

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN
EN EL
DELTA DEL RÍO COLORADO
MEXICO Y ESTADOS UNIDOS





PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN EN EL DELTA DEL RÍO COLORADO

MEXICO Y ESTADOS UNIDOS

ELBORADO POR

Francisco Zamora-Arroyo, Steve Cornelius

Sonoran Institute

Jennifer Pitt

Environmental Defense

Edward Glenn, Pamela Nagler, Marcia Moreno

University of Arizona

Jaqueline García

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

Osvel Hinojosa-Huerta, Meredith de la Garza

Pronatura Sonora

Iván Parra

World Wildlife Fund

2005

ISBN 968-817-726-1
Impreso y hecho en México

REFERENCIA SUGERIDA

Zamora Arroyo, Francisco, Jennifer Pitt, Steve Cornelius, Edward Glenn, Osvel Hinojosa Huerta, Marcia Moreno, Jaqueline García, Pamela Nagler, Meredith de la Garza e Iván Parra. 2005. *Prioridades de Conservación en el Delta del Río Colorado, México y Estados Unidos*. Elaborado por el Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, World Wildlife Fund-Programa Golfo de California e Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT.

DR © 2005 Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, World Wildlife Fund-Programa Golfo de California e Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT. Todos los derechos reservados. Los lectores podrán fotocopiar y reproducir este material siempre y cuando lo acompañen con una copia de la portada y la presente página de derechos de autor.

Diseño y producción: Terry Moody

Formación, corrección de estilo y cuidado de la producción de la edición en español: Raúl Marcó del Pont Lalli

Título original: *Conservation Priorities of the Colorado Delta River*

Traducción: Ana Silvia Ruiz de Chávez Villafuerte

Para mayor información, comunicarse con:

Francisco Zamora (francisco@sonoran.org) o

Jennifer Pitt (Jennifer_Pitt@environmentaldefense.org)

La versión digital de esta publicación se encuentra en:
www.sonoran.org y en www.ine.gob.mx

Prefacio

Este informe ofrece una amplia descripción de los resultados obtenidos en el Taller de identificación de prioridades de conservación en el Delta del Río Colorado, que se llevó a cabo en octubre del 2002. Dicho taller se realizó con el objetivo de generar resultados que ayuden a orientar los programas y proyectos de conservación de las próximas dos décadas en el Delta del Río Colorado (Delta) y el Alto Golfo de California (Alto Golfo). Para lograr nuestro cometido, identificamos una red de sitios prioritarios para la conservación. Cincuenta y cinco participantes, que juntos representaban más de 400 años de experiencia en el Delta, identificaron y examinaron los recursos físicos y biológicos de la región, los factores que constituyen una amenaza para estos recursos y las oportunidades para su conservación, todo ello como parte de un esfuerzo para realizar un “mapa de lo posible” para los ecosistemas del Del-

ta y del Alto Golfo. A estas áreas las hemos denominado *Prioridades para la conservación*.

Nuestra meta principal al elaborar este informe es ofrecer información amplia, en forma atractiva y práctica, que pueda ser utilizada por una audiencia diversa para actividades de manejo y conservación en el Delta y el Alto Golfo. Los datos aquí incluidos ofrecen numerosas oportunidades para incrementar la colaboración y mejorar el manejo de los recursos por parte de usuarios locales, administradores del agua, funcionarios de gobierno, organizaciones no gubernamentales y otros encargados de tomar decisiones, a fin de asegurar la persistencia a largo plazo de la biodiversidad en la región. El informe culmina con una serie de recomendaciones para poner en marcha un extenso plan de conservación para el Delta y el Alto Golfo. Si bien la mayor parte de la información contenida en este informe fue

identificada y sintetizada por los participantes del taller, las recomendaciones concluyentes fueron elaboradas únicamente por los autores de este informe.

Además de la obra impresa, los autores han elaborado un CD-ROM que contiene la base de datos SIG del taller, mapas, datos tabulares y la relatoría del taller, así como un mapa tamaño cartel que resume gráficamente los resultados.

Las organizaciones que contribuyeron a la elaboración de este documento han adquirido un compromiso a largo plazo con la restauración del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Invitamos a otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, usuarios locales, instituciones científicas y al público en general a sumarse a estos esfuerzos para implementar un plan integral de conservación para esta importante región.



Índice

Prefacio	iii
Reconocimientos	v
Prólogo	1
Resumen ejecutivo	2
1 Identificación de prioridades de conservación	3
¿Para qué realizar un taller?	6
Áreas de interés	7
El proceso del taller	9
2 Objetos de conservación	11
Recursos marinos y costeros	13
Peces y mamíferos marinos	15
Vertebrados terrestres	17
Hábitat y vegetación	19
Características hidrológicas	21
3 Áreas de conservación prioritaria	23
Corredor ripario del Río Colorado	25
Corredor del Río Hardy	33
Humedales alejados del canal	39
Zonas intermareales, costeras y marina	52
4 Necesidades de investigación	63
5 Conclusiones y recomendaciones	67
Bibliografía	75
Apéndices	81
Apéndice 1: Metodología del taller	81
Apéndice 2: Descripción de los objetivos de conservación	83
Apéndice 3: Objetivos para la conservación de avifauna	93
Colaboradores	102

Reconocimientos

El comité organizador desea agradecerle a los participantes en el taller su interés, entusiasmo y arduo trabajo. Los resultados aquí presentados no hubieran sido posibles sin ellos. Queremos hacer patente un reconocimiento especial a quienes a través de sus comentarios y sugerencias contribuyeron a afinar el proceso y la metodología utilizada en el taller: Saúl Álvarez, Mark Briggs, Rick Brusca, Luis Calderón, Michael Cohen, Exequiel Ezcurra, Richard Felger, Karl Flessa, Milton Friend, Manuel Galindo, Alejandro Hinojosa, Osvel Hinojosa Huerta, Silvia Ibarra, Rob Marshall, Eric Mellink y Robert Mesta. Agradecemos también la ayuda brindada por Karl Flessa, Richard Cudney, Juan Carlos Barrera, Peggy Turk Boyer y Lorenzo Rojas para la revisión de este documento, al igual que la asistencia editorial de James Pease, Cheryl Lord-Hernández, Pat Evans y Nina Chambers.

Queremos reconocer el apoyo de José Beltrán, María López, Marcia Moreno, Pam Nagler, Iván Parra y Miriam Reza, quienes operaron las estaciones SIG; a Yamilett Carrillo, Miriam Lara, Cheryl Lord-Hernández, Martín Salgado y Enrique Zamora, quienes documentaron las discusiones de cada sesión; a Rocío Brambila, por la coordinación del apoyo logístico antes y durante el evento, y a Norma Ramos, Juan Rivera y Gerardo Sánchez, quienes brindaron apoyo logístico durante la realización del taller. Este grupo de gente talentosa y entusiasta hizo posible que este complicado ejercicio se llevara a cabo sin dificultad alguna.

Por su apoyo financiero a este esfuerzo por identificar prioridades de conservación en el Delta del Río Colorado, agradecemos a:

- George A. Binney Conservation Foundation
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Compton Foundation, Inc.
- General Service Foundation
- The William and Flora Hewlett Foundation
- Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Marisla Foundation
- National Fish and Wildlife Foundation
- North American Wetlands Conservation Council
- The David and Lucile Packard Foundation
- U.S. Fish and Wildlife Service—International Affairs
- U.S. Fish and Wildlife Service—Sonoran Joint Venture



Prólogo

Recuerdo que durante mis primeros días como investigador en el Gran Desierto leí con tristeza y con el corazón oprimido el libro de Sykes, *The Colorado River Delta*. Esta obra describe la maravillosa opulencia de la zona a principios del siglo XX, antes de que el río fuera embalsado, lo que evocó en mí un sentimiento de dolor y melancolía. ¿Cómo dos naciones pudieron haber firmado un tratado que condenaba a unas doce mil hectáreas de humedales prístinos y hermosos a su trágica extinción? ¿Cómo pudieron ser tan ciegos?

