Gap Analysis in Freshwater and Marine Biological  
 1544 realms. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Montreal. Technical Series N.  
 1545 24. 108 pp.  
 1546
- 1547 Dudley, N., K. Mulongoy, S. Cohen, S. Stolton, C. Barber, y S. Gidda. 2005. *Towards effective*  
 1548 *protected area systems: An action guide to implement the Convention on Biological Diversity*  
 1549 *Programme of Work on Protected Areas*. Secretariat of the CBD. Montreal.  
 1550
- 1551 Dudley, N. y J. Parrish (eds.). 2006. *Closing the Gap, Creating ecologically representative*  
 1552 *protected area systems: A guide to conducting Gap assessments of protected area systems for*  
 1553 *the Convention on Biological Diversity*. Secretariat of the CBD. Montreal Technical Series.  
 1554
- 1555 Enríquez-Andrade, R. y G. Danemann. 1998. Identificación y establecimiento de prioridades  
 1556 para las acciones de conservación y oportunidades de uso sustentable de los recursos marinos y  
 1557 costeros de la Península de Baja California. Reporte técnico de proyecto. Pronatura Península  
 1558 de Baja California. México. 77 pp.+ disquette.  
 1559

- 1560 Escalante, T., V. Sánchez-Cordero, J.J. Morrone y M. Linaje. 2007. Deforestation affects  
1561 biogeographical regionalization: A case study contrasting potential and extant distributions of  
1562 Mexican terrestrial mammals. *Journal of Natural History*. [PAGINAS]  
1563
- 1564 Escalante, T., V. Sánchez-Cordero, J.J. Morrone y M. Linaje. 2007. Parsimony Analysis of  
1565 Endemicity, Goloboff fit, and areas of endemism in Mexico: A case study using species'  
1566 ecological niche modelling of terrestrial mammals. *Interciencia* 32:151-159.  
1567
- 1568 Espinosa, H. 2004. El Pacífico Mexicano. *Ciencias* 76:14-21.  
1569
- 1570 Flores-Mata, G., J. Jiménez, X. Madrigal, F. Moncayo y F. Takaki. 1971. Memoria del mapa  
1571 de tipos de vegetación de la República Mexicana. Secretaría de Recursos Hidráulicos. México,  
1572 D.F. pp 40-41.  
1573
- 1574 Flores-Villela, O. 2007. *Áreas potenciales de distribución y GAP análisis de la herpetofauna*  
1575 *de México*. Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" Facultad de Ciencias, Universidad  
1576 Nacional Autónoma de México Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto DS009. México,  
1577 D.F.  
1578
- 1579 Frandiño-Lozano, M y W. Van Wyngaarden. 2005. *Prioridades de Conservación Biológica*  
1580 *para Colombia*. Grupo ARCO, Bogotá, Colombia.  
1581
- 1582 Fuller, T., M. Mayfield, M. Munguía, V. Sánchez-Cordero y S. Sarkar. 2006. Incorporating  
1583 connectivity into conservation planning: A multi-criteria case study from Central Mexico.  
1584 *Biological Conservation* 133:131-142.  
1585
- 1586 Fuller, T. M., V. Sánchez-Cordero, P. Illoldi-Rangel, M. Linaje y S. Sarkar, 2007. The cost of  
1587 postponing biodiversity conservation. *Biological Conservation* 134:593-600.  
1588
- 1589 Garcillán, P.P., E. Ezcurra y H. Riemann, 2003. Distribution and species richness of woody  
1590 dryland legumes in Baja California, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 14:475-486.  
1591
- 1592 Gaines, S. 2007. The geography of dispersal in the sea: implications for reserve design. Third  
1593 Biennial Conference, January 9-13, 2007. Internacional Biogeography Society. Tenerife,  
1594 Canary Islands.  
1595
- 1596 Gleason, M.G., M.S. Merrifield, C. Cook, A.L. Davenport, y R. Shaw, 2006. Assessing gaps in  
1597 marine conservation in California. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4:249-258.  
1598
- 1599 Golubov, J., M C. Mandujano y F. Mandujano. 2005. Diversidad alfa y beta en *Opuntia* y  
1600 *Agave*. En: G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A.: Melic (eds.). *Sobre diversidad biológica: el*  
1601 *significado de las diversidades alfa, beta y gamma*. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS y  
1602 CONACYT, Zaragoza. pp. 221-230.  
1603
- 1604 Gómez-Hinostrosa, C. y H.M. Hernández. 2000. Diversity, Geographical Distribution and  
1605 Conservation of Cactaceae in the Mier y Noriega Region, Mexico. *Biodiversity and*  
1606 *Conservation* 9: 403-418.

1607  
1608 González-Rebeles, C. y M.D. Jennings (eds.). 2001. Manual para el análisis geográfico de  
1609 omisiones de conservación “Gap Analysis”. Traducción de ‘*A handbook for conducting Gap*  
1610 *Analysis*’. USGS Gap Analysis Program. Moscow Idaho. <http://www.gap.uidaho.edu/>  
1611  
1612 Griffiths, R.C. 1963. Studies of oceanic fronts in the mouth of the Gulf of California, an area of  
1613 tuna migrations. *F.A.O. Fish. Rep.* 6:1583-1609.  
1614  
1615 Groves, C.R., L. Kutner, D. Stoms, M. Murray, J.M. Scott, M. Schafale, A. Weakley y R.  
1616 Pressey. 2000. Owning up to our responsibilities. Who owns lands important for Biodiversity?.  
1617 En: B.A. Stein , L.S. Kutner, y J.S. Adams (eds.). *Precious heritage: The status of biodiversity*  
1618 *in the United States*. Oxford University Press. New York. pp. 276- 300.  
1619  
1620 Halffter, G. 2005. Towards a culture of biodiversity conservation. *Acta Zoologica Mexicana*  
1621 21:133-153.  
1622  
1623 Haury, L.R., E.L. Venrick, C.L. Fey, J.A. McGowan y P.P. Niiler. 1993. The Ensenada Front.  
1624 *CalCOFI Rep.*, Vol. 34.  
1625  
1626 Hoekstra, J., Boucher, T., Ricketts, T. y C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global  
1627 disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8:23-29.  
1628  
1629 Hunter, M. y P. Yonzon. 1993. Latitudinal Distributions of Birds, Mammals, People, Forests,  
1630 and Parks in Nepal. *Conservation Biology* 7:420-423.  
1631  
1632 INE. 2007. *Glosario. Términos comunes de la Dirección General de Investigación en*  
1633 *Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas*. (Sin fecha de publicación y  
1634 actualización) <[www.ine.gob.mx/dgoece/glosario.html](http://www.ine.gob.mx/dgoece/glosario.html)> consultado en marzo de 2007.  
1635  
1636 INEGI. 1998. *Modelo Digital del Terreno*. Escala 1:250 000. México.  
1637  
1638 INEGI-CONABIO-INE 2007. *Ecorregiones terrestres de México* 1:1,000,000. México.  
1639  
1640 Jenkins, R.E. 1985. Information methods: why the heritage programs work. *The Nat. Conserv.*  
1641 *News* 35:21-23.  
1642  
1643 Jennings, M.D. 2000. Gap analysis: Concepts, methods, and recent results. *Landscape Ecology*  
1644 15:5-20  
1645  
1646 Josse, C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Langendoen, M. Fellows, G. Kittel, S.  
1647 Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow y J. Teague. 2003. *Ecological Systems of Latin*  
1648 *America and the Caribbean: A Working Classification of Terrestrial Systems*. NatureServe,  
1649 Arlington, VA.  
1650  
1651 Kiester, A.R., J.M., Scott, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, K. Sahr y D. White. 1996.  
1652 Conservation prioritization using GAP data. *Conservation Biology* 10:1332.  
1653

- 1654 Kirkpatrick, S., C.D. Gelatt Jr. y M.P. Vecchi. 1983. Optimization by simulated annealing.  
1655 *Science* 220:671-680.  
1656
- 1657 Koleff, P. y E. Moreno. 2005. Áreas protegidas de México. Regionalización y representación  
1658 de la riqueza. En: J. Llorente y J. J. Morrone (eds.) *Regionalización biogeográfica en*  
1659 *Iberoamérica y tópicos afines*. FC-UNAM, CONABIO. pp. 351-373.  
1660
- 1661 Kramer, P. y P.R. Kramer. 2002. *Ecoregional Conservation Planning for the Mesoamerican*  
1662 *Caribbean Reef (MACR)*. World Wildlife Fund.  
1663
- 1664 Lavín, M.F., J. Gómez Valdés, V. Godínez Sandoval, J. García Córdoba y E. Beier. 2003.  
1665 Observaciones de corrientes frente a las costas del suroeste de México. *GEOS*, Vol. 23, No. 2.  
1666 México.  
1667
- 1668 Lipow, S., K. Vance-Borland, B. St.Clair, J. Henderson y C. McCain. 2004. Gap Analysis of  
1669 conserved genetic resources for forest trees. *Conservation Biology* 18:412-423.  
1670
- 1671 Lomolino, M.V. 2004. Conservation biogeography. En: M.V. Lomolino y L.R. Heaney (eds).  
1672 *Frontiers of Biogeography: new directions in the geography of nature*. Sinauer Associates,  
1673 Sunderland, Massachusetts, USA. pp. 293-296.  
1674
- 1675 Loucks, C., N. Brown, A. Loucks y K. Cesareo. 2003. *USDA Forest Service Roadless Areas:*  
1676 *Potential Biodiversity Conservation Reserves*. World Wildlife Fund, NatureServe, Pinchot  
1677 Institute.  
1678
- 1679 Márquez García, E., A. Gallegos García y R. Rodríguez Sobreira. 2003. Evolución mensual de  
1680 la temperatura del agua de la superficie del Golfo de Tehuantepec durante el período de  
1681 enero/1996 a diciembre/2002. *GEOS*, Vol. 23, No. 2. México  
1682
- 1683 Meixler, M.S. y M.B. Bain. 1998. *Aquatic Gap Analysis: Demonstration of a geographic*  
1684 *approach to aquatic biodiversity conservation*. Final report. United States Geological Survey  
1685 Biological Resources Division. Reston, VA.  
1686
- 1687 Meixler, M.S., M.B. Bain y G.H. Galbreath. 1996. *Aquatic Gap Analysis: Tool for watershed*  
1688 *scale assessment of fluvial habitat and biodiversity*. 2nd International Symposium on  
1689 Hydraulics and Habitats International Association for Hydraulics Research. Proceedings of the  
1690 ECOHYDRAULICS 2000 Symposium, Quebec City.  
1691
- 1692 Melo, N., F.E. Müller Karger, S. Cerdeira Estrada, R. Pérez de los Reyes, I. Victoria del Río, P.  
1693 Cárdenas Pérez e I. Mitrani Arenal. 2000. Near-surface phytoplankton distribution in the  
1694 western Intra-Americas Sea: The influence of El Niño and weather events. *Journal of*  
1695 *Geophysical Research JGR-OCEANS*, 105:14029-14043.  
1696
- 1697 Melo, N., R. Pérez y S. Cerdeira. 1995. Variación espacio-temporal de los pigmentos del  
1698 fitoplancton en zonas del Gran Caribe, a partir de imágenes del satélite Nimbus 7 (CZCS).  
1699 *Avicennia*, España. 3:103-116.  
1700

- 1701 Merino, M. 1992. *El afloramiento de Yucatán. Estructura y fertilización*. Tesis doctoral.  
 1702 Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México D.F.  
 1703
- 1704 Morgan, L., S. Maxwell, F. Tsao, T.A.C. Wilkinson y P. Etnoyer. 2005. *Áreas prioritarias*  
 1705 *marinas para la conservación: Baja California al Mar de Bering*. Comisión para la  
 1706 Cooperación Ambiental y Marine Conservation Biology Institute. Montreal.  
 1707
- 1708 Muller-Karger, F.E. y J.J. Walsh. 1991. On the seasonal phytoplankton concentration and sea  
 1709 surface temperature cycles of the Gulf of Mexico as determined by satellite. *J. Geophysical*  
 1710 *Research*. 96:12645-12665.  
 1711
- 1712 Murray, M.G., M.J.B. Green, G.C. Bunting, y J.R. Paine. 1996. *Biodiversity conservation in the*  
 1713 *tropics: Gaps in habitat protection and funding priorities*. Department for International  
 1714 Development Project R6190. World Monitoring Conservation Centre.  
 1715
- 1716 Navarro, A.G. *Mapas de las aves de México basados en WWW*. Bases de datos SNIB-  
 1717 CONABIO proyecto CE015. México, D.F. (en proceso)  
 1718
- 1719 Noss, R.F. 1993. Conservation plan for the Oregon Coastal Range: Some preliminary  
 1720 suggestions. *Natural Areas Journal* 13:276-290.  
 1721
- 1722 Noss, R.F. 1996. Protected areas: how much is enough?. En: R.G.Wright (ed.) *National Parks*  
 1723 *and Protected Areas*. Blackwell Science, Cambridge Mass, pp. 91-120.  
 1724
- 1725 Odum, E.P. 1970. Optimum population and environment: a Georgia microcosm. *Current*  
 1726 *History* 58:355-359.  
 1727
- 1728 Olson, D.M. y E. Dinerstein. 2002 The Global 200: Priority Ecoregion for Global  
 1729 Conservation1. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89:199- 224.  
 1730
- 1731 Olson, D., E. Dinerstein, E.D. Wikramanayake, N.D. Burgess, G.V.N. Powell, E.C.  
 1732 Underwood, J.A. D`amico, I. Itouca, H.E. Strand, J.C. Morrison, C.J.Louckson, T.F. Allnutt,  
 1733 T.H. Ricketts, Y. Kura, J.F. Lamoreux, W. Wettengel., P. Hedao y K.R. Kassem. 2001.  
 1734 Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *BioScience* 51: 933-938.  
 1735
- 1736 Ortega-Huerta, M.A. y A.T. Peterson, 2004. Modelling spatial patterns of biodiversity for  
 1737 conservation prioritization in North-eastern Mexico. *Diversity and Distributions* 10:39-54.  
 1738
- 1739 Peresbarbosa Rojas, E. (ed.). 2005. *Planeación para la Conservación de la costa de Veracruz*.  
 1740 Pronatura Veracruz y The Nature Conservancy. Xalapa, Ver.  
 1741
- 1742 Pérez-Arteaga, A., K.J. Gaston y M. Kershawb. 2002. Undesignated sites in Mexico qualifying  
 1743 as wetlands of international importance. *Biological Conservation* 107:47-57.  
 1744
- 1745 Pérez-Arteaga, A., S.F., Jackson, E. Carrera y K.J. Gaston. 2005. Priority sites for wildfowl in  
 1746 Mexico. *Animal Conservation* 8:41-50.  
 1747