En ese entonces, todos pensábamos que el Delta se había ido para siempre; creíamos que ya no habría más Delta. Pero llegó el año de El Niño de 1982-1983 y el Río Colorado fluyó nuevamente hacia el estuario. Hay quienes dijeron que era como en los viejos tiempos; como tan sólo algunos recordaban haberlo visto alguna vez: una poderosa corriente de agua dulce que llegaba hasta el Alto Golfo. Era maravilloso.

Después, con el paso de los meses, los relatos comenzaron lentamente a pasar casi como un suspiro entre los amantes de la naturaleza y los conservacionistas: los antiguos canales se habían llenado, los álamos habían germinado en los viejos márgenes y en los diques, y las plantas acuáticas habían brotado en todas las tierras de inundación y los canales. El Delta había vuelto –quizás una pálida imagen de lo glorioso que fue originalmente– pero, a pesar de ello, ¡había regresado!

Las buenas noticias siguieron fluyendo, como el maravilloso río que había vuelto a nacer y había corrido durante unos meses: Ed Glenn, Dick Felger y Alberto Búrquez sorprendieron a la comunidad conservacionista con su descripción de la Ciénega de Santa Clara, revelando que no sólo el río mismo, sino también el escurrimiento agrícola podía alimentar a los humedales.

Lo demás es historia: los grupos conservacionistas comenzaron a organizarse para defender este tesoro recién encontrado, a levantar mapas, a investigar, a explorar; a identificar prioridades de conservación para el Delta y a proponer medidas para protegerlo. De esto es de lo que trata este informe; de la preservación de una herencia que todos pensábamos se había ido para siempre; de un compromiso para la conservación de un ecosistema esencial para la preservación de la vida. A fin de cuentas, trata del amor a la naturaleza, la biofilia, uno de los valores humanos fundamentales. Y trata del aliento a la esperanza de un futuro más viable, sustentable.

Agradezco a los autores por su iniciativa y esfuerzo. Este informe, espero, se convertirá en el camino a seguir durante muchos años, una guía fundamental para los esfuerzos de conservación. En última instancia, significa una renovada esperanza para el Delta. Para quienes conocemos la región y hemos trabajado en ella durante más de 30 años, es casi un milagro.

Exequiel Ezcurra
Instituto Nacional de Ecología



Resumen ejecutivo

Desde hace tiempo, el Delta del Río Colorado, incluyendo el Alto Golfo de California, ha sido reconocido como uno de los ecosistemas más singulares y de mayor valor en América del Norte. La región constituye el hábitat de más de 350 especies de aves y alberga una gran cantidad de especies en peligro de extinción, entre ellas el palmoreador de Yuma, el mosquero saucero y el mamífero marino de menor tamaño y con el área de distribución más restringida en el mundo, la vaquita marina.

Años de derivaciones masivas de las aguas del Río Colorado han tenido un alto costo para el Delta y el Alto Golfo, reduciendo considerablemente la afluencia histórica de agua dulce que alimentaba a casi 800,000 hectáreas de humedales y a pesquerías increíblemente productivas. Sin embargo, el Delta es sorprendentemente resistente. De hecho, durante las últimas décadas en las que los flujos del río han sido mayores que en años normales, partes esenciales del ecosistema del Delta han revivido, incluyendo humedales de alta calidad y un corredor ripario a lo largo del bajo Río Colorado.

Este informe presenta y describe una lista de prioridades de conservación para el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Dichas prioridades de conservación incluyen los sitios de mayor importancia ecológica, ya sea que se encuentren en excelente estado o que requieran restauración. El análisis de la información y la selección de estas áreas se realizó los días 10 y 11 de octubre del 2002, cuando 55 científicos expertos en la zona y administradores de recursos se reunieron en Tijuana, Baja California, México, para revisar y discutir el estado del conocimiento sobre el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Durante dos días intensos, el grupo trabajó en conjunto para realizar un ejercicio ecológico que le permitió identificar objetos de conservación (especies, hábitats y procesos biofísicos), así como los sitios específicos –prioridades de conservación– en donde se localizan.

Al identificar estas áreas prioritarias de conservación se hizo hincapié en realizar un “mapa de lo posible”, con base en las oportunidades reales para la conservación y en la cantidad,

calidad y frecuencia de los flujos necesarios para sustentarlas. Es decir, los expertos tomaron decisiones estratégicas y tácticas para detectar solamente aquellas áreas en donde la restauración o la protección fueran prácticas y rentables. Estas áreas prioritarias para la conservación representan una pequeña fracción del área total afectada debido a las modificaciones antropogénicas y a las derivaciones de agua.

Los participantes del taller identificaron 15 prioridades de conservación, las cuales se registraron en un mapa y se describen detalladamente en el capítulo 3. Además, se reconocieron amenazas para las prioridades de conservación, oportunidades para su restauración y sus requerimientos de agua. Por último, se estableció una lista de prioridades de investigación y necesidades de datos, la cual se presenta en el capítulo 4. Con esta información, los autores de este informe (los organizadores del taller) elaboraron las siguientes recomendaciones para la conservación y restauración de los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California.

CONCLUSIONES

- Si bien es necesaria más investigación, ya se cuenta con información suficiente acerca de los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California a fin de determinar las prioridades para la conservación y restauración de la región. Las prioridades identificadas en el taller tienen sólidas bases científicas. En la versión electrónica de este informe, disponible en la página del Sonoran Institute, www.sonoran.org y en la del Instituto Nacional de Ecología, ine.gob.mx, se incluye la bibliografía de las fuentes consultadas, tanto publicadas como inéditas.
- La principal amenaza para los ecosistemas del Delta y Alto Golfo es la ausencia de flujos de agua dulce especialmente destinados a ellos. Los flujos del Río Colorado que en décadas recientes revivieron a los ecosistemas del área son objeto de recortes conforme aumenta el consumo, las transferencias de agua fuera de la cuenca crecen y el cambio climático reduce la producción total de agua en la cuenca. Los flujos del drenaje agrícola y la infiltración de los canales que alimentan a humedales y zonas riparias, como la Ciénega de Santa Clara, los humedales de la Mesa de Andrade y el Río Hardy, no es-

tán garantizados y es probable que disminuyan debido a una mayor eficacia en el uso del agua en la zona.

- ONG e instituciones académicas han hecho compromisos importantes orientados a la conservación y restauración del Delta y el Alto Golfo. No obstante, hasta que los gobiernos federales de Estados Unidos y México hagan de la conservación y la restauración del Delta y el Alto Golfo una prioridad, la salud de estos ecosistemas no estará garantizada y las mejoras a gran escala en la salud de los mismos seguirán siendo inalcanzables.
- Cada uno de los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California tiene distintos atributos, valores y requerimientos de agua. Cada uno se encuentra amenazado por la pérdida del valor de sus recursos y cada uno tiene oportunidades de restauración. Estos ecosistemas están vinculados por su dependencia del régimen hidrológico del Río Colorado.

RECOMENDACIONES

- Estados Unidos y México deberían adoptar inmediatamente políticas que garanticen que no habrá mayores daños a los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California.

- Estados Unidos y México deberían usar la Minuta 306 del *Tratado Internacional México-Estados Unidos relativo al aprovechamiento de las aguas de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo*, como marco de referencia a fin de desarrollar un plan de conservación y restauración para el Delta del Río Colorado.
- Estados Unidos y México deberían comprometerse a un acuerdo para proteger y restaurar los ecosistemas del Delta del Río Colorado y del Alto Golfo de California, según lo definido en las prioridades de conservación identificadas en este informe y que incluya fuentes de agua cuantificadas y especialmente destinadas al medio ambiente, asignadas a través de un acuerdo binacional, mediante estrategias públicas nacionales o por medio de mecanismos de mercado.
- Estados Unidos y México deberían desarrollar y aplicar una estrategia para obtener agua que alimente a los ecosistemas del Delta del Río Colorado y del Alto Golfo de California. Dicha estrategia binacional debería dar por resultado fuentes de agua cuantificadas y especialmente destinadas al medio ambiente, mediante mecanismos como una nueva minuta del tratado internacional de aguas Estados Unidos-México, modifica-



ciones a la legislación ambiental nacional o transacciones de mercado.

- Todos los programas para la protección y restauración de los ecosistemas en la cuenca baja del Río Colorado, incluyendo planes para el Delta y el Mar Salton, deberían reconocer la interrelación de los hábitats acuáticos de la región.
- Todas las entidades involucradas en actividades que pudieran afectar a los ecosistemas de la región deberían realizar consultas con las comunidades locales.
- Dependencias gubernamentales y otras instituciones de financiamiento en ambos países deberían destinar recursos para apoyar la investigación, según lo descrito en el capítulo 4.

LOS PRÓXIMOS PASOS

El Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California han demostrado su capacidad de regeneración y los ecosistemas remanentes poseen un enorme valor a nivel local, regional y continental, a pesar de la drástica reducción de los flujos de agua dulce. Sin embargo, la escasa agua dulce que aún fluye hacia esta área está condenada a desaparecer si no se concretan esfuerzos exitosos de asignación de agua con fines am-

bientales. No sabemos cuándo volverán a presentarse excedentes de agua en la cuenca como los ocurridos de las décadas de 1980 y 1990, y hasta entonces, el Delta y el Alto Golfo necesitarán una asignación deliberada de agua para poder sobrevivir. Ya que dichos requerimientos son realmente modestos (la cantidad de agua requerida por el ecosistema ripario se calcula en aproximadamente 1% del flujo total anual promedio del Río Colorado), la asignación debería ser viable.

Estados Unidos y México han definido un espacio para el estudio y la reflexión sobre la conservación del Delta del Río Colorado, que es el grupo binacional de trabajo establecido para implementar la Minuta 306 del *Tratado Internacional México-Estados Unidos relativo al Aprovechamiento de las Aguas de los Ríos Colorado, Tijuana y Bravo*. Esta minuta es el “marco conceptual para los estudios de Estados Unidos y México a fin de generar recomendaciones respecto de la ecología riparia y estuarina de la parte limítrofe del Río Colorado y su Delta”. Este grupo binacional de trabajo debería ser la sede para la cooperación formal entre ambos países en lo relativo al Delta, y como tal, debería tener en cuenta todas las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, al igual que la totalidad de la información aquí expuesta.

Dos procesos de planeación actualmente en curso pueden ofrecer una oportunidad para llevar a cabo algunas de las recomendaciones emitidas en este informe, específicamente para el corredor ripario del Río Colorado. En Estados Unidos, la etnia Cocopah ha iniciado un estudio de factibilidad para designar la zona limítrofe del Río Colorado como un área internacional protegida. En México, varias organizaciones no gubernamentales trabajan con dependencias de la SEMARNAT y del gobierno estatal para evaluar la viabilidad de proteger todo el corredor ripario del Río Colorado en México.

Muchas organizaciones en ambas naciones ya buscan alternativas que garanticen flujos destinados específicamente a las prioridades de conservación en el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Este informe detalla los requerimientos de agua de esta región y debería contribuir al avance de dichos esfuerzos. Los autores de este informe, al igual que muchos de los participantes en el taller, están comprometidos con la conservación y restauración del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Esperamos que la información presentada aquí inspire a otras organizaciones y dependencias gubernamentales a unirse a este importante esfuerzo.





IDENTIFICACIÓN DE LAS PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

El río desértico más grande del hemisferio occidental, el Colorado, llegó a formar un pródigo delta que desembocaba en el Golfo de California. Extensos bosques de sauces y álamos, ciénegas y otros ecosistemas costeros mantenían a una gran abundancia y diversidad de animales y plantas. El Delta era de vital importancia para las especies de aves residentes y migratorias, que por cientos de miles encontraban alimento y refugio en la zona. En la actualidad, el Delta ha quedado reducido a un 10% de su tamaño original, como consecuencia de 65 años de un intenso manejo del agua para satisfacer necesidades agrícolas, industriales y urbanas en Estados Unidos y México. Al mismo tiempo, las prácticas pesqueras insustentables y el débil cumplimiento de la ley en el Alto Golfo de California –ampliamente reconocido como uno de los mares interiores subtropicales más ricos del mundo– han reducido gravemente las poblaciones de peces, invertebrados y mamíferos marinos, y han alterado los procesos ecológicos en la zona costera marina.

Reconociendo que el Delta no puede ser restaurado a su estado original, ¿qué puede hacerse para proteger y acrecentar lo que aún queda? ¿Cuáles son las áreas naturales remanentes que vale la pena conservar?

¿Por qué merecen ser conservadas? ¿Cuáles son las amenazas que pueden eliminarse o mitigarse según las oportunidades de cada área? El Taller de identificación de prioridades de conservación en el Delta del Río Colorado fue concebido considerando estas preguntas y con la expectativa de que, al responderlas, gobiernos, instituciones científicas y organizaciones no gubernamentales, al igual que usuarios de los recursos y público en general obtendrían la información necesaria para decidir hacia dónde deben dirigirse los esfuerzos de conservación.

Durante casi 20 años, entre 1964 y 1981, mientras se llenaba el lago Powell, el cauce principal del Río Colorado no suministró agua al Delta. No obstante, después de 1981, las inundaciones que ocurrieron en algunos años, así como un flujo mínimo pero continuo, aportaron claros indicios de la capacidad del Delta para reestablecer muchas de sus funciones ecológicas. Algunos estudios han demostrado que el Río Colorado, río abajo de la presa Morelos (el extremo más septentrional del Delta), alberga un número considerablemente mayor de especies nativas de árboles y más humedales que el bajo Río Colorado en Estados Unidos, el cual se extiende desde el lago Mead, hacia el sur, hasta la presa Mo-



relos; y que el Delta funciona como refugio de especies amenazadas y en peligro de extinción en otros lugares de la cuenca. Esto ofrece una promesa especial para el Delta, pues sugiere que flujos de agua dulce relativamente modestos y de aguas salobres manejados adecuadamente podrían estimular considerablemente su recuperación ecológica.

El valor colectivo de los hábitats terrestre, ripario, intermareal y costero del Delta ha sido reconocido de varias formas. Hace diez años, el gobierno mexicano le brindó protección al decretar 930,777 ha como Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y el Delta del Río Colorado (Reserva de la Biosfera). Dos ejercicios para establecer prioridades ecológicas, uno para la Ecorregión del Desierto Sonorense (Marsall *et al.*, 2000), realizado en 1998, y otro para la Ecorregión del Golfo de California (World Wildlife Fund, 2004), han destacado al Delta y al Alto Golfo como sitios de importancia especial para la conservación a escala regional. Además, políticas para un mejor manejo de las pesquerías y prácticas de pesca alternativas están surtiendo efecto en el Alto Golfo. A pesar de estos avances positivos, el Delta del Colorado sigue clasificado como uno de los diez ríos más amenazados de América del Norte (American Rivers, 1998). Es probable que la demanda de agua del Río Colorado se incremente a medida que la población del área crece, el clima se torna más cálido y las actividades pesqueras y de desarrollo costero aumentan en la parte norte del Golfo de California. Las presiones sobre los hábitats del Delta que aún conservan su riqueza seguramente serán mayores.