1748 Peterson, A.T., M.A. Ortega, J. Bartley, V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, ¿? Buddemeier y  
1749 D.R. Stockwell, 2002. Future projections for Mexican Faunas under global climate change  
1750 records. *Nature* 416: 626-629.  
1751

1752 Possingham, H.P., I.R. Ball y S. Andelman. 2000. Mathematical methods for identifying  
1753 representative reserve networks. En: S. Ferson y M. Burgman (eds). *Quantitative methods for*  
1754 *conservation biology*. Springer-Verlag, New York, pp. 291-305.  
1755

1756 Pressey, R.L. 1995. Conservation reserves in NSW. Crown jewels or left overs? *Search* 26:47-  
1757 51.  
1758

1759 Pressey, R.L. y Marguiles 2000. *Nature*

1760 Puniwai, N., 2006. Hawaii marine gap analysis. En: Dudley, N. y J. Parish (eds.). *Closing the*  
1761 *gap, creating ecologically representative protected area system: A guide to conducting gap*  
1762 *assessment of protected area system for the CBD. Part 5. Case Studies*. Secretariat of the  
1763 Convention on Biological Diversity. Montreal. Technical Series N. 24. 108 pp.  
1764

1765 Ramamoorthy, T. R., R. Bye, A. Lot, y J. Fa (eds.). 1993. *Biological Diversity of Mexico:*  
1766 *Origins and Distribution*. Oxford University Press, Oxford.  
1767

1768 Riemann, H. y E. Ezcurra. 2005. Plant endemism and natural protected areas in the peninsula of  
1769 Baja California, Mexico. *Biological Conservation* 122: 141-150.  
1770

1771 Rodrigues, A.S.L., S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitiani, T.M. Brooks, R.M.Cowling, L.D.  
1772 Fishpool, G.A.B. Fonseca, K.J. Gaston, M. Hoffman, J.S. Long, P.A. Marquet, J.D. Pilgrim,  
1773 R.L. Pressey, J. Schipper, W. Schrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts,  
1774 X. Yan. 2003. *Global Gap Análisis: towards a representative network of Protected Areas*.  
1775 *Advances in Applied Biodiversity Science* 5. Conservation International. Washington, D.C.  
1776

1777 Rodrigues, A.S.L., S.J. Andelman, M.I. Bakarr, L. Boitiani, T.M. Brooks, R.M.Cowling, L.D.  
1778 Fishpool, G.A.B. Fonseca, K.J. Gaston, M. Hoffman, J.S. Long, P.A. Marquet, J.D. Pilgrim,  
1779 R.L. Pressey, J. Schipper, W. Schrest, S.N. Stuart, L.G. Underhill, R.W. Waller, M.E.J. Watts,  
1780 X. Yan. 2004. Effectiveness of the global protected area network in representing species  
1781 diversity. *Nature* 428:640-643.  
1782

1783 Rodríguez, P., J. Soberón y H.T. Arita, 2003. El componente beta de la biodiversidad de  
1784 mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana* 89:241-259.  
1785

1786 Rodríguez-Sobreyra, R., J. Zavala-Hidalgo y A. Gallegos-García. 2004. Circulación y  
1787 surgencia en la plataforma oeste del Golfo de México. *GEOS México*, Vol. 24, No. 2.  
1788

1789 Romero Centeno, R. , J. Zavala Hidalgo, A. Gallegos y J.J. O'Brien. 2003. Isthmus of  
1790 Tehuantepec Wind Climatology and ENSO Signal. *Journal of Climate*. 16:2628-2639.  
1791



- 1792 Salazar Vallejo, S.I. y N.E. González. 1993. Panorama y fundamentos para un programa  
1793 nacional. En: S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, (eds.). *Biodiversidad marina y costera de*  
1794 *México*. Conabio – CIQRO, México. Pp. 6-38.
- 1795
- 1796 Salm, R.V. y J.R. Clarck. 2000. *Marine and Coastal Protected Areas*. The IUCN Marine  
1797 Programme, IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- 1798
- 1799 Salmerón García, O. y R. Aguirre Gómez. 2003. Estudio espacio-temporal de la Surgencia de  
1800 Yucatán y Banco de Campeche, México; a través de imágenes Seawifs, 1999-2000. GEOS,  
1801 México. Vol. 23, No. 2.
- 1802
- 1803 Sánchez-Cordero, V., V. Cirelli, M. Munguía, y S. Sarkar., 2005. Place prioritization for  
1804 biodiversity representation using species ecological niche modeling. *Biodiversity Informatics*  
1805 2:11-23.
- 1806
- 1807 Sánchez-Cordero, V., P. Illoldi, M. Linaje, S. Sarkar y A.T. Peterson. 2005. Deforestation and  
1808 Extant Distributions of Mexican Endemic Mammals. *Biological Conservation* 126:465-473.
- 1809
- 1810 Santamaría del Ángel, E., A. González Silvera, R. Millán Núñez y F. Müller Karger. 2002. The  
1811 color signature of the Ensenada Front and its seasonal and interannual variability. *CalCOFI*  
1812 *Rep.*, Vol. 43
- 1813
- 1814 Santos-Barrera, G., Pacheco, J. y G. Ceballos, 2004. Áreas Prioritarias para la conservación de  
1815 los reptiles y anfibios de México. *Biodiversitas* 57:1-6.
- 1816
- 1817 Sarkar, S., J. Justus, T. Fuller, C. Kelley, C. Garsonm J. Mayfield. 2005. Effectiveness of  
1818 environment surrogates for the selection of conservation area networks. *Conservation Biology*  
1819 19: 815-825.
- 1820
- 1821 SEMAR (Secretaría de Marina). 1986. *Ley Federal del Mar*. Publicada en el Diario Oficial de  
1822 la Federación el 8 de enero de 1986. México.
- 1823
- 1824 SEMAR - SG (Secretaría de Marina y Secretaría de Gobernación). 1998. *Islas mexicanas:*  
1825 *régimen jurídico y catálogo*. México.
- 1826
- 1827 SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca). 2000. *Programa*  
1828 *de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California*. Comisión  
1829 Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 1830
- 1831 SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. *Programa de*  
1832 *Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California*. Decreto publicado en el Diario  
1833 Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2006. Subsecretaría de Planeación y Política  
1834 Ambiental, Dirección General de Política Ambiental e Integración Regional y Sectorial.  
1835 México.
- 1836
- 1837 SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2006. *Política Ambiental*  
1838 *Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México*. Subsecretaría de

1839 Planeación y Política Ambiental, Dirección General de Política Ambiental e Integración  
1840 Regional y Sectorial. México.  
1841  
1842 Scott, J.M., F.Davis, B. Csuti, R. Noss, B. Butterfield, C. Groves, H. Anderson, S. Caicco, F.  
1843 D'Erchia, T.C. Edwards, Jr., J. Uliman y R.G. Wright. 1993. Gap Analysis: a geographic  
1844 approach to the protection of biological diversity. *Wildlife Monographs* 123:1-41.  
1845  
1846 Scott, J.M. y B. Csuti. 1997. Noah worked two jobs. *Conservation Biology* 11:1255-1257.  
1847  
1848 Scott, J.M., R. Abbit y C. Groves. 2001. What are we Protecting ? *Conservation Biology in*  
1849 *Practice* 2:18-19.  
1850  
1851 Stockwell, D.1999.The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial  
1852 prediction. *International Journal of Geographical Information Science* 13:143-158.  
1853  
1854 Soulé, M.E. y M.A. Sanjayan. 1988. Conservation targets do they help? *Science*  
1855 279:2060-2061.  
1856  
1857 Strittholt, J. y R. Boerner, 1995. Applying biodiversity Gap Analysis in a regional nature  
1858 reserve design for the edge of Appalachia, Ohio (U.S.A.). *Conservation Biology* 9:1492-1505.  
1859  
1860 Sullivan, K. y G. Bustamante, 1999. *Setting geographic priorities for marine conservation in*  
1861 *Latin America and the Caribbean*. The Nature Conservancy. Arlington, VA. 125 pp.  
1862  
1863 Terán, M.C., K. Clark, C. Suárez, F. Campos, J. Denking, D. Ruiz, y P. Jiménez. 2006.  
1864 *Análisis de vacíos e identificación de áreas prioritarias para la conservación de la*  
1865 *biodiversidad marino-costera en el Ecuador continental*. Resumen ejecutivo. Ministerio del  
1866 Ambiente. Quito, Ecuador. 30 pp.  
1867  
1868 UICN/CBD. 2001. Convenio sobre Diversidad Biológica Textos y Anexos. UICN/CBD/94/1.  
1869 Canadá.  
1870 UNEP-WCMC. 2007. Glossary of Biodiversity Terms. *United Nations Environment*  
1871 *Programme World Conservation Monitoring Centre* [www.unep-wcmc.org/reception/glossaryA-](http://www.unep-wcmc.org/reception/glossaryA-E.htm)  
1872 [E.htm](http://www.unep-wcmc.org/reception/glossaryA-E.htm) Consultada en abril 2007.  
1873  
1874 Ulloa, R., J. Torre, L. Bourillón, A. Gondor y N. Alcantar. 2006. *Planeación ecorregional para*  
1875 *la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur.*  
1876 *Informe final a The Nature Conservancy*. Guaymas (México): Comunidad y Biodiversidad,  
1877 A.C., 153pp.  
1878  
1879 Vázquez, L. B. 2005. *Distribution patterns and conservation strategies for mammals in*  
1880 *Mexico*. PhD Thesis . University of Sheffield, UK.  
1881  
1882 Viacheslav, M. 2004. Modelación numérica de la circulación cuasi-estacionaria en el norte del  
1883 Golfo de California. *GEOS*. México, Vol. 24, No. 2.  
1884

- 1885 Villaseñor, J.L., G. Ibarra y D. Ocaña. 1998. Strategies for the conservation of Asteraceae in  
1886 Mexico. *Conservation Biology* 12:1066-1075.
- 1887
- 1888 Vogt, K.A., O.J. Schmitz, K.H. Beard, J.L. O'Hara y M.G. Booth. 2001. Conservation efforts,  
1889 contemporary. En: *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 1. pp.865-881.
- 1890
- 1891 Warsh, C.E., K.L. Warsh y R.C. Staley. 1973. Nutrients and water masses at the mouth of the  
1892 Gulf of California. *Deep Sea Research* 20:561-570.
- 1893
- 1894 Wilkinson T., J. Bezaury-Creel, F. Gutierrez, T. Hourigan, L. Janishevski, C. Madden C., M.  
1895 Padilla y E. Wiken (en prep.) *Marine Ecological Regions of North America, Commission for*  
1896 *Environmental Cooperation (CEC)*. GIS map 1:10,000,000.
- 1897
- 1898 WWF, 2006. Mediterranean Marine Gap Analysis.  
1899 [http://www.panda.org/about\\_wwf/where\\_we\\_work/europe/what\\_we\\_do/mediterranean/](http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/europe/what_we_do/mediterranean/publications/index.cfm?uNewsID=17231)  
1900 [publications/index.cfm?uNewsID=17231](http://www.panda.org/about_wwf/where_we_work/europe/what_we_do/mediterranean/publications/index.cfm?uNewsID=17231)
- 1901
- 1902 WWF, CONABIO, CCA. 1997. Ecorregiones de México. Escala 1 000 000. México.
- 1903
- 1904 Zavala-Hidalgo, J., S.L. Morey y J.J. O'Brien. 2003. Seasonal circulation on the western shelf  
1905 of the Gulf of Mexico using a high-resolution numerical model. *J. Geophys. Res.*, 108 (C12),  
1906 3389, doi:10.1029/2003JC001879.
- 1907
- 1908 Zavala-Hidalgo, J. y A. Fernández-Eguiarte. 2004. Propuesta para la regionalización de los  
1909 mares mexicanos desde el punto de vista de los procesos físicos: el caso del Golfo de México.  
1910 Taller de Ordenamiento Ecológico Costero. Nov. 15-16.
- 1911
- 1912

1912 **TABLAS**

1913

1914 **Tabla 1.** Ponderación de las variables utilizadas en los Índices de Importancia Biológica (*IIB*),  
 1915 de Riesgo (*IRI*) y de Respuesta (*IRE*). Ver detalles en el texto y Apéndice 6.3.