¿ PARA QUÉ REALIZAR UN TALLER ?

En los últimos seis años, se han llevado a cabo cinco grandes simposios o reuniones sobre el Delta del Río Colorado (San Luis Río Colorado, Sonora, 1998; Mexicali, Baja California, 1999; Riverside, California, 2000; Washington, D. C., 2000; Mexicali, Baja California, 2001). Si bien todos han sido importantes para fomentar mayor conciencia sobre los aspectos científicos, económicos y ambientales del Delta y las estrategias para su restauración, ninguno respondió a la necesidad básica de una sólida planeación para la conservación. Dichas reuniones carecieron también de un análisis detallado para identificar las áreas prioritarias para la conservación y sentar las bases para un amplio plan de conservación. El taller de Mexicali en el 2001 y su informe son las actividades más recientes realizadas en el marco de la Minuta 306, la cual fue firmada por Estados Unidos y México como un marco para el desarrollo de un plan para la conservación y restauración del Delta del Río Colorado. Recientemente se integró un comité binacional para un análisis más profundo de los asuntos relativos a la conservación del Delta.

Al reunir a 55 científicos estadounidenses y mexicanos, administradores de agua y usuarios locales de los recursos, este taller ofreció, por primera vez, oportunidades para trabajar de manera interdisciplinaria en el análisis de la información más reciente sobre el Delta. El objetivo de cada sesión consistió en estimar la importancia biológica de las áreas del Delta, sus amenazas y oportunidades para la conservación. Con esta información, los participantes estuvieron en posibilidad de identificar una red de sitios prioritarios para la conservación que, con un manejo adecuado, pueden asegurar la persistencia de la diversidad de plantas y animales a largo plazo. Esto in-



cluye tanto especies raras como especies comunes, comunidades de vegetación nativa y procesos ecológicos necesarios para mantener a estos elementos de la biodiversidad.

Al identificar dichos sitios se enfatizó la necesidad de crear un “mapa de lo posible”, con base en las oportunidades reales para la conservación y en la cantidad, calidad y frecuencia de los flujos necesarios para mantenerlos. Es decir, los científicos tomaron decisiones estratégicas y tácticas para identificar solamente aquellas áreas en donde la restauración o la protección eran prácticas y rentables. Estas áreas prioritarias para la conservación representan sólo una pequeña fracción del área total afectada por modificaciones antropogénicas y derivaciones de agua. Asimismo, un análisis del estado del conocimiento y de los vacíos de conocimiento permitió a los participantes identificar las necesidades prioritarias de investigación.

EXPERTOS

Individuos de Estados Unidos y México con experiencia personal y conocimientos sobre el Delta. Este grupo incluyó científicos de universidades, organizaciones no gubernamentales y dependencias gubernamentales, así como representantes de grupos de usuarios de los recursos, como pescadores y grupos étnicos.

OBSERVADORES

Representantes de grupos interesados de Estados Unidos y México que pudieran no tener conocimiento directo sobre los ecosistemas del Delta, pero que tienen interés en los procesos y productos del taller. Este grupo incluyó representantes de organizaciones no gubernamentales, dependencias gubernamentales federales y estatales, y grupos de usuarios del agua.

ÁREAS DE INTERÉS

El taller se enfocó a la región del Delta en México, así como a la porción estadounidense a lo largo de la frontera internacional formada por el Río Colorado. La superficie total (1,214,100 ha) incluyó no sólo áreas terrestres (607,050 ha), sino también la zona intermareal y costera (607.050 ha), siguiendo los límites de la Reserva de la Biosfera.

El área de interés se dividió en siete zonas ecológicas de acuerdo con distintas características biofísicas (véase cuadro 1.1 y figura 1.1). Estas zonas son importantes para el Delta, tanto en el contexto local como en el regional de las funciones ecológicas; por ejemplo, como parte de la ruta del Pacífico para aves migratorias.

TABLA 1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS ECOLÓGICAS USADAS EN EL TALLER

Zona ecológica	Descripción	Hectáreas	Tipo de hábitat
Corredor ripario	Río Colorado, desde la presa Morelos hasta la confluencia con el Río Hardy.	26,468	Bosque de álamos y sauces entremezclado con pino salado y otros arbustos nativos
Río Hardy	Cuenca del Río Hardy, desde Cerro Prieto hasta la confluencia con el Colorado, incluyendo el Río Pescaderos	18,314	Río perenne con marismas de tule y pino salado en los bancos del río
Intermareal	De la línea costera río arriba hasta la confluencia de los ríos Hardy y Colorado	63,893	Planicies lodosas y de pastos salados
Costera/marina	Aguas costeras en el Alto Golfo	563,229	Predominio de bentos de arena y lodo con afloramientos rocosos ocasionales
Humedales alejados del canal	Incluye Ciénega de Santa Clara y humedales El Doctor, Cerro Prieto, Laguna El Indio y Mesa de Andrade	76,080	Marismas de tule, planicies lodosas, pozas y lagunas
Cuenca de la laguna Salada	Laguna Salada y otras áreas sujetas a inundaciones durante mareas altas extremas o grandes avenidas del Río Colorado.	239,233	Cuencas someras de inundación
Terrenos de cultivo	Distrito de Riego 014 y otros terrenos de cultivo	277,443	Paisaje agrícola con vegetación emergente a lo largo de los drenes