1916

Índice	VARIABLES	Ponderación
<b>IIB</b>	Superficie (ha) ecorregiones N4	4
	Porcentaje ecorregiones N4 del total	8
	Número total de tipos de vegetación	4
	Porcentaje de vegetación total	4
	Número de tipos de vegetación primaria	8
	Porcentaje de vegetación primaria	8
	Número de pisos de elevación	8
	Número total de géneros plantas	8
	Número de géneros de plantas exclusivos al país	8
	Número de plantas amenazadas NOM-059	2
	Número de plantas en peligro de extinción NOM-059	4
	Número de plantas amenazadas NOM-059	8
	Número de anfibios amenazados NOM-059	2
	Número de anfibios probablemente extintos en medio silvestre NOM-059	8
	Número de anfibios en peligro de extinción NOM-059	4
	Número de anfibios endémicos NOM-059	8
	Número de anfibios endémicos	8
	Número de anfibios restringidos*	8
	Número de anfibios total	8
	Número de anfibios exclusivos al país	8
	Número de aves residentes amenazadas NOM-059	2
	Número de aves residentes en peligro de extinción NOM-059	4
	Número de aves residentes endémicas NOM-059	8
	Número de aves residentes endémicas	8
	Número de aves residentes restringidas	8
	Número total de aves residentes	8
	Número de reptiles endémicos	8
	Número de reptiles amenazadas NOM-059	2
	Número de reptiles en peligro de extinción NOM-059	4
	Número de reptiles endémicas NOM-059	8
	Número de reptiles restringidas	8
	Número total de reptiles	8
	Número de reptiles exclusivos al país	8
	Número de mamíferos amenazados NOM-059	2
	Número de mamíferos probablemente extintos en medio silvestre NOM-059	8
	Número de mamíferos en peligro de extinción NOM-059	4
	Número de mamíferos endémicos NOM-059	8
	Número de mamíferos endémicos	8
	Número de mamíferos restringidos	8
	Número total de mamíferos	8
	Número de mamíferos exclusivos al país	8
	Porcentaje de RTP fuera de ANP	4

	Número de RTP fuera de ANP	4
	Porcentaje de AICA fuera de ANP	4
	Número de AICA fuera de ANP	4
<b>IRI</b>	Porcentaje media puntos calor 1999-2006	8
	Frecuencia media puntos calor 1999-2006	8
	Media fragmentación vegetación Serie 2-Serie 3	8
	Fragmentación densidad de parches ponderada	8
	Fragmentación área por parche ponderada	8
	Fragmentación agregación de parches ponderada	8
	Número de tipos de vegetación secundaria	8
	Porcentaje de vegetación secundaria	8
	Población total con marginación social 2000	4
	Media marginación social 2000	4
	Población humana total 1995	2
	Población humana total 2000	4
	Tasa de crecimiento poblacional 1995-2000	8
	Densidad poblacional 1995	2
	Densidad poblacional 2000	4
	Longitud de caminos km	4
	Densidad de carreteras km/km <sup>2</sup>	8
	Número de poblados aislados (> 5km)	2
<b>IRE</b>	Número de ANP RAMSAR	2
	Porcentaje RAMSAR fuera de ANP	4
	Número de ANP MAB	2
	Porcentaje MAB fuera de ANP	4
	Porcentaje ANP Patrimonio Mundial	4
	Superficie (ha) ANP Patrimonio Mundial	2
	Superficie (ha) ANP (federales, estatales y municipales)	8
	Porcentaje ANP (federales, estatales y municipales)	8
	Número de ANP (federales, estatales y municipales)	4

1917

1918

1919

1920

\*En todos los casos, el término “restringido” se refiere a las especies del último cuartil considerando el área de distribución

1920  
1921

**Tabla 2.** Cobertura de las ANP<sup>+</sup> en las ecorregiones N4.

Clave de la ecorregión N4	Nombre de la ecorregión N4	Superficie de México (ha)	% de superficie respecto al territorio de México	ANP (ha)	% de Tipo de vegetación en ANP	No. de ANP por ecorregión N4
10.2.2.2	Humedales costeros del oriente del Mar de Cortés	67,916	0.04	0	0	0
10.2.2.3	Humedales costeros del poniente del Mar de Cortés	11,288	0.01	0	0	0
10.2.2.5	Islas del Desierto Sonorense con matorral xerófilo micrófilo-sarcococaula	3,169	0.002	0	0	0
10.2.4.3	Planicie aluvial de la cuenca del Río Bravo - La Cochina con vegetación xerófila	355,865	0.2	0	0	0
11.1.1.2	Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos	6,050	0.00	0	0	0
13.5.2.3	Bosque mesófilo de montaña de las Sierras del Sur de Oaxaca	308,304	0.2	0	0	0
13.5.2.4	Bosque mesófilo de montaña de las Sierras de Guerrero	231,924	0.1	0	0	0
14.1.2.4	Lomeríos y planicies con selva baja caducifolia (del Sureste de Xalapa)	345,350	0.2	0	0	0
14.5.1.1	Planicie Costera del Istmo con selva baja espinosa	317,481	0.2	0	0	0
15.5.1.1	Humedales de la planicie aluvial del Río Grande de Santiago	235,633	0.1	0	0	0
15.5.1.2	Planicie con selva espinosa	164,537	0.09	0	0	0
14.3.1.2	Planicie costera Sinaloense con selva baja espinosa	1,168,154	0.6	40	0.003	2
10.2.2.8	Planicies aluviales de los Ríos Yaqui, Mayo y Fuerte con matorral y mezquital xerófilos	1,651,087	0.9	280	0.02	1
10.2.3.5	Sistema de sierras del corredor de la Giganta con vegetación xerófila y subtropical	1,131,361	0.6	966	0.09	1
15.1.2.2	Lomeríos del Norte de Veracruz con selva mediana superennifolia	1,351,005	0.7	1,592	0.1	4
13.5.1.1	Bosques de coníferas, encinos y mixtos de la Sierras Madre del Sur de Michoacán	900,822	0.5	1,690	0.2	3
14.4.3.3	Valles Centrales de Oaxaca con mezquital, selva baja caducifolia y bosque de encino	379,831	0.2	1,075	0.3	1
14.5.1.2	Cañón y Lomeríos de Tehuantepec con selva baja caducifolia	858,476	0.4	3,086	0.4	1
10.2.2.4	Humedales de las desembocaduras de los Ríos Mayo y Yaqui	181,272	0.09	857	0.5	4
15.5.2.1	Humedales de la costa de Vallarta	4,394	0.002	22	0.5	1
15.1.1.2	Selva alta perennifolia de la planicie Costera del Golfo	3,778,309	2.0	30,981	0.8	24
12.1.2.1	Piedemontes y Planicies con pastizal, matorral xerófilo y bosques de encinos y coníferas	12,918,662	6.7	108,891	0.8	10
10.2.2.7	Desierto Central Sonorense	3,063,275	1.6	28,266	0.9	2
13.6.2.1	Bosques de coníferas, encinos y mixtos de los Altos de Chiapas	1,050,832	0.5	10,516	1.0	5
14.5.2.3	Planicie Costera y Lomeríos del Pacífico Sur con selva baja caducifolia	3,426,973	1.8	37,654	1.1	12
14.3.1.1	Humedales de Sinaloa	307,414	0.2	3,771	1.2	6
13.5.2.2	Bosque mesófilo de montaña del norte de Oaxaca	640,105	0.3	8,463	1.3	1
14.5.2.4	Lomeríos con selva mediana caducifolia del Sur de Oaxaca	886,735	0.5	11,736	1.3	2
15.2.1.1	Planicie Central Yucateca con selva mediana subcaducifolia	4,234,030	2.2	62,307	1.5	8
12.2.1.1	Planicie interior con mezquital	988,150	0.5	14,988	1.5	13
9.6.1.1	Planicie Interior Tamaulipeca con matorral xerófilo	6,590,056	3.4	107,840	1.6	8
15.1.2.3	Lomeríos del Norte de Veracruz con selva mediana y alta perennifolia	1,404,211	0.7	27,323	1.9	8
14.1.2.2	Selva baja caducifolia y bosque de encino de la Sierra de Dientes de Moreno	639,767	0.3	12,717	2.0	1
13.4.1.2	Planicies Interiores y Piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas	699,930	0.4	15,843	2.3	34
14.1.1.1	Humedales del Pánuco	162,181	0.08	3,776	2.3	3
14.3.2.1	Lomeríos con matorral xerófilo y selva baja caducifolia de Sinaloa y Sonora	7,820,327	4.0	194,532	2.5	8
14.1.1.2	Planicie Costera con selva baja espinosa	2,331,759	1.2	59,061	2.5	4

11.1.3.1	Sierras y Lomeríos con bosques de coníferas, encinos y mixtos (de Juárez)	113,798	0.06	3,079	2.7	1
10.2.4.7	Planicies del Altiplano Zacatecano-Potosino con matorral xerófilo micrófilo-crasicaule	7,369,474	3.8	204,857	2.8	23
13.5.2.1	Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos de Guerrero y Oaxaca	6,152,681	3.2	179,395	2.9	3
13.6.2.2	Bosque mesófilo de montaña de los Altos de Chiapas	637,073	0.3	21,125	3.3	4
14.1.2.1	Sierra Martínez con selva mediana caducifolia	127,275	0.07	4,234	3.3	1
10.2.4.1	Planicies del centro del Desierto Chihuahuense con vegetación xerófila micrófilo-halófila	15,767,680	8.2	545,469	3.5	8
14.4.2.1	Depresión de Chiapas con selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia	1,338,125	0.7	47,199	3.5	13
14.4.1.1	Depresión del Balsas con selva baja caducifolia y matorral xerófilo	6,501,855	3.4	253,581	3.9	23
10.2.4.6	Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Sur con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo	2,639,999	1.4	105,113	4.0	7
12.1.1.1	Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo, pastizal y elevaciones aisladas con bosques de encinos y coníferas	3,206,424	1.7	146,549	4.6	6
9.5.1.2	Planicie Costera Tamaulipeca con vegetación xerófila o sin vegetación aparente	1,173,783	0.6	54,131	4.6	2
14.2.1.2	Planicie Noroccidental con selva baja caducifolia	869,517	0.4	40,186	4.6	6
15.2.2.2	Planicie con selva mediana y alta subperennifolia	2,085,281	1.1	104,078	5.0	8
12.2.1.2	Lomeríos y Planicies del Altiplano con matorral xerófilo y pastizal	5,528,202	2.9	296,370	5.4	44
14.5.2.1	Humedales del Pacífico Sur Mexicano	118,557	0.06	6,701	5.7	3
13.5.1.2	Valles y piedemonte con selvas bajas, mezquites y bosques de encino	20,300	0.01	1,203	5.9	1
13.4.1.1	Humedales Lacustres del Interior	228,383	0.1	13,827	6.1	26
13.3.1.2	Sierra con bosque mesófilo de montaña	393,596	0.2	25,288	6.4	2
14.1.2.3	Lomeríos y Planicies con selva baja caducifolia (de la Sierra de Cucharas)	828,415	0.4	53,717	6.5	4
11.1.1.3	Lomeríos y Planicies con matorral xerófilo y chaparral	2,277,045	1.2	153,237	6.7	3
13.4.2.1	Planicies Interiores y Piedemontes con pastizal, matorral xerófilo y selvas bajas	406,204	0.2	33,000	8.1	5
15.1.2.1	Humedales del Norte de Veracruz	46,400	0.02	3,981	8.6	1
13.2.1.1	Sierra con bosques de coníferas, encinos y mixtos	17,535,234	9.1	1,603,907	9.1	24
14.6.1.1	Planicie y Lomeríos con selva baja caducifolia y matorral xerófilo	742,731	0.4	74,911	10.1	4
10.2.4.2	Lomeríos y sierras bajas del Desierto Chihuahuense Norte con matorral xerófilo micrófilo-rosetófilo	6,652,432	3.4	762,905	11.5	12
15.1.2.4	Selva alta perennifolia de la vertiente del Golfo de la Sierra Madre del Sur	4,499,237	2.3	545,805	12.1	16
13.4.2.4	Sierra con bosque mesófilo de montaña	361,883	0.2	44,908	12.4	18
9.6.1.2	Lomeríos y Sierras con matorral xerófilo y bosques de encino	2,549,871	1.3	343,818	13.5	13
15.6.1.2	Planicie Costera y Lomeríos con selva alta perennifolia	912,300	0.5	129,162	14.2	16
10.2.2.6	Desiertos del Alto Golfo (Altar, El Pinacate, corredor Mexicali-San Felipe, cuencas de Asunción, Sonyta y San Ignacio-Aribaipa)	6,465,017	3.3	931,117	14.4	4
13.6.1.1	Sierra Madre Centroamericana con bosques de coníferas, encinos y mixtos	802,945	0.4	130,816	16.3	10
13.4.2.2	Lomeríos y Sierras con bosques de coníferas, encinos y mixtos	6,548,161	3.4	1,075,994	16.4	172
10.2.4.8	Elevaciones aisladas y plegamientos del Altiplano Zacatecano-Potosino con vegetación xerófila, bosques de coníferas, de encino y mixtos	186,019	0.1	32,798	17.6	2
15.5.2.2	Planicie y Lomeríos con selva mediana subperennifolia del Occidente	760,006	0.4	148,773	19.6	3
14.3.2.2	Cañones con selva baja caducifolia de la Sierra Madre Occidental	1,364,605	0.7	278,687	20.4	10
13.5.1.3	Sierras del Occidente de Jalisco con bosques de coníferas, encinos y mixtos	890,120	0.5	187,706	21.1	2
13.3.1.1	Sierra con bosques de encinos, coníferas y mixtos	4,796,070	2.5	1,190,439	24.8	27
15.2.3.1	Lomeríos del Sur de Yucatán con selva alta y mediana subperennifolia	4,791,389	2.5	1,329,778	27.8	6
14.4.3.2	Valle de Tehuacán con matorral xerófilo	497,136	0.3	157,807	31.7	1