Superficie total 1,264,659

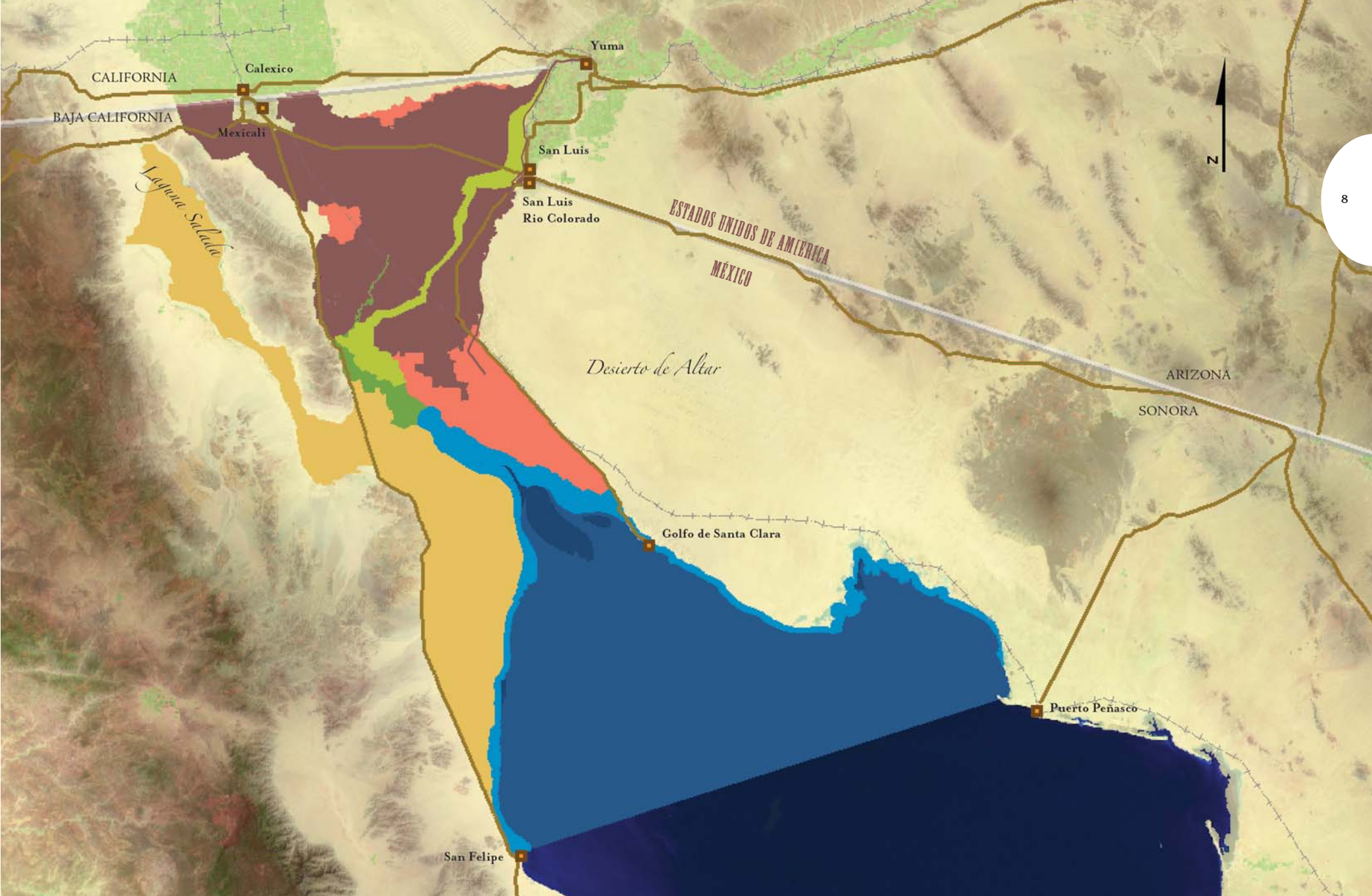


FIGURA 1.1 MAPA DE LAS ZONAS ECOLÓGICAS USADAS EN EL TALLER

- | | | | | | | | |
|---|------------------|---|----------------|---|------------------------------|---|--------------------|
|  | Corredor ripario |  | Intermareal |  | Humedales alejados del canal |  | Terrenos agrícolas |
|  | Río Hardy |  | Costera/marina |  | Cuenca de la Laguna Salada | | |

EL PROCESO DEL TALLER

A fin de realizar un mapa de las prioridades de conservación en el Delta del Río Colorado, los autores del taller diseñaron un proceso para elaborar mapas de los recursos geográficos y biológicos de la región del Delta, con base en datos publicados y del dominio público, y para involucrar a los expertos en el análisis de estos recursos y sus relaciones. El taller consistió en un proceso de tres partes, ilustrado en la figura 1.2. Los detalles de la metodología del taller se describen en el Apéndice 1.

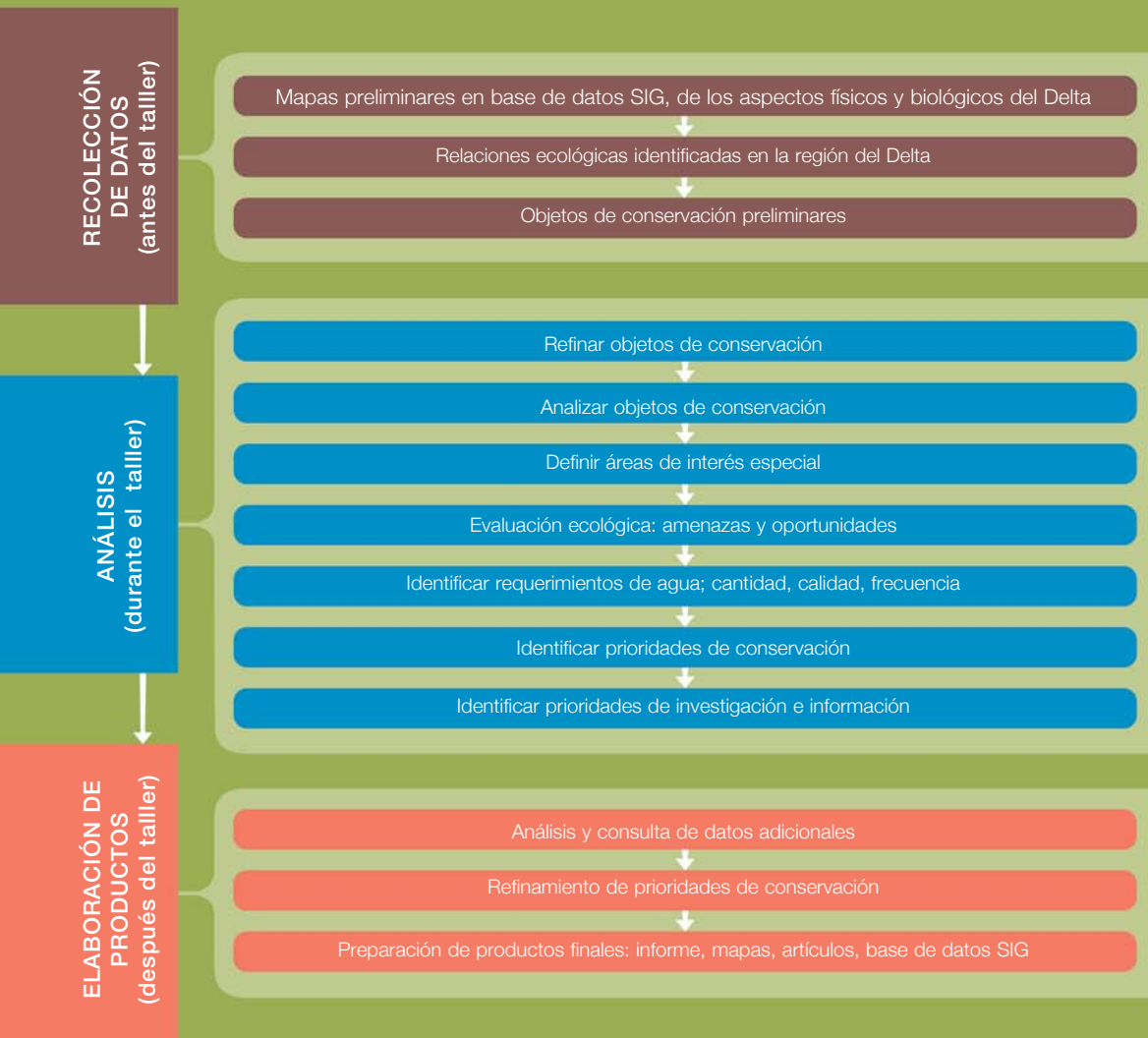


FIGURA 1.2. PROCESO DE TRES FASES USADO EN EL TALLER

DEFINICIONES

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

Áreas que necesitan urgentemente acciones de conservación



AMENAZAS

Impactos en las características biológicas (desmonte, quema, explotación de la vegetación) o físicas (cambios en la morfología del río)



OPORTUNIDADES

Mejoras biológicas o físicas que pueden implementarse para mantener o ampliar las funciones ecológicas del Delta



OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Resumen de los objetos de conservación como se presentan en el capítulo 2

PRINCIPALES ESPECIES OBJETIVO

- Aves que dependen del hábitat ripario para su reproducción (por ejemplo, mosquero saucero y cucú piquiamarillo)
- Aves de marisma (por ejemplo, garcita de tular, ralito negro, palmoteador de Yuma y rascón limícola)
- Aves migratorias terrestres y acuáticas
- Aves acuáticas anidantes
- La mayoría de los anfibios y reptiles acuáticos nativos
- Castores
- Pez perrito del desierto
- Pasto salado
- Vaquita y totoaba
- Almeja del Delta del Río Colorado
- Curvina golfina
- Especies de camarón
- Carpita elegante
- Matalote jorobado
- Plagóptero plateado
- Ballena azul
- Delfín nariz de botella
- León marino de California



PRINCIPALES HÁBITATS

OBJETIVO

- Bosque ripario de sauces y álamos
- Tramos de río perennes con tule y vegetación riparia
- Lagunas salobres para el pez perrito del desierto
- Marismas
- Humedales estuarinos remanentes
- Planicies de pasto salado
- Toda la zona marina