10.2.3.2	Planicies y Lomeríos costeros Bajacalifornianos del Mar de Cortes con matorral xerófilo sarcocrasicaule	1,124,780	0.6	390,373	34.7	3
14.3.1.3	Lomeríos de la planicie de Sinaloa con selva baja caducifolia	47,769	0.02	16,747	35.1	1
15.1.1.1	Humedales del Sur del Golfo de México	1,824,256	0.9	679,838	37.3	6
15.3.1.1	Sierra de los Tuxtlas con Selva Alta Perennifolia	407,503	0.2	156,408	38.4	2
13.5.1.4	Sierras del Occidente de Jalisco con bosque mesofilo de montaña	216,317	0.1	84,812	39.2	2
10.2.4.5	Valles endorreicos de Cuatro Ciénegas con vegetación xerófila micrófilo-halofila-gipsófila	328,854	0.2	132,167	40.2	2
10.2.3.3	Planicies y Lomeríos de los Desiertos del Vizcaino y Magdalena con vegetación xerófila sarcocrasicaule y halófila	3,742,402	1.9	1,564,033	41.8	5
15.6.1.1	Humedales del Soconusco	205,869	0.1	89,754	43.6	3
13.6.1.2	Sierra Madre Centroamericana con bosque mesofilo de montaña	297,042	0.2	153,720	51.8	8
10.2.4.4	Elevaciones mayores del Desierto Chihuahuense con vegetación xerofila, bosques de coníferas, de encinos y mixtos	1,220,104	0.6	636,320	52.2	5
10.2.2.1	Humedales del delta del Río Colorado	391,673	0.2	231,506	59.1	1
11.1.3.2	Sierras y Lomeríos con Bosques de coníferas, encinos y mixtos (de San Pedro Mártir)	72,152	0.04	47,900	66.4	1
14.4.3.1	Depresión de la Cañada con selva baja caducifolia y matorral xerófilo	234,667	0.1	159,064	67.8	1
9.5.1.1	Humedales de la Laguna Madre	346,597	0.2	237,771	68.6	1
14.2.1.1	Humedales del Norte de Yucatán	345,698	0.2	238,475	69.0	5
14.6.2.1	Sierra con bosques de encino y coníferas	53,390	0.03	37,182	69.6	1
15.2.2.1	Humedales del Caribe Mexicano	778,137	0.4	572,381	73.6	12
10.2.3.4	Humedales costeros del Pacífico Bajacaliforniano	552,864	0.3	446,314	80.7	5
10.2.3.1	Planicies y sierras del Desierto Central Bajacaliforniano con matorral xerófilo sarcocrasicaule y rosetófilo	2,417,542	1.2	2,082,476	86.1	2
13.4.2.3	Sierras con pradera de alta montaña y sin vegetación aparente	27,411	0.01	25,783	94.1	6



**Tabla 3.** Cobertura de las ANP<sup>+</sup> en los tipos de vegetación S3 (INEGI, 2005).

Tipo de vegetación	Superficie del territorio de México ( ha)	ANP (ha)	% de cobertura en ANP	No. de ANP
Bosque de galería secundario	719	0	0	0
Matorral de coníferas primario	649	0	0	0
Matorral rosetófilo costero secundario	23,994	0	0	0
Matorral sarco-crasicaule de neblina secundario	3,198	0	0	0
Matorral sarco-crasicaule secundario	21,101	0	0	0
Pastizal gipsófilo secundario	88	0	0	0
Sabanoide ND	144,084	0	0	0
Selva de galería secundaria	1,159	0	0	0
Selva mediana perennifolia secundaria	351	0	0	0
Vegetación de desiertos arenosos secundaria	1,465	0	0	0
Matorral desértico rosetófilo secundario	344,595	2,463	0.7	3
Matorral subtropical primario	996,637	8,488	0.9	1
Vegetación halófila secundaria	188,246	1,702	0.9	3
Selva mediana caducifolia secundaria	971,106	13,168	1.4	8
Mezquital primario	2,515,086	36,150	1.4	23
Selva baja espinosa caducifolia secundaria	505,663	7,543	1.5	3
Pastizal natural secundario	3,974,559	70,194	1.8	14
Matorral espinoso Tamaulipeco secundario	856,553	16,221	1.9	4
Matorral desértico micrófilo secundario	1,979,148	40,798	2.1	19
Mezquital secundario	423,750	10,180	2.4	7
Selva baja perennifolia secundaria	4,376	133	3.0	1
Matorral sarco-crasicaule de neblina primario	564,535	20,270	3.6	1
Pastizal natural primario	6,323,708	227,280	3.6	32
Matorral espinoso Tamaulipeco primario	2,554,278	95,789	3.8	9
Selva baja subcaducifolia secundaria	30,000	1,229	4.1	3
Matorral subtropical secundario	336,955	14,788	4.4	1
Bosque inducido ND	4,825	228	4.7	1
Palmar inducido ND	105,082	5,129	4.9	5
Matorral crasicaule secundario	354,745	18,410	5.2	10
Bosque de pino-encino secundario	3,075,555	165,085	5.4	55
Pastizal halófilo primario	1,823,229	97,904	5.4	16
Selva baja espinosa caducifolia primaria	238,772	13,836	5.8	5
Bosque mesófilo de montaña secundario	955,613	56,233	5.9	24
Bosque de táscate primario.	158,683	9,519	6.0	10
Matorral desértico micrófilo primario	19,537,090	1,190,502	6.1	34
Bosque de galería primario	20,624	1,316	6.4	6
Selva mediana subcaducifolia secundaria	4,237,799	271,530	6.4	24
Selva baja caducifolia secundaria	7,849,396	504,945	6.4	87
Vegetación gipsófila primaria	46,034	3,096	6.7	1
Selva baja subperennifolia secundaria	11,456	803	7.0	1
Pastizal halófilo secundario	148,924	11,334	7.6	2
Bosque de pino secundario	2,233,185	174,905	7.8	57
Bosque de pino primario	5,219,404	409,176	7.8	82
Pastizal inducido ND	6,334,485	502,948	7.9	183
Chaparral secundario	288,353	25,444	8.8	4
Selva baja caducifolia primaria	6,643,847	594,297	8.9	37
Selva alta perennifolia secundaria	2,021,792	188,503	9.3	24
Manglar secundario	64,447	6,061	9.4	9
Bosque de cedro primario	2,148	213	9.9	1
Matorral crasicaule pPrimario	1,205,357	123,941	10.3	36
Selva mediana caducifolia primaria	138,244	15,844	11.5	3
Bosque de encino-pino secundario	1,257,981	154,654	12.3	37
Sabana primaria	207,525	25,585	12.3	7
Bosque de encino primario	6,879,257	858,612	12.5	118
Bosque de pino-encino primario	5,733,148	716,590	12.5	93
Palmar natural primario	11,449	1,518	13.3	2
Matorral desértico rosetófilo primario	10,209,732	1,381,924	13.5	32
Chaparral ND	1,802,081	246,501	13.7	12
Bosque de ayarín primario	26,386	3,624	13.7	4
Selva mediana subperennifolia secundaria	4,160,333	571,695	13.7	29
Bosque de encino secundario	4,362,597	599,654	13.7	104
Pastizal gipsófilo primario	45,229	6,628	14.7	1
Matorral submontano secundario	437,236	64,543	14.8	12
Bosque de ayarín secundario	13,621	2,117	15.5	1

Bosque de encino-pino primario	3,048,387	484,281	<b>15.9</b>	<b>80</b>
Bosque mesófilo de montaña primario	869,419	157,838	<b>18.2</b>	<b>32</b>
Matorral sarcocaulle secundario	98,049	18,325	<b>18.7</b>	<b>3</b>
Bosque de táscate secundario	174,884	33,157	<b>19.0</b>	<b>7</b>
Vegetación de galería primaria	136,639	29,096	<b>21.3</b>	<b>7</b>
Selva baja perennifolia primaria	42,396	9,347	<b>22.0</b>	<b>3</b>
Matorral submontano primario	2,389,509	538,548	<b>22.5</b>	<b>26</b>
Selva baja espinosa subperennifolia secundaria	584,789	132,977	<b>22.7</b>	<b>11</b>
Matorral sarcocaulle primario	5,033,235	1,230,780	<b>24.5</b>	<b>13</b>
Selva alta perennifolia primaria	1,417,340	396,077	<b>27.9</b>	<b>18</b>
Selva mediana subcaducifolia primaria	408,909	116,156	<b>28.4</b>	<b>15</b>
Selva alta subperennifolia secundaria	100,013	30,004	<b>30.0</b>	<b>2</b>
Selva mediana subperennifolia primaria	1,593,656	498,809	<b>31.3</b>	<b>22</b>
Matorral rosetófilo costero primario	407,805	139,419	<b>34.2</b>	<b>1</b>
Vegetación halófila primaria	2,743,543	994,380	<b>36.2</b>	<b>29</b>
Selva de galería primaria	3,781	1,415	<b>37.4</b>	<b>4</b>
Vegetación de desiertos arenosos primaria	2,158,605	827,802	<b>38.3</b>	<b>6</b>
Vegetación de dunas costeras primaria	108,136	41,904	<b>38.8</b>	<b>15</b>
Selva baja subcaducifolia primaria	40,756	18,248	<b>44.8</b>	<b>6</b>
Popal ND	131,656	59,388	<b>45.1</b>	<b>4</b>
Selva baja espinosa subperennifolia primaria	438,048	234,741	<b>53.6</b>	<b>11</b>
Manglar primario	784,393	420,955	<b>53.7</b>	<b>35</b>
Matorral sarco-crasicaule primario	2,197,661	1,181,002	<b>53.7</b>	<b>6</b>
Palmar natural secundario	1,567	845	<b>53.9</b>	<b>1</b>
Tular ND	932,826	518,162	<b>55.5</b>	<b>36</b>
Bosque de oyamel secundario	16,882	9,412	<b>55.8</b>	<b>12</b>
Bosque de oyamel primario	125,382	74,839	<b>59.7</b>	<b>36</b>
Selva alta subperennifolia primaria	60,864	56,297	<b>92.5</b>	<b>2</b>
Vegetación de petén primaria	40,920	38,492	<b>94.1</b>	<b>6</b>
Pradera de alta montaña primaria	16,583	16,241	<b>97.9</b>	<b>10</b>
Selva mediana perennifolia primaria	285	280	<b>98.3</b>	<b>1</b>
Matorral de coníferas secundario	326	325	<b>99.6</b>	<b>2</b>
Vegetación de petén secundaria	4,036	4,034	<b>99.9</b>	<b>1</b>

1925

1926

1927

1928

+ANP federales, estatales y municipales

ND: No disponible

1928 **Tabla 4.** Criterios y valores utilizados para ponderar las metas de los grupos taxonómicos  
 1929 considerados objeto focal de conservación de ‘filtro fino’ para el análisis de selección de sitios  
 1930 prioritarios con el programa MARXAN.