PRINCIPALES PROCESOS OBJETIVO

- Ciclos vitales de especies de invertebrados y vertebrados
- Transporte y acumulación de sedimentos naturales
- Hidrología: flujos superficiales y subterráneos de base y de inundación, en el río y otros humedales
- Mezcla de agua dulce y marina y presencia de corrientes de marea



2

OBJETOS DE CONSERVACIÓN



Los objetos de conservación fueron los bloques de construcción que se utilizaron en el taller a fin de determinar las prioridades de conservación. El éxito en la protección de estos objetos de conservación aumenta las posibilidades de conservar otros recursos. Así, un objeto de conservación se define como un conjunto de atributos biológicos y físicos, o una combinación de atributos bióticos y abióticos, que representan la biodiversidad del Delta y cuya conservación incrementa las oportunidades de conservar otros recursos vivos (Grove *et al.*, 2002). Los objetos de conservación pueden ser especies, comunidades, ecosistemas o atributos físicos como las características hidrológicas importantes. Para los fines del taller, los expertos identificaron objetos de conservación en cinco grupos temáticos:



Cada grupo de expertos identificó y describió objetos de conservación para las siete zonas ecológicas dentro del área de estudio del Delta del Río Colorado y, cuando fue posible, identificó y documentó su importancia. Algunos grupos de expertos iniciaron el ejercicio con listas preliminares de objetos de conservación, incluyendo listas de especies identificadas en ejercicios previos de establecimiento de prioridades, mientras que otros

comenzaron por identificar los objetos desde el principio, basándose únicamente en el conocimiento colectivo de los participantes. Aunque no se contaba con información extensa disponible sobre la totalidad de especies de flora y fauna, el tamaño relativamente pequeño del área de estudio del Delta del Río Colorado, comparado con otros ejercicios de este tipo (como los realizados para el Desierto Sonorense y el Golfo de California), simplificó la

tarea de identificación de objetos de conservación. No obstante, aún se requiere información adicional sobre algunos objetos. El presente capítulo resume los resultados del ejercicio de determinación de objetos de conservación por grupo temático. Los recuadros señalan los principales objetos de conservación agrupados por tipo: especies, hábitats y procesos. En el Apéndice 2 se presenta la descripción detallada de cada objeto.



Recursos costeros y marinos

PARTICIPANTES

SAÚL ÁLVAREZ BORREGO

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

JUAN CARLOS BARRERA

World Wildlife Fund—Programa Golfo of California

RICK BRUSCA

Arizona—Sonora Desert Museum

LUIS CALDERÓN AGUILERA

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

MARÍA DE LOS ÁNGELES CARVAJAL

Conservation International—Programa Golfo of California

KARL FLESSA

University of Arizona

MANUEL S. GALINDO BECT

Instituto de Investigación Oceanológicas—Universidad Autónoma de Baja California

ANDREA KAUS

University of California Institute for Mexico and the U.S.

LAURA MARTÍNEZ

ProEsteros

PEGGY TURK-BOYER

Centro Intelectual para el Estudio de Desiertos y Océanos

JAQUELINE GARCÍA

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Facilitador

MIRIAM REZA

World Wildlife Fund—Programa Golfo of California, equipo de sistemas de información geográfica

MARTIN SALGADO

Relator

OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Como objetos de conservación, el grupo eligió cinco especies, seis procesos biológicos y físicos y un tipo de hábitat.

ESPECIES

El grupo eligió dos especies en peligro de extinción como objetos de conservación: la vaquita (*Phocoena sinus*) y la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), ambos endémicos de la región. Asimismo, tres especies que no gozan de protección fueron seleccionadas como objetivo: la almeja del Delta del Río Colorado (*Mulinia coloradoensis*), la curvina golfina (*Cynoscion othonepterus*) y algunas especies de camarón (camarón azul: *Litopenaeus stylirostris*; y camarón café: *Farfantepenaeus californiensis*). Las dos primeras son endémicas del área de estudio, mientras que la pesca del camarón representa la industria pesquera más importante del Alto Golfo de California. El grupo estableció como meta de conservación la sustentabilidad de las poblaciones viables para cada una de las especies identificadas como objetivo.

PROCESOS

Los participantes identificaron como objetos de conservación a una serie de procesos biológicos y físicos. Los ciclos vitales de invertebrados y vertebrados fueron seleccionados debido a su importancia como procesos biológicos que afectan a muchas otras especies. La meta de conservación consiste en preservar dichos ciclos vitales por medio de la protección de su hábitat y del mantenimiento de los procesos

físicos de los cuales dependen. El proceso físico de mezcla de agua dulce y marina, y la presencia de corrientes de marea fueron elegidos puesto que afectan ciclos vitales y otros procesos biológicos. Por último, el grupo identificó como meta de conservación al flujo de agua subterránea hacia los humedales fuera del canal, como los de El Doctor, al igual que el proceso de transporte de sedimentos, debido a su influencia sobre la morfología del Delta.

HÁBITATS

El grupo identificó como objeto de conservación a los remanentes de los grandes humedales estuarinos que existieron históricamente en el Delta, debido a la función clave que desempeñan en el ciclo vital de muchas especies, por ejemplo como sitio de desove o crianza para especies de vertebrados e invertebrados marinos que, en última instancia, son importantes para otras especies como aves y mamíferos marinos.



FALTA DE CONOCIMIENTO

- Cantidad de agua dulce que fluye al Alto Golfo y flujos mínimos de agua dulce requeridos en el ecosistema marino.
- Impactos en el ecosistema marino de la pesca de arrastre del camarón.
- Impactos del desarrollo turístico.
- Línea de base para monitoreo de procesos físicos, químicos y biológicos en el Alto Golfo.





Peces y mamíferos marinos

PARTICIPANTES

JOSÉ CAMPOY

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas—
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

RICHARD CUDNEY

University of Arizona

MÓNICA GONZÁLEZ

Comunidad Cocapah

LAURA HERBRANSON

Bureau of Reclamation

LORENZO ROJAS

Instituto Nacional de Ecología

SUSANA ROJAS

Pronatura, A.C.

MARTHA ROMÁN

Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo
Sustentable del Estado de Sonora

GORGONIO RUIZ

Universidad Autónoma de Baja California

STEVE CORNELIUS

Sonoran Institute, facilitador

IVÁN PARRA

World Wildlife Fund—Programa Golfo of California,
equipo de sistemas de información geográfica

MIRIAM LARA

Pronatura Sonora, relator

OBJETOS DE CONSERVACIÓN

El grupo de expertos en peces y mamíferos marinos identificó muchas especies como objeto de conservación, aunque no reconoció ningún proceso o hábitat.

ESPECIES

El grupo incluyó a todas las especies nativas de peces de agua dulce extintas o en sumo peligro de extinción como objetos para la conservación, poniendo énfasis especial en el pez perrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), la carpita elegante (*Gila elegans*), el matalote jorobado (*Xyrauchen texanus*) y el plagóptero plateado (*Plagopterus argentissimus*). No se incluyeron tortugas marinas, puesto que su área de distribución está principalmente confinada al medio y bajo Golfo.

Entre los mamíferos marinos, el grupo eligió como especie en peligro de extinción a la vaquita (*Phocoena sinus*), a la ballena azul (*Balaenoptera physalus*) como representante de las grandes ballenas, al delfín de nariz de botella (*Tursiops truncatus*) como indicador de la salud del ecosistema y al león marino de California (*Zalophus californianus*).