1931

1932 **(a)** Criterios para los vertebrados terrestres y las plantas en la NOM-059-SEMARNAT-2001

1933

Grupo	Endemismo	Restricción	NOM-059	IUCN	CITES	Total
	SI/NO	Cuartil IV subdividido en 4 (4, 3, 2 y 1)	E, P, A, Pr	Cr/En/Vu	I/II	
	20	20/16/13/10	25/25/15/-	15/10/5	10/5	
Aves (sólo terrestres residentes)	20	Sólo especies con valores 4 y 3 en el cuartil IV (usando sólo los valores 20 y 16); las aves tienen distribuciones más amplias que los otros tres grupos de vertebrados terrestres	25/25/15/-	15/10/5	10/5	se decidió eliminar aquellas que en la sumatoria tuvieran 0 o que sólo tuvieran el nivel más bajo de uno de los criterios NOM, UICN o CITES
Anfibios	20	Se asignó valor de la subdivisión 4 (=20) a todas las especies del cuartil IV	25/25/15/-	15/10/5	10/5	
Reptiles	20	Se asignó valor de la subdivisión 4 (=20) a todas las especies del cuartil IV 16	25/25/15/-	15/10/5	10/5	
Mamíferos	20	Se asignaron los valores de las 4 subdivisiones del cuartil IV sin modificación	25/25/15/-	15/10/5	10/5	
Plantas NOM	20		25/25/15/-	15/10/5	10/5	Se decidió que la meta fuera a partir de la suma del total, i.e., la suma del valor de endemismo + categoría de la NOM-059-2001

1934

1935 **(b)** Clasificación de los valores de meta (%) de acuerdo con el intervalo de la suma “total” en la  
 1936 tabla de criterios.

1937

Intervalo sumatoria	Meta de conservación (% superficie)
85 – 64	40
63 – 42	30
41 – 22	10
< 21	5

1938

1939 **(c)** Valores de las metas de la flora fanerogámica (Murguía *et al.* en prep)

1940

Grupo	CAPA 1		CAPA 2		%
	Índice de riqueza y área de distribución		Riqueza de endemismos		
	SUMA	META	SUMA	META	
Asteraceae	1,323,261	330,815			25
Cactaceae	98,011	24,503			25
Euphorbiaceae					25
<i>Pinus</i>					25
Poaceae			5,186	1,297	25
<i>Quercus</i>					25
Géneros de angiospermas					10

1941

1941 **Tabla 5.** Total de coberturas por grupo taxonómico susceptibles a ser seleccionadas para el  
 1942 análisis con MARXAN dependiendo de los criterios y metas alcanzadas (véase la tabla 3.1.3.1).  
 1943

<b>Grupo taxonómicos (coberturas totales)</b>	<b>Tipo original de dato</b>	<b>Coberturas incluidas en el análisis</b>
Tipos de vegetación críticos (68)	Polígono	68
Familias de plantas (12)	Puntos, procesados para representar la distribución de acuerdo con la resolución de la retícula	12
Plantas amenazadas NOM-059- 2001 (185)	Modelos de nicho ecológico editados (endémicos y no endémicos)	152
Especies de árboles amenazadas NOM-059-2001 (58)	Modelos de nicho ecológico editados	39
<i>Agave</i> spp. amenazadas NOM-059-2001 (24)	Modelos de nicho ecológico editados	23
<i>Opuntia</i> spp. amenazadas NOM-059-2001 (68)	Modelos de nicho ecológico editados	1 (área del mapa de riquezas)
Aves residentes (659)	Modelos de nicho ecológico editados	275 & ½ del área de mayor riqueza de endémicas y no endémicas
Reptiles (698)	Modelos de nicho ecológico editados	426 & ½ del área de mayor riqueza de endémicas y no endémicas
Anfibios (305)	Modelos de nicho ecológico editados	210 & ½ del área de mayor riqueza de endémicas y no endémicas
Mamíferos (469)	Modelos de nicho ecológico editados	244 & ½ del área de mayor riqueza de endémicas y no endémicas
<b>Total = 2546</b>		<b>1450</b>

1944

1944 **Tabla 6.** Valores utilizados para ponderar las metas de los tipos de vegetación de la cobertura  
 1945 de uso de suelo y vegetación (SIII) de INEGI para el análisis de selección de sitios prioritarios  
 1946 con el programa MARXAN.

1947  
 1948 **(a)** Criterios y valores de meta para los polígonos de tipo de vegetación primaria y secundaria  
 1949

Para vegetación exclusivamente primaria o secundaria para la cual ya no hay vegetación primaria		Valor a la vegetación secundaria que cuando suma con la vegetación primaria un porcentaje de área en el intervalo señalado respecto a la extensión territorial del país, se le asignó el valor de meta señalado	
Área respecto a la extensión territorial de la República Mexicana	Meta de conservación	Área respecto a la extensión territorial de la República Mexicana	Meta de conservación
		<1	90 = 90
<1.5	99	1.1-2.0	60 = 60
1.51 - 2.0	70 = 70		
2.1-5.0	40 = 40	2.1-5	30 = 30
5.1 -10	20		
>10	5	5.1-10	10

1950  
 1951 **(b)** Metas para cada tipo de vegetación de la cobertura de uso de suelo y vegetación (S3) de  
 1952 INEGI.  
 1953

Tipo de vegetación	TOTAL ha	% TOTAL	% del total	META
Bosque de ayarín primario	26,386	0.027	0.0275730	99
Bosque de cedro primario	2,245	0.002	0.0023458	99
Bosque de oyamel primario	125,382	0.130	0.1310209	99
Bosque de táscate primario	158,903	0.164	0.1660490	99
Bosque mesófilo de montaña primario	869,419	0.898	0.9085169	99
Chaparral secundario	14,015	0.014	0.66	99
Matorral crasicaule primario	1,205,357	1.245	1.3	99
Matorral de coníferas primario	649	0.001	0.0006786	99
Matorral rosetófilo costero primario	439,068	0.454	0.4588131	99
Matorral sarco-crasicaule de neblina primario	564,535	0.583	0.5899224	99
Matorral subtropical primario	1,012,268	1.046	1.1	99
Pastizal gipsófilo primario	45,229	0.047	0.0472632	99
Prradera de alta montaña primario	16,583	0.017	0.0173288	99
Selva alta perennifolia primaria	1,417,340	1.464	1.5	99
Selva alta subperennifolia primaria	60,864	0.063	0.0636008	99
Selva baja espinosa caducifolia primaria	242,919	0.251	0.2538426	99
Selva baja espinosa subperennifolia primaria	438,048	0.453	0.4577472	99
Selva baja subcaducifolia primaria	40,756	0.042	0.0425888	99
Selva baja subperennifolia secundaria	716	0.001	0.03	99
Selva mediana caducifolia primaria	138,293	0.143	0.1445123	99
Selva mediana perennifolia primaria	285	0.000	0.0002973	99
Selva mediana subcaducifolia primaria	419,077	0.433	0.4379228	99
Vegetación gipsófila primaria	46,034	0.048	0.0481040	99
Bosque de galería primario	20,624	0.021	0.0215519	99

Palmar natural primario	11,449	0.012	0.0119644	99
Sabana primaria	207,525	0.212	0.2168574	99
Selva baja perennifolia primaria	42,396	0.043	0.0443025	99
Selva de galería primaria	3,781	0.004	0.0039514	99
Vegetación de galería primaria	136,639	0.140	0.1427838	99
Bosque de ayarín secundario	1,907	0.002	0.09	90
Bosque de oyamel secundario	8,285	0.009	0.39	90
Bosque de táscate secundario	30,229	0.031	1.42	90
Bosque mesófilo de montaña secundario	50,032	0.052	2.34	90
Matorral de coníferas secundario	287	0.000	0.01	90
Selva mediana subcaducifolia secundaria	199,779	0.206	9.35	90
Selva alta subperennifolia secundaria	26,972	0.028	1.26	90
Selva baja espinosa caducifolia secundaria	6,755	0.007	0.32	90
Selva baja espinosa subperennifolia secundaria	119,201	0.123	5.58	90
Selva baja subcaducifolia secundaria	1,089	0.001	0.05	90
Selva mediana caducifolia secundaria	4,158	0.004	0.19	90
Pastizal halófilo primario	1,823,487	1.884	1.9	70
Selva mediana subperennifolia primaria	1,628,570	1.683	1.7	70
Matorral crasicale secundario	10,544	0.011	0.49	60
Matorral subtropical secundario	13,263	0.014	0.62	60
Pastizal halófilo secundario	10,064	0.010	0.47	60
Selva mediana subperennifolia secundaria	513,469	0.530	24.04	60
Bosque de encino-pino primario	3,048,387	3.149	3.2	40
Matorral espinoso tamaulipeco primario	2,555,497	2.640	2.7	40
Matorral sarco-casicale primario	2,298,003	2.374	2.4	40
Matorral submontano primario	2,389,509	2.469	2.5	40
Mezquital primario	2,516,180	2.600	2.6	40
Vegetación de desiertos arenosos primaria	2,158,605	2.230	2.3	40
Vegetación halófila primaria	2,765,285	2.857	2.9	40
Bosque de encino-pino secundario	60,148	0.062	2.82	30
Matorral espinoso tamaulipeco secundario	12,743	0.013	0.60	30
Matorral submontano secundario	31,836	0.033	1.49	30
Mezquital secundario	9,105	0.009	0.43	30
Selva alta perennifolia secundaria	156,322	0.162	7.32	30
Vegetación halófila secundaria	1,208	0.001	0.06	30
Bosque de encino primario	6,879,257	7.107	7.2	20
Bosque de pino-encino primario	5,733,148	5.923	6.0	20
Bosque de pino primario	5,219,836	5.393	5.5	20
Matorral sarcocaul primario	5,208,915	5.381	5.4	20
Pastizal natural primario	6,323,740	6.533	6.6	20
Selva baja caducifolia primaria	6,648,302	6.869	6.9	20
Bosque de encino secundario	316,203	0.327	14.80	10
Bosque de pino- encino secundario	74,404	0.077	3.48	10
Bosque de pino secundario	127,113	0.131	5.95	10
Matorral sarcocaul secundario	16,425	0.017	0.77	10
Pastizal natural secundario	17,015	0.018	0.80	10
Selva baja caducifolia secundaria	272,384	0.281	12.75	10
Matorral desértico micrófilo primario	19,588,232	20.237	20.5	5
Matorral desértico rosteófilo primario	10,210,408	10.549	10.7	5

1954 **Tabla 7.** Criterios y valores de selección de metas de conservación para las coberturas de filtro  
 1955 grueso.  
 1956

<b>Grupo</b>	<b>Criterio: riqueza de endémicas</b>	<b>(%) Meta</b>	<b>Criterio: riqueza total</b>	<b>(%) Meta</b>
Mamíferos	Se seleccionó a los píxeles que tuvieran los valores de mayor riqueza ( $\geq$ de la mitad, respecto a los mamíferos). Después se obtuvo la proporción de dichos píxeles con respecto al área de presencia de especies del grupo, y dicha proporción se fijó como meta.	10	A partir del último cuartil, se obtuvo la proporción con respecto al área de presencia de especies del grupo, y dicha proporción se fijó como meta.	5
Aves	Se seleccionó a los píxeles que tuvieran los valores de mayor riqueza ( $\geq$ de la mitad). Después se obtuvo la proporción de dichos píxeles con respecto al área de presencia de especies del grupo, y dicha proporción se fijó como meta.	13	A partir del último cuartil, se obtuvo la proporción con respecto al área de presencia de especies del grupo, y dicha proporción se fijó como meta.	5
Anfibios	Selección de hexágonos con el 50% de riqueza de endémicas total	50	Selección de píxeles con el 50% de riqueza total	50
Reptiles	Selección de hexágonos con el 50% de riqueza de endémicas total	50	Selección de píxeles con el 50% de riqueza total	50
Especies de <i>Opuntia</i>			Para la elaboración de este mapa se realizó una suma de 69 modelos de distribución potencial, de ellos sólo se encontraron 28 áreas de coincidencia geográfica, área que se consideró como 10% de meta para este grupo.	10
Árboles tropicales			Se sumaron los mapas de distribución de 183 especies de árboles tropicales importantes para México y se utilizó como filtro grueso el valor de presencia (1) a partir de la mitad de mayor riqueza, asignando un valor de 10% de meta.	10

1957 \*En el caso de anfibios y reptiles no se siguió el mismo criterio que con aves y mamíferos debido a que su área de  
 1958 distribución es mucho menor.  
 1959

1959  
1960  
1961

**Tabla 8.** Coberturas seleccionadas como indicadoras de impactos en la biodiversidad, para definir los ‘costos’ (veáanse detalles en el texto).

Tipo de amenaza	Parámetro	Costo	Manera de medirlo	Comentarios
Pérdida de hábitat	Tasa de cambio entre S2 a S3 INEGI	10,000	Comparación de áreas Serie 2 a Serie 3 por tipos vegetación primaria, para cada hexágono. Fórmula VegPrimaria (FAO 1996). Datos multiplicados por -100 para obtener número positivo mayor a 1.	Se decidió incluir tasas de cambio negativas (es decir, sólo la pérdida de vegetación primaria).
	Índice de fragmentación: densidad (PD)	8,400	Selección de VegPrimaria (Raster) (Serie 3) procesado en FragsStat: Densidad de parches (PD) por tipo de vegetación. Se tomó el valor máx. por hexágono. Multiplicado por 1000 para tener valores mayores a 1.	Se decidió considerar tres índices por ser complementarios.
	Índice de fragmentación: área-perímetro (PARA-mean)	8,300	Selección de VegPrimaria (Raster) (Serie 3) procesado en FragsStat: Relación área-perímetro (PARA) mean (no existe valor máx.) por tipo de vegetación. Se tomó el valor máx. por hexágono.	
	Índice de fragmentación: shape (LSI)	8,200	Selección de Vegprimario (Raster) (Serie 3) procesado en FragsStat: Agregación de parches (LSI) por tipo de vegetación. Se tomó el valor máx. por hexágono.	
	Puntos de calor (área)	7,500	Considerando la ponderación por resiliencia de la vegetación (a partir del mapa de Uso de suelo y vegetación de la serie II del INEGI) el mapa de puntos de calor fue valorado para obtener el impacto por hexágono de las áreas probablemente incendiadas	Los puntos de calor que representan áreas de probables incendios fueron ponderadas por tipo de vegetación de modo que la capa representa las áreas dónde el fuego puede o representa una amenaza.
Ganadería	Tipo de ganado impacto alto caprino y ovino	6,700	Puntos seleccionados de USVEG (Serie 3): No. de puntos por costo	Las capas de ganadería que están en la S3 de INEGI son capas muy incompletas, se deben considerar como indicadores. Con la capa de puntos de presencia de ganado que sólo dice tipo de actividad pecuaria, se decidió separar en dos capas, la de alto y la de mediano impacto ganadero.
	Tipo de ganado impacto bajo bovino y equino	6,100	Puntos seleccionados de USVEG (Serie 3): No. de puntos por costo	
	Combinación pastizal cultivado e inducido	6,000	Unión de selección de pastizal cultivado (agricultura) y pastizal inducido (vegetación) (Serie 3 de INEGI): Área (ha) por costo	
Agricultura	Agricultura de riego	5,800	Selección de agricultura de riego (Serie 3 de INEGI): área (ha) por costo	La agricultura de riego se le consideró como la de posibles impactos mayores
	Agricultura: lo demás (sin permanentes)	4,000	Selección de agricultura de temporal y de humedad menos de cultivos primarios permanentes (Serie 3): área (ha) por costo	



Carreteras	Densidad de carreteras	3,000	Unión de las dos capas (Carreteras federales y Carreteras rurales, IMT 2001): Longitud (m) por costo	Se discutió sobre los caminos que afectan más a la biodiversidad. Las carreteras generan fragmentación del hábitat, pero las brechas son las vías para la extracción ilegal de especies de fauna y flora silvestres y proliferan más que las otras carreteras. Se decidió darles un costo único.
Población humana	Densidad de asentamientos nuevos y aislados	1,000	Número de asentamientos nuevos y aislados por hexágono	Se considera la población humana como un factor de presión por el consumo directo, la necesidad de abrir caminos y urbanizar áreas, etc.
	Tasa de crecimiento de Población (1990-2005)	900	Cifras correspondientes a las siguientes fechas censales: 12 de marzo (1990); 5 de noviembre (1995); 14 de febrero (2000); y 17 de octubre (2005). Se calculó el Porcentaje de crecimiento poblacional por hexágono.	
	Densidad de habitantes por km <sup>2</sup>	800	INEGI. Censo de Población y Vivienda, 2000.	
Cambios en la vegetación	Tipos de vegetación secundaria: herbácea	200	Selección de vegetación secundaria herbácea (Serie 3): área (ha) por costo	Se discutió si la vegetación secundaria debiera ser incluida como indicador de disturbio. Se consideró sólo a la vegetación secundaria herbácea y arbustiva en áreas de comunidades primarias arbóreas, al no contener elementos que reflejen la resiliencia de la comunidad original.
	Tipos de vegetación secundaria: arbustiva	100	Selección de vegetación secundaria arbustiva (Serie 3): área (ha) por costo	
Presión antropogénica: Ciudades	Tamaño de ciudad: mayores a 200k	50	Área de ciudad por hexágono en m <sup>2</sup>	Se decidió dar un peso más bajo debido a que gran parte de la afectación a la biodiversidad es de manera indirecta. Sólo para las megaciudades se considera área.
	Tamaño de ciudad: mayores a 100k	40	Localidades seleccionadas de Loc2000 >100000: No. de puntos por costo	
	Tamaño de ciudad: 10k y 100k	30	Localidades seleccionadas de Loc2000 100000-99999: No. de puntos por costo	
	Tamaño de ciudad: 10k y 1k	20	Localidades seleccionadas de Loc2000 10000-9999: No. de puntos por costo	
	Tamaño de poblado: <1k	10	Localidades seleccionadas de Loc2000 1000-999: No. de puntos por costo	

1962  
1963  
1964

1964  
1965

**Tabla 9.** Número de especies por grupo taxonómico consultadas en el SNIB.

<b>Grupo taxonómico</b>	<b>No. de proyectos incluidos*</b>	<b>No. total de registros</b>	<b>No. de especies</b>	<b>No. de infra-especies</b>	<b>No. de especies en la NOM<sup>+</sup></b>	<b>Categorías de la NOM<sup>⊛</sup></b>	<b>Endemismos de la NOM</b>
Macroalgas	14	9782	808	51	0	-	-
Anélidos	15	11611	1069	11	0	-	-
Picnogónidos	1	14	9	0	0	-	-
Aves	12	21398	580	581	115	A, P, Pr, E	40
Braquiópodos	1	4	3	0	0	-	-
Quetognatos	4	163	30	0	0	-	-
Asideas,	5	158	44	2	0	-	-
Cefalocordados,							
Taliáceos							
Cnidarios	5	2209	91	0	0	-	-
Crustáceos	22	23589	1852	41	1	P	-
Ctenóforos	1	3	2	0	0	-	-
Equinodermos	9	2428	395	13	1	Pr	-
Equiueros	1	3	3	0	0	-	-
Diatomeas y dinoflagelados	8	25658	792	221	0	-	-
Mamíferos	19	4542	188	58	60	A, P, Pr	15
Manglares	31	2306	5	0	3	Pr	1
Moluscos	16	7019	1454	22	9	Pr	2
Nemertinos	2	29	8	0	0	-	-
Pastos marinos	14	258	10	0	0	-	-
Peces	21	34471	1540	19	8	A, P	17
Pogonóforos	1	1	1	0	0	-	-
Esponjas	8	1649	200	1	0	-	-
Radiolarios	1	5924	161	14	0	-	-
Sipuncúlidos	1	23	8	2	0	-	-

1966  
1967  
1968  
1969  
1970  
1971  
1972  
1973  
1974  
1975  
1976

\* Véase Apéndice 6.2

<sup>+</sup>Las columnas con el encabezado NOM hacen referencia a las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.

<sup>⊛</sup>Abreviaturas: E = Probablemente extinta en el medio silvestre, P = En peligro de extinción, A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial

1976  
1977

**Tabla 10.** Resumen de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina.

<b>Sitios</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>	<b>No. sitios</b>	<b>%</b>
Sitios costeros	29 486 883.05	86.14	79	75.24
Sitios de mar profundo	4 743 621.79	13.86	26	24.76
<b>Total</b>	<b>34 230 504.84</b>	<b>100</b>	<b>105</b>	<b>100</b>

1978  
1979

1979 **Tabla 11.** Ecorregiones marinas de la CCA nivel 1 (Wilkinson *et al.*, en prensa) por área y  
 1980 porcentaje de superficie que ocupan en la zona económica exclusiva (ZEE).  
 1981  
 1982

Ecorregiones (ER)	Área ER (ha)	% superficie ER de la ZEE
Pacífico Transicional de Monterey	6 491 070.00	2.07
Golfo de México Norte	7 354 814.56	2.35
Mar Caribe	9 326 041.26	2.97
Pacífico Centroamericano	15 026 800.00	4.79
Golfo de California	26 258 884.28	8.37
Golfo de México Sur	65 254 707.59	20.81
Pacífico Sud-Californiano	80 175 720.64	25.57
Transición Mexicana del Pacífico	103 668 322.65	33.06
<b>Total</b>	<b>313 556 360.98</b>	<b>100.00</b>

1983

1983 **Tabla 12.** Proporción de área que ocupan los sitios costeros (SC) y de mar profundo (MP) para  
 1984 cada ecorregión marina.  
 1985  
 1986  
 1987

Ecorregiones	Área SC (ha)	% super- ficie SC	Área MP (ha)	% super- ficie MP	Área SC+MP (ha)	% superficie SC+MP
Pacífico Transicional de Monterey	0	0	0	0	0	0
Mar Caribe	1 797 801.49	6.09	75 837.13	1.60	1 873 638.62	5.47
Pacífico Centroamericano	975 297.60	3.30	980 169.00	20.66	1 955 466.60	5.71
Golfo de México Norte	2 455 670.00	8.32	0	0	2 455 670.00	7.17
Pacífico Sud-Californiano	4 334 319.03	14.69	24 908.10	0.53	4 359 227.13	12.73
Pacífico Transicional Mexicano	4 723 363.67	16.01	2 048 746.50	43.19	6 772 110.17	19.78
Golfo de México Sur	7 056 515.03	23.93	501 216.69	10.57	7 557 731.72	22.08
Golfo de California	8 644 360.24	29.31	1 112 742.37	23.46	9 757 102.61	28.50
<b>Total</b>	<b>29 987 327.06</b>	<b>100</b>	<b>4 743 619.79</b>	<b>100</b>	<b>34 730 946.85</b>	<b>100</b>

1988  
 1989

1989 **Tabla 13.** Número de sitios costeros (SC) y de mar profundo (MP) para cada ecorregión  
 1990 marina.  
 1991  
 1992

<b>Ecorregiones</b>	<b>No. SC</b>	<b>% de No. SC</b>	<b>No. MP</b>	<b>% de No. MP</b>	<b>No. SC+MP</b>	<b>% de No. SC+MP</b>
Pacífico Transicional de Monterey	0	0	0	0	0	0
Golfo de México Norte	1	1.27	0	0	2	1.90
Pacífico Centroamericano	3	3.79	2	7.69	5	4.76
Pacífico Transicional Mexicano	13	16.46	6	23.08	19	16.19
Mar Caribe	11	13.92	4	15.38	15	14.29
Pacífico Sud-Californiano	15	18.99	1	3.85	16	15.24
Golfo de México Sur	16	20.25	5	19.23	21	20.00
Golfo de California	21	26.58	9	34.62	30	28.57
<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>105</b>	<b>100</b>

1992  
1993  
1994  
1995

**Tabla 14.** Análisis de vacíos y omisiones de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina y las áreas naturales protegidas (ANP)

Sitios	Área total (ha)	No. de sitios	% Área sobrelapada	No. sitios sobrelapados	% Sitios sobrelapados
ANP	12,443,615.20	58	50.43	57	98.28
Sitios costeros	29,486,883.05	79	21.28	57	72.15
Sitios de mar profundo	5,171,573.69	26	0.01	1	3.85
<b>Sitios costeros y de mar profundo</b>	<b>34,230,504.84</b>	<b>105</b>	<b>18.33</b>	<b>58</b>	<b>55.24</b>

1996  
1997  
1998

1998  
1999  
2000  
2001

**Tabla 15.** Porcentaje aproximado de superposición entre los sitios prioritarios costeros (SC) y de mar profundo (MP) y las regiones marinas prioritarias (RMP).

Sitios	Área total (ha)	No. de sitios	% Área superpuesta	No. sitios superpuestos	% sitios superpuestos
SC	29 486 883.05	79	75	73	92
RMP costeras	62 093 002.21	62	34	59	95
SM	4 743 621.79	26	37	6	23
RMP oceánicas	75 768 983.18	8	2	7	88
<b>SC + MP</b>	<b>34 230 504.84</b>	<b>105</b>	<b>70</b>	<b>81</b>	<b>77</b>
<b>RMP</b>	<b>137 862 023.82</b>	<b>70</b>	<b>17</b>	<b>68</b>	<b>97</b>

2002  
2003



2003 **Leyenda de figuras**

2004

2005 Fig. 1. Diagrama de la visión estratégica para lograr una visión nacional para fortalecer el  
2006 sistema de áreas naturales protegidas, a través de la sinergia de instituciones de gobierno,  
2007 academia y sociedades civiles que permita llegar a cubrir los vacíos y omisiones en  
2008 conservación a través de diversos instrumentos, incluya la amplia participación de diversos  
2009 sectores y nos ayude a fortalecer los sistemas actuales de ANP. Este capítulo se enfoca sólo al  
2010 componente (a).

2011

2012 Fig. 2. Diagrama de los procesos llevados a cabo para identificar las áreas y sitios de alta  
2013 prioridad por su biodiversidad y los vacíos y omisiones en conservación.

2014

2015 Fig. 3. Clasificación de las ecorregiones N4 con base en la proporción de cobertura del  
2016 territorio nacional. Los tonos más rojos indican ecorregiones de menor tamaño, que representan  
2017 ambientes más vulnerables por su extensión relativamente pequeña.