En el caso de los elasmobranquios (tiburones y rayas), el grupo eligió a la manta raya (*Manta birostris*) y al cazón (*Rhizoprionodon longurio*) como objetivos. De los peces óseos marinos, fueron seleccionadas especies representativas entre las familias que tienen especial importancia en el Alto Golfo. En cuanto a los aterínidos (gruñones) y engráulidos (anchoas), el grupo eligió como objetivos al gruñón (*Colpichthys hubbsi*), la anchoveta bocona (*Cetengraulis mysticetus*) y la anchoa helle-

ri (*Anchoa helleri*), respectivamente. Entre los sciaénidos (curvinas), el chano norteño (*Micropogonias megalops*), la totoaba (*Totoaba mcdonaldi*) y la curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*) fueron seleccionados. Entre los serránidos (garropas), los participantes escogidos a la baqueta (*Epinephelus acanthistius*) para los fondos lodosos profundos, y a la Baya (*Mycteroperca jordani*) para los fondos rocosos.

Además de estas especies objetivo, el grupo identificó otras especies de interés especial, aunque éstas no se registraron en el mapa. Entre ellas: el tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*), el tiburón cornudo común (*Sphyrna lewini*) y el tiburón ballena (*Rhincodon typus*); dos serránidos: la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*) y la pescara (*Streolepis gigas*); y un pargo (*Hoplopagrus guntheri*). A pesar de que no se identificaron tortugas marinas como objetos de conservación, el grupo señaló dos especies de interés especial: la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Se propuso que los mamíferos marinos sirvieran como grupo paraguas para el ecosistema (grupo de especies similares) del Alto Golfo.

El grupo consideró agregar a la lista de objetos de conservación ciertas especies de peces exóticos de agua dulce como la tilapia (*Oreochromis* spp.) y la lobina (*Micropterus salmoides*), por su importancia para la pesca deportiva y para las pesquerías de subsistencia. Sin embargo, llegaron a la conclusión de que la lista de objetivos sólo debería incluir especies nativas.

FALTA DE CONOCIMIENTO

Los mamíferos marinos fueron señalados como un grupo que requiere atención especial en cuanto a monitoreo a largo plazo. También se detectaron necesidades de investigación específicas para:

- lobos marinos
- delfín nariz de botella
- manta rayas
- todos los tiburones
- tortugas y mamíferos marinos (particularmente registro de encallamientos de animales moribundos).





Vertebrados terrestres

PARTICIPANTS

DANIEL W. ANDERSON
University of California—Davis

HORACIO DE LA CUEVA
Centro de Investigación Científica y Educación Superior
de Ensenada

KIMBALL L. GARRETT
Natural History Museum of Los Angeles

OSVEL HINOJOSA HUERTA
Pronatura Sonora and University of Arizona

STEVE LATTA
Point Reyes Bird Observatory

ERIC MELLINK BIJTEL
Centro de Investigación Científica y Educación Superior
de Ensenada

ROBERT MESTA
U.S. Fish and Wildlife Service—Sonoran Joint Venture

KATHY G. MOLINA
University of California—Los Angeles

EDUARDO PALACIOS
Centro de Investigación Científica y Educación Superior
de Ensenada—Baja California Sur

RAY STENDELL
Salton Sea Science Office

JENNIFER PITT
Environmental Defense. Facilitador

MARCIA MORENO
University of Arizona, Geographic Information
Systems team

ENRIQUE ZAMORA
Pronatura Sonora. Relator

OBJETOS DE CONSERVACIÓN

El grupo de expertos en vertebrados terrestres identificó especies y hábitats específicos, relacionados con estos objetos de conservación, pero no reconoció ningún proceso.

ESPECIES

Al identificar los objetos de conservación, el equipo integró muchas especies en grupos. La información sobre las especies de aves estuvo mucho más completa que para otras especies de vertebrados. Esto permitió a los participantes desarrollar una lista completa de las especies de aves, la cual aparece de manera detallada en el Apéndice 3. Con base en los resultados del taller, Pronatura coordinó la elaboración del Plan de conservación de aves para el Delta del Río Colorado, Baja California y Sonora, México (Hinojosa Huerta *et al.*, 2004a). Si desea obtener una descripción completa del estado actual de las especies de aves y las acciones requeridas para su manejo, por favor consulte dicho programa (disponible en el CD-ROM que acompaña a este informe).

Ocho aves de marisma se integraron como un objetivo de conservación. Cuatro de ellas son de interés focal o especial: la garcita de tular (*Ixobrychus exilis*), el ralito negro (*Laterallus jamaicensis coturniculus*), el palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) y el rascón limícola (*Rallus limicola*). El palmoteador de Yuma es endémico del Delta y el bajo Río Colorado, está protegido como especie amenazada en México y como especie en peligro de extinción en Estados Unidos, mientras que el ralito negro se encuentra en

peligro de extinción en México y en California y está clasificado como especie prioritaria para la conservación en Estados Unidos. La meta de conservación para este grupo es la protección y expansión de los humedales, que son un hábitat esencial para estas especies.

Los objetos de conservación del grupo de aves acuáticas anidantes están conformado por doce especies. Algunas de ellas se encuentran protegidas en México por la Ley del Tratado sobre Aves Migratorias y la Ley de Especies en Peligro de Extinción. Estas especies están vinculadas con sitios específicos del Delta, tales como El Doctor, Cerro Prieto, Isla Montague y las planicies de la Flor del Desierto. La meta de conservación es mantener sitios adecuados para que las aves puedan anidar, descansar y alimentarse.

Los objetos de conservación del grupo de aves que dependen del hábitat ripario para su reproducción incluyen 15 especies. Estas especies están vinculadas con el bosque ripario nativo, que ha quedado reducido a aproximadamente 2% de su extensión original en el Delta del Río Colorado. Como consecuencia, la legislación estadounidense ha señalado al mosquero saucero (*Empidonax traillii extimus*) como una especie en peligro de extinción y al cucú piquiamarillo (*Coccyzus americanus occidentales*) como especie candidata para la lista. La meta de conservación para estas especies es conservar y extender los bosques riparios nativos de álamos y sauces y controlar las especies exóticas a fin de establecer grandes tramos contiguos de bosque nativo.

El grupo identificó dos objetos de conservación para las especies de aves migratorias: aves migratorias terrestres y aves migratorias acuáticas. Dichos objetos señalan la función esencial que desempeña el Delta como escala en las rutas migratorias. En el caso de las aves migratorias terrestres, el Delta es particularmente importante en primavera y, en menor grado, en otoño e invierno. Por otra parte, para las aves migratorias acuáticas el Delta es más importante en invierno, sobre todo para la población occidental de pelícanos blancos (incluyendo aquellos que utilizan el Mar Salton), al igual que para las muchas especies de aves playeras que en grandes cantidades utilizan la zona para pasar el invierno y descansar. En ambos casos, la meta de conservación consiste en asegurar que el Delta continúe ofreciendo un hábitat adecuado para dichas especies.

El grupo identificó a la mayoría de las especies nativas de anfibios y reptiles acuáticos endémicos del Desierto Sonorense como objetos de conservación. Este grupo incluye el sapo del Río Colorado (*Bufo alvarium*), la rana de Yavapai (*Rana yavapaiensis*), la tortuga de Sonora (*Kinosteron sonorensis*), y la culebra-listonada manchada (*Thamnophis marcianus*). Estas especies indican la calidad de los hábitats acuáticos de agua dulce. Las poblaciones de estas especies han disminuido de manera considerable. La *Rana yavapaiensis* probablemente ya ha sido erradicada del Delta, mientras que la *Kinosteron sonorensis* nunca ha sido detectada en la parte mexicana del mismo. La meta de conservación para este objetivo es aumentar las poblaciones de estas especies.