2018

2019 Fig. 4. (a) Clasificación de las ecorregiones N4 con base en (a) el número de tipos de  
2020 vegetación primaria. Los tonos rojos indican mayor heterogeneidad de hábitats al registrar  
2021 mayor número de tipos de vegetación en buen estado de conservación y (b) el porcentaje de  
2022 cobertura con vegetación primaria. Los tonos indican mayor proporción de la ecorregión  
2023 cubierta por vegetación en buen estado de conservación. Nótese que las ecorregiones de mayor  
2024 tamaño tienen proporcionalmente mayor superficie cubierta por vegetación primaria.

2025

2026 Fig. 5. Clasificación de las ecorregiones N4 con base en el número de pisos altitudinales,  
2027 estimados en intervalos de 200 m. Los tonos rojos indican regiones montañosas con una  
2028 orografía más accidentada y mayores elevaciones.

2029

2030 Fig. 6 Clasificación de las ecorregiones N4 con base en (a) el número de ANP. Los tonos rojos  
2031 más intensos indican vacíos en conservación, y mostrando un incremento en el número de ANP  
2032 por ecorregión de tonos rojos-naranjas a verdes y (b) el porcentaje de representación dentro de  
2033 las ANP respecto a la superficie total de México continental. Los tonos rojos más intensos  
2034 indican vacíos y omisiones de la mayor prioridad (coberturas menores al 1% de la superficie de  
2035 la ecorregión), los tonos naranjas-amarillos representan distintos niveles de prioridad, con base  
2036 en la proporción protegida de cada ecorregión. Los tonos verdes indican las ecorregiones con  
2037 niveles del protección por encima del 11.48% (véanse detalles en el texto y en el Apéndice 9.3)

2038

2039 Fig. 7. Relación proporcional de la superficies total de México y la superficie protegida por  
2040 ANP, clasificada en pisos altitudinales de intervalos de 200 m. El umbral de 11.48% representa  
2041 la superficie decretada actualmente como ANP.

2042

2043 Fig. 8. Clasificación de las ecorregiones N4 con base en el índice de Importancia Biológica  
2044 (*IIB*). Los tonos rojos más intensos indican sitios de mayor relevancia con base en las variables  
2045 de biodiversidad seleccionadas. Véase detalles de variables y su ponderación en el Apéndice  
2046 6.3.

2047

2048 Fig. 9. Clasificación de las ecorregiones N4 en base al Índice de Riesgo (*IRI*). Los tonos rojos  
2049 más intensos indican mayores amenazas a la biodiversidad. Véase detalles de variables y su  
2050 ponderación en el Apéndice 6.3.  
2051

2052 Fig. 10. Clasificación de las ecorregiones N4 en base al Índice de Prioridades ( $IPI=IIB/IRI$ ).  
2053 Los tonos rojos más intensos indican mayor prioridad relacionando la importancia biológica  
2054 con relación a las amenazas que enfrenta el sitio. Véase detalles de variables y su ponderación  
2055 en el Apéndice 6.3.  
2056

2057 Fig. 11. Clasificación de las ecorregiones N4 en base al Índice de Respuesta (*IRE*). En este  
2058 caso, los valores más bajos se presentan en tonos rojos intensos, para resaltar las ecorregiones  
2059 que requieren de mayor atención para su protección.  
2060

2061 Fig. 12. Gráfica que muestra para cada ecorregión los valores proporcionales de los índices de  
2062 importancia biológica (*IIB*), de riesgos (*IRI*) y de respuesta (*IRE*). Nótese que hay ecorregiones  
2063 con valores relativamente bajos de importancia biológica, que han recibido mayor respuesta  
2064 que otras.  
2065

2066 Fig. 13. Objetos de conservación seleccionados para el análisis de optimización, expresados en  
2067 la rejilla de hexágonos de  $256 \text{ km}^2$  en (a) número de objetos de conservación por celda y (b) la  
2068 suma de las metas asignadas a los distintos objetos de conservación presentes en cada celda.  
2069

2070 Fig. 14. Amenazas a la biodiversidad seleccionadas para el análisis de optimización, expresados  
2071 en la rejilla de hexágonos de  $256 \text{ km}^2$  en (a) número de coberturas de amenazas y (b) la suma  
2072 de los costos asignados a las distintas amenazas presentes en cada celda.  
2073

2074 Fig. 15. Histogramas de frecuencia de los valores de cada hexágono de la rejilla para (a) suma  
2075 de metas deseadas para cada objeto de conservación y (b) suma de costos de las amenazas  
2076 (log).  
2077

2078 Fig. 16. Relación de la riqueza de objetos de conservación ponderados por los valores de sus  
2079 metas con relación a la suma de amenazas (costos).  
2080

2081 Fig. 17. Resultados del algoritmo de optimización del programa MARXAN (véanse detalles en  
2082 el texto). (a) comparación de frecuencia de selección de todas las celdas y (b) sitios  
2083 seleccionados el 100% de las iteraciones.  
2084

2085 Fig. 18. Ajuste de la secuencia de segmentos definidos con un ajuste polinomial los valores de  
2086 frecuencia de selección de MARXAN ‘*spline fitting*’. En el eje de las  $x$  la suma de metas de los  
2087 objetos de conservación, en el eje  $y$ , la suma de costos considerados para las amenazas.  
2088

2089 Fig. 19. Integración preliminar de los resultados de los análisis terrestres, que muestran las  
2090 ecorregiones con mayor prioridad (área protegida menor al 5.5%; véase figura 6), con los sitios  
2091 de mayor prioridad identificados con el algoritmo de priorización (véase figura 18b), y los  
2092 sitios continentales documentados en la Encuesta Nacional de Prioridades (véase Recuadro 2),  
2093 y por la Alianza para la extinción cero.  
2094

2095 Fig. 20. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina en México.  
 2096 1) Corredor Pesquero Tijuana – Ensenada. 2) Bahía San Quintín - Isla San Martín. 3) Bahía El Rosario - Isla San  
 2097 Jerónimo. 4) Isla Guadalupe. 5) Punta Eugenia - Isla Cedros. 6) Sistema Lagunar Ojo de Liebre - Guerrero Negro  
 2098 – Manuela. 7) Sistema Lagunar San Ignacio. 8) Bajo Rosa. 9) Rocas Alijos. 10) Plataforma Continental San  
 2099 Ignacio - Bahía Magdalena. 11) Bahías Magdalena - Las Almejas. 12) Banco Petrel. 13) Bancos Morgan. 14)  
 2100 Banco Golden Gate. 15) Banco San Jaime. 16) Cabo San Lucas. 17) Alto Golfo de California. 18) Grandes Islas  
 2101 del Golfo de California. 19) Plataforma y Talud Continental de Bahía San Carlos. 20) Isla Tortuga. 21) Plataforma  
 2102 y Talud Continental de Bahía Concepción. 22) Corredor Pesquero Himalaya – Guaymas. 23) Corredor Pesquero  
 2103 Bahía Guasimas - Estero Lobos. 24) Corredor Pesquero Estero Tobarí - Bahía Santa María. 25) Plataforma y  
 2104 Talud Continental de Bahía de Loreto. 26) Isla Santa Catalina - Isla San José. 27) Isla Espíritu Santo y Talud  
 2105 Continental. 28) Bahía de la Paz. 29) Isla y Fractura Cerralvo. 30) Bahía Los Muertos. 31) Cabo Pulmo y Cañón  
 2106 Submarino. 32) Corredor Pesquero Bahía Santa María-Sistema Lagunar Huizache-El Caimanero. 33) Corredor  
 2107 Pesquero Laguna El Caimanero - Marismas Nacionales. 34) Isla Isabel. 35) Islas Marías y Talud Continental. 36)  
 2108 Chacala - Bahía de Banderas. 37) Archipiélago de Revillagigedo. 38) Mismaloya - Bahía de Chamela. 39)  
 2109 Corredor Costero Careyes - Barra de Navidad. 40) Laguna Cuyutlán - Río Armeria. 41) Playas Colola – Maruata.  
 2110 42) Playas Mexiquillo - Caleta de Campos. 43) Playas Petacalco - Piedra de Tlacoynque. 44) Sistema Lagunar  
 2111 Mitla – Chautengo. 45) Punta Maldonado. 46) Laguna Corralero. 47) Sistema Lagunar Chacahua – Pastoria. 48)  
 2112 Playas Santa Elena - Escobilla – Coyula. 49) Bahías de Huatulco - Barra de La Cruz. 50) Sistema Lagunar del  
 2113 Golfo de Tehuantepec. 51) Sistema Lagunar Chiapaneco. 52) Laguna Madre. 53) Humedales Costeros del Sur de  
 2114 Tamaulipas. 54) Lagunas Pueblo Viejo – Tamiahua. 55) Humedales Costeros y Arrecifes de Tuxpan. 56)  
 2115 Humedales Costeros del Río Tecolutla - Bajos del Negro. 57) Ciénega del Fuerte de Anaya -Río Nautla. 58  
 2116 Humedales Costeros del centro de Veracruz. 59) Sistema Arrecifal Veracruzano. 60) Sistema Lagunar de  
 2117 Alvarado. 61) Plataforma Continental frente a Los Tuxtlas. 62) Cuenca Baja y Delta del Río Coatzacoalcos. 63)  
 2118 Humedales Costeros y Plataforma Continental de Tabasco. 64) Laguna de Términos. 65) Los Petenes - Ría  
 2119 Celestún - El Palmar. 66) Plataforma Continental de Dzilam. 67) Arrecife Alacranes. 68) Humedales Costeros y  
 2120 Plataforma Continental de Cabo Catoche. 69) Isla Contoy. 70) Laguna Chacmochuk - Arrecife de La Cadena. 71)  
 2121 Laguna Makax. 72) Sistema Lagunar Nichupté. 73) Humedales Costeros y Arrecife de Puerto Morelos. 74) Isla  
 2122 Cozumel. 75) Ríos Subterráneos y Caletas de Akumal – Tulum. 76) Humedales Costeros y Arrecife de Sian Ka'an.  
 2123 77) Bahía de Chetumal. 78) Humedales Costeros y Arrecife de Xcalak – Majahual. 79) Banco Chinchorro. 80)  
 2124 Montes Submarinos de la Cuenca de San Clemente. 81) Cuenca de San Pedro Mártir. 82) Ventilias Hidrotermales  
 2125 de la Cuenca de Guaymas. 83) Cuenca del Carmen. 84) Talud Continental frente a la Isla Santa Catalina. 85)  
 2126 Infiltraciones de Metano de la Cuenca de Las Ánimas. 86) Cuenca Farallón. 87) Montaña Alarcón - Cuenca  
 2127 Pescadero. 88) Talud Continental Sinaloa. 89) Dorsal y Cuenca de Nayarit. 90) Montes Submarinos del Pacífico  
 2128 Oriental. 91) Dorsal del Pacífico Oriental. 92) Montes Submarinos de Los Matemáticos. 93) Montaña Submarina  
 2129 del Pacífico Oriental. 94) Volcán Submarino 7. 95) Dorsal de Tehuantepec. 96) Trinchera Mesoamericana  
 2130 Tehuantepec. 97) Arrecife Profundo de Cabo Rojo. 98) Montes Submarinos de *Sigsbee*. 99) Volcán Submarino  
 2131 Chapopote. 100) Escarpe de Campeche. 101) Canon Submarino de Campeche. 102) Montes Submarinos del NW  
 2132 del Caribe. 103) Cordillera Cozumel y *Arrow Smith*. 104) Arrecife Profundo de Cozumel. 105) Banco Chinchorro  
 2133 Profundo.

2134  
 2135 Fig. 21. Proporción de los procesos más relevantes en los que subyacen los sitios marinos  
 2136 prioritarios.

2137  
 2138 Fig. 22. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina por ecorregión. El  
 2139 mayor número de sitios (30) se ubican en el Golfo de California, seguido del Golfo de México  
 2140 Sur (219, el pacífico Transicional Mexicano (19), el Pacífico Sud-Californiano (16), el Mar  
 2141 Caribe (15), el Pacífico Centroamericano (5) y el Golfo de México Norte (2). No se identificó  
 2142 ningún sitio prioritario en el Pacífico Transicional de Monterey, ecoregión que tiene una  
 2143 proporción marginal de su superficie en aguas mexicanas.

2144  
 2145 Fig. 23. Sitios marinos prioritarios y 58 ANP marinas. Con base en la proporción de  
 2146 superposición, sólo 18.33% de los sitios prioritarios se encuentra protegido.

2147

2148 Fig. 24. Los sitios prioritarios para identificar vacíos y omisiones en la conservación de la  
2149 biodiversidad marina se traslapan sólo en 17% de la superficie con las regiones marinas  
2150 prioritarias (RMP), cuyo objetivo fue identificar grandes regiones de importancia biológica a  
2151 escala 1:4,000,000.  
2152

2152 GLOSARIO<sup>9</sup>

2153

2154 **Análisis de vacíos y omisiones en conservación (GAP).** Herramientas de planeación para la  
2155 conservación, basadas en la evaluación de las redes de áreas protegidas y la identificación  
2156 de omisiones en su cobertura al considerar diferentes elementos de la diversidad biológica.

2157 **Área mínima** (minimum area). Se refiere al criterio de selección basada en la inclusión de  
2158 poblaciones viables.

2159 **Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la  
2160 nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido  
2161 significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser  
2162 preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;  
2163 (*LEGEPA*).

2164 **Complementariedad** (complementarity). El concepto de llevar a cabo la coneravación de forma  
2165 eficiente, asegurando que un conjunto de áreas se selecciona incluyendo especies  
2166 adicionales para complementar la conservación de las mismas en una red de áreas  
2167 protegidas (UNEP-WCMC, 2007)

2168 **Conectividad** (connectivity). La conectividad es una característica inherente de los procesos de  
2169 movimiento de los organismos y toene dos comopoentes (1) el estructural o físico, que se  
2170 refiere al arreglo espacial del hábitat u otros elementos del paisaje y (2) funcional o de la  
2171 respuesta del comportamientote individuos, especies o process ecológicos en la estructura  
2172 física del paisaje (Crooks y Sanjayan, 2006).

2173 **Costos** (costs) En la literarura el costo de un sistema de áreas protegidas se ha considerado el  
2174 número de sitios ue conforman dicho sistema (ej. Lombard *et al.*, 1997) o la superficie  
2175 total del sistema (ej. Bedward *et al.* 1991, Pressey *et al.*, 1997). Estos ‘sustitutos’ para el  
2176 costo del sistema de reservas es un elemento que frecuentemente se ha minimizado. Con el  
2177 algoritmo Maraxan se considera un valor que se asigna de manera arbitraria, con base en  
2178 la intensidad de los factores de amenaza considerados y funciona de manera idéntica a  
2179 considerar la superficie (Ball, 2000).

2180 **Ecorregiones.** Unidades con características fisiográficas, biológicas e históricas comunes, que  
2181 sirven como unidades de planeación integral de políticas de conservación

2182 **Escala** (scale): Las dimensiones medidas de un fenómeno u obervaciones. Para éstos análisis se  
2183 expresa en unidades físicas, como hectáreas, kilómetros (basado en Millenium Ecosystem  
2184 Assessment, 2005).

2185 **Especie clave** (keystone species). Especie cuyo impacto en la comunidad es relativamente  
2186 grande con relación a su abundancia. Los efectos pueden deberse por interacciones  
2187 tróficas, competencia, mutualismo, dispersión, polinización, enfermedades o modificación  
2188 del hábitat (basado en Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

2189 **Especie sombrilla** (umbrella species). Especies con requerimientos de hábitats grandes u otro  
2190 tipo de requerimientos, cuya conservación resulta en la conservación de muchas otras  
2191 especies del mismo ecosistema o hábitat (basado en Millenium Ecosystem Assessment,  
2192 2005).

2193 **Filtro fino (fine filter)** Elementos de la biodiversidad que se seleccionan individualmente en la  
2194 planeación de la conservación debido a características tales como rareza, unicidad, que en  
2195 general tienen una distribución relativamente pequeña en el dominio de estudio y por tanto  
2196 las metas deseadas de su conservación son altas.

2197 **Filtro grueso** (coarse filter). Elementos de la biodiversidad que incluyen a las comunidades o  
2198 conjuntos de especies y sistemas ecológicos generalmente de escala regional. Se refiere a  
2199 las actividades de conservación de los elementos comunes en un paisaje, opuesto a las  
2200 actividades de conservación de “filtro fino” que se diseñan para casos especiales, tales  
2201 como los elementos raros (Jenkins 1985).

2202 **Fragilidad** (fragility) Una comunidad que es estable, solamente dentro de un limitado rango de  
2203 condiciones ambientales o sólo para un rango muy limitado de especies características, se  
2204 dice que es dinámicamente frágil (Begon *et al.*, 1988 en INE, 2007).

2205 **Fragmentación** (Fragmentation) Reducción de la cantidad total de tipos de hábitats en un  
2206 paisaje y la división de los hábitats remanentes en parches pequeños y aislados. Los  
2207 cambios físicos asociados con la fragmentación incluyen la reducción en el área total,  
2208 recursos y productividad de los hábitats nativos, aumento de aislamiento de los fragmentos  
2209 remanentes y sobre sus poblaciones locales y Cambios significativos en las características  
2210 ambientales de los fragmentos, incluyendo cambios en la radiación solar, viento y flujos  
2211 hídricos (Dodson et al. 1998 en INE, 2007).

2212 **Diversidad** (diversity). La variedad y abundancia relativa de diferentes entidades en una  
2213 muestra hábitat (basado en Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

2214 **Integridad ecológica** (ecological integrity). El estado de balance de un ecosistema bajo  
2215 condiciones ambientales normales, incluyendo la capacidad del ecosistema de absorber el  
2216 disturbio y recuperarse del mismo (Vogt, Schmitz, Beard, O’Hara y Booth, 2001).

2217 **Irreemplazabilidad** (irreplazability). Es una medida asignada a un área que refleja la  
2218 importancia de la misma, en el contexto de la región de estudio, para la satisfacción de las  
2219 metas de conservación para la región (Anon, 2001, en Fandiño-Lozano y Wyngaarden,  
2220 2005).

2221 **(hotspot)**. Sitios de extraordinaria biodiversidad que a su vez se encuentran bajo severas  
2222 amenazas que ponen en riesgo su existencia.

2223 **Metaanálisis** (meta-analysis). La síntesis cuantitativa de varios dominios de investigación; se  
2224 refiere a un conjunto específicos de métodos estadísticos cuantitativos que son diseñados  
2225 para comparar y sintetizar los resultados de múltiples estudios (Arnqvist y Wooster 1995).

2226 **Metas de conservación** (conservation targets). Representatividad deseada de los objetos de  
2227 conservación.

2228 **Objetos de conservación** (conservation elements). Son los componentes específicos de la  
2229 biodiversidad utilizados para diseñar portafolios de conservación enfocados a ecosistemas  
2230 y comunidades naturales y especies que por diversos criterios y argumentos son de la más  
2231 alta prioridad. Usualmente los criterios consideran su unicidad, su importancia biológica y  
2232 su estado de conservación en un país o región.

2233 **Priorización** (priorization). Se entiende por prioridades de conservación la identificación de  
2234 áreas de importancia para la conservación, sean o no irreemplazables y por prioridades de  
2235 acción

2236 **Rareza** (rarity). La rareza se refiere a la baja densidad de un número de organismos o la baja  
2237 proporción de superficie ocupada por un elemento.

2238 **Representatividad** (representativity). Proporción de superficie o de elementos representados  
2239 en un sistema de áreas protegidas

2240 **Respuestas** (responses). Acciones humanas, incluyendo políticas, e estrategias e intervección para  
2241 hacer (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

2242 **Resiliencia** (resilience). Tasa a la cual un ecosistema puede recuperarse a las condiciones  
2243 similares a las que existían antes de un disturbio (Vogt, Schmitz, Beard, O'Hara y Booth,  
2244 2001).

2245 **Sustituto** ('surrogate'). Unidad de análisis para hacer inferencia sobre los sitios. Ejemplos: uso  
2246 de especies sombrilla o especies clave; o unidades que reflejan complejidad ambiental que  
2247 alberga a varios elementos de interés de la biodiversidad. la complejidad del bentos o fondos, y  
2248 en ecosistemas terrestres la altitud, la mezcla de tipos de vegetación por ecoregión, etc.

2249 **Vegetación primaria** (primary vegetation) Vegetación que no muestra grandes disturbios  
2250 debido a actividades humanas (UNEP-WCMC, 2007)

2251 **Zona costera (coastal zone)**. Área de la superficie terrestre donde interactúan las aguas  
2252 oceánicas o marinas, las aguas dulces, las tierras emergidas y sumergidas y la atmósfera.  
2253 En las tierras emergidas se extiende hasta el límite de las comunidades vegetales que  
2254 reflejan la influencia de las condiciones hidroclimáticas litorales (vientos, salinidad,  
2255 humedad, etc.) y en las tierras sumergidas su extensión llega hasta donde la penetración de  
2256 la luz solar permite el establecimiento de comunidades marinas litorales (Inman y Brush,  
2257 1973; Yáñez-Arancibia, 1984; 1996; Carter, 1988; Ray, 1988 en : Travieso-Bello, 2000 en  
2258 INE, 2007)

2259

2259 AGRADECIMIENTOS

2260

2261 A los directivos de nuestras instituciones por su confianza para guiar estos análisis, en especial  
2262 a Ana Luisa Guzmán y Rosario Álvarez.

2263

2264 Queremos expresar un agradecimiento muy especial a Romeo López por su colaboración en el  
2265 desarrollo del sitio *wikigap*, que ha sido fundamental en el proceso, a Antonio Moreno por su  
2266 apoyo en los análisis ecorregionales y a Michael Scott, por compartir sus ideas y sugerencias en  
2267 el desarrollo de los análisis ecorregionales. A quienes nos han apoyado con todas las tareas  
2268 logísticas para el desarrollo de los talleres, en especial a Nubia Morales, Gloria Espinosa y  
2269 Magali Santillán, quien además nos brindó su apoyo en los análisis marinos y de islas.

2270

2271 Al todo el personal de la DTAP de la CONABIO, que ha integrado la información básica que  
2272 ha sido fundamental para el análisis, especialmente a Eduardo Morales, Juan Manuel Martínez,  
2273 Cecilia Fernández, Susana Ocegueda, Rocío Villalón y Ariadna Marín. También agradecemos a  
2274 la DGB a Raúl Jiménez, Rainer Ressel y Enrique Muñoz por facilitar el trabajo del personal del  
2275 la SSIG; así como a Abraham Alvarado por su apoyo para recibir las respuestas de la encuesta  
2276 nacional.

2277

2278 A todos los participantes de los diferentes grupos de trabajo y los talleres técnicos que se  
2279 llevaron durante este proceso; en especial a Jordan Glolubov, Humberto Berlanga, José Manuel  
2280 Espinoza, Constantino González, Paola Mosig y Hesiquio Benítez.

2281

2282 Para la realización del taller marino contamos con el apoyo del *Early Action Grant Fund* de  
2283 TNC y de la Oficina de Desarrollo Regional Sostenible, División de América Latina y el  
2284 Caribe, de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y de *The Nature*  
2285 *Conservancy*, dentro del Programa Parques en Peligro.



2286 PIES DE PÁGINA

2287

2288 <sup>1</sup> El término ‘natural’ se usa sólo en México al referirse a las áreas protegidas, por eso a lo largo  
2289 del texto, ANP se aplica sólo en el contexto nacional.

2290

2291 <sup>2</sup> Nos referimos a las ANP federales, estatales, municipales, comunales y privadas.

2292

2293 <sup>3</sup> Un elemento clave para la visión estratégica de México para atender el Programa de Trabajo,  
2294 fue la suma esfuerzos de diversas instituciones. Cabe destacar que al término de la COP 7, las  
2295 organizaciones civiles TNC, WWF y CI firmaron una carta compromiso con el Secretario de la  
2296 Semarnat para sumarse a los esfuerzos encabezados por el gobierno, a través de la CONABIO y  
2297 la CONANP, al que posteriormente se sumaron más organizaciones y especialistas.

2298

2299 <sup>4</sup> Actualmente GAP se refiere a ‘Gap Analysis Programme’, pero originalmente se refería a  
2300 ‘Geographical Approach Priorities’.

2301

2302 <sup>5</sup> A lo largo capítulo se hace referencia a los ambientes marinos, considerando que éstos  
2303 incluyen las costas, océanos y las islas –en sentido amplio – Véase recuadro 3.

2304

2305 <sup>6</sup> Dada esta escala, todas las áreas con superficie menor a 100 ha se eliminaron de la cobertura,  
2306 ya que resultan imperceptibles dada la superficie mínima cartografiable (i.e. el área más  
2307 pequeña que puede representarse en un mapa base de acuerdo a la escala seleccionada). No  
2308 obstante, estas áreas se considerarán posteriormente en el metaanálisis que incluirá todos los  
2309 elementos del análisis de todas las escalas.

2310

2311 <sup>7</sup> Hacemos notar que por convención los porcentajes de cobertura y representatividad hacen  
2312 referencia a la superficie plana estimada en un SIG, pero es fundamental considerar el volúmen,  
2313 tanto en los ambientes terrestres (superficies con orografía más accidentada tienen mayores  
2314 áreas) como en los marinos (profundidad de la columna de agua).

2315

2316 <sup>8</sup> El nombre del algoritmo recocido simulado (*simulated annealing*) se basa en la analogía con  
2317 el proceso físico de enfriamiento de un sólido, en el que se van reorganizando sus partículas  
2318 hasta conseguir llegar a estados de máxima estabilidad (Kirkpatrick *et al.*, 1983).

2319

2320 <sup>9</sup> Los términos se definen en el contexto que da el enfoque de la Biología de la Conservación.