Por último, el grupo identificó dos especies como objetos de conservación: el castor (*Castor canadensis*) y el pasto salado (*Distichlis palmerii*). El castor es importante como indicador del hábitat dulceacuícola y por su labor al crear humedales por medio de la construcción de presas. En el caso del Delta, los castores bajan de aguas arriba cuando el río flu-

ye más allá de la Presa Morelos. El pasto salado es una especie endémica y un indicador de la presencia de agua dulce en la zona intermareal, puesto que requiere de agua dulce para su reproducción sexual.

HÁBITATS

Además de los hábitats relacionados con los objetos de conservación antes mencionados, el grupo señaló a la zona marina como un objeto de conservación debido a su relevancia como área de dispersión post-reproductiva para pelícanos (*Pelecanus* spp.), zambullidores (*Podiceps* spp.), gallitos marinos (*Sterna* spp.) y gaviotas (*Larus* spp.), y como zona de alimentación para aves acuáticas anidantes.

FALTA DE CONOCIMIENTO

En general, se contó con una buena cantidad de información sobre muchas de las especies de los distintos objetos de conservación. Sin embargo, se encontraron los siguientes vacíos:

- Información general y específica acerca de los anfibios y de los reptiles acuáticos.
- Datos de monitoreo a largo plazo sobre aves de marisma y aves migratorias terrestres.
- Tasas vitales y de abundancia para aquellas especies de aves que dependen del hábitat ripario para su reproducción.





Habitat y vegetación

PARTICIPANTS

MARK BRIGGS

Ecólogo de sistemas riparios

RICHARD FELGER

Dryland Institute

EDWARD GLENN

University of Arizona

SILVIA IBARRA-OBANDO

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

ZANE MARSHALL

Southern Nevada Water Authority

PAM NAGLER

University of Arizona

JAMES PEASE

Oregon State University

CHARLIE SANCHEZ

U.S. Fish and Wildlife Service

CARLOS VALDÉS CASILLAS

Comisión para la Cooperación Ambiental

GERALD ZIMMERMAN

Colorado River Board of California

MEREDITH DE LA GARZA

Pronatura Sonora, facilitadora

JOSÉ MARÍA BELTRAN

Pronatura Noroeste, equipo de sistemas de información geográfica

YAMILETT CARRILLO

Pronatura Sonora, relator

OBJETOS DE CONSERVACIÓN

El grupo de expertos sobre hábitat y vegetación utilizó un enfoque de gran escala a fin de identificar los objetos de conservación para hábitats y especies de vegetación específicas relacionadas con los primeros, aunque no identificó ningún proceso.

HÁBITATS

El grupo discutió la utilidad de identificar sitios individuales comparado con la "señalización de toda el área". Para los fines del taller y para apoyar a los administradores del agua, se definió que sería preferible definir áreas prioritarias. Al separar los grandes hábitats en hábitats menores, verdaderamente singulares, se evitaría el riesgo de ignorar su importancia particular. No obstante, el grupo estuvo de acuerdo en que los sitios de menor tamaño eventualmente podrían combinarse para formar áreas mayores, y ecológicamente más funcionales.

Al final, el grupo identificó catorce tipos de hábitat como objetos de conservación. Entre ellos se encuentran tres en la zona riparia del Colorado: la zona límite; el tramo que va de San Luis Río Colorado, hacia el sur, hasta el Puente del Ferrocarril; y el tramo que va del Puente del Ferrocarril, hacia el sur, hasta la confluencia con el Río Hardy. Otros objetos de conservación incluyen un tributario, el Río Hardy; un pantano (ciénega con árboles); una zona intermareal (planicies de *Distichlis palmerii*); siete humedales fuera del canal (que abarcan Mesa de Sonora, Mesa de An-

drade, laguna El Indio, humedales El Doctor, Ciénega de Santa Clara, Cerro Prieto, y pozos La Salina); y tierras agrícolas abandonadas. La Reserva de la Biosfera brinda protección formal a cuatro de los humedales alejados del canal. El resto de los hábitats son de propiedad privada o están administrados por la Comisión Nacional del Agua y no reciben ninguna consideración especial en cuanto a conservación.

El grupo concluyó que las condiciones de los hábitats van desde prístinas o excelentes en varios de los humedales alejados del canal, hasta considerablemente alteradas en el Río Hardy, Laguna El Indio y terrenos agrícolas abandonados. Las tierras que recibieron consideración especial por la cantidad y calidad de la vegetación fueron los tramos del cauce principal del Río Colorado: el tramo límite y el tramo San Luis-Puente del Ferrocarril; además, la Mesa de Sonora y los humedales de la Mesa de Andrade. El único hábitat endémico fue el de las planicies de *Distichlis palmerii* en la zona intermareal. Los hábitats señalados como con grandes oportunidades para la restauración fueron todos los tramos del cauce principal del Río Colorado y las tierras agrícolas abandonadas.

El grupo también hizo énfasis en las áreas con cualidades o propiedades únicas, incluyendo la Ciénega de Santa Clara, que es el humedal de agua dulce más grande del Delta; el Río Hardy, como el tramo más extenso de vegetación continua (aunque de pino salado); el tramo del Río Colorado que va de San Luis al Puente del Ferrocarril, por la excelente mor-

fología del canal y sus condiciones regenerativas; el tramo entre el Puente del Ferrocarril y la confluencia del Río Hardy, por la cantidad de flujos de retorno agrícola; Cerro Prieto, por la población más extensa de pez perrito del desierto; y el Río Hardy, por ser una importante zona de pesquerías, sobre todo en periodos de inundación y mareas altas cuando se convierte en un continuo con la Laguna Salada.

FALTA DE CONOCIMIENTO

El grupo detectó la necesidad de obtener:

- La morfología detallada de la planicie del Río Colorado.
- El mapa detallado y completo de la vegetación.





Características hidrológicas

PARTICIPANTES

LARRY ANDERSON

Utah Division of Water Resources

FRANCISCO BERNAL

Comisión Internacional de Límites y Aguas

TOM GARR

Arizona Department of Water

JOSÉ LUIS CASTRO

Colegio de la Frontera Norte

MICHAEL COHEN

Pacific Institute

WAYNE COOK

Upper Colorado River Commission

LORRI GRAY

Bureau of Reclamation

ALEJANDRO HINOJOSA

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

KATE HUCKLEBRIDGE

University of California, Berkeley

ROBERTO MEJIA

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

JANET MONACO

Southern Nevada Water Authority

SAM SPILLER

U.S. Fish and Wildlife Service

FRANCISCO ZAMORA

Sonoran Institute, facilitador

MARY LÓPEZ

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, equipo de sistemas de información geográfica

CHERYL LORD-HERNANDEZ

Sonoran Institute, relator

OBJETOS DE CONSERVACIÓN

Para los objetos de conservación para los procesos hidrológicos, el grupo centró su análisis en los atributos hidrológicos del área de estudio, considerados importantes en términos de funcionamiento del río y control de inundaciones, y en aquéllos relevantes para el mantenimiento de la salud de los ecosistemas riparios. La mayor parte de esta información proviene del informe *Missing Water Report* (Cohen y Henges-Jeck, 2001). Si bien la carencia de información esencial y detallada impidió la identificación precisa de los objetivos en el taller, las reunida posteriormente por los autores de este informe se uso para afinar el área geográfica de estos objetivos. Debido a la singular naturaleza de los objetos de conservación para la forma y función hidrológica, la estructura de esta sección difiere del resto.

CAUCE PRINCIPAL Y LAGUNAS RIPARIAS

El grupo identificó los procesos hidrológicos que sustentan a la sección limítrofe como objetos de conservación, ya que esta sección es más propensa a tener agua permanentemente durante el año en el canal principal (véase el cuadro 2.1). Estos procesos incluyen la que fluye de manera relativamente constante más allá de la Presa Morelos; flujos de inundación más allá de la Presa Morelos; aguas que desembocan en el canal principal provenientes de escurrimientos de riego locales, y aguas subterráneas que fluyen al canal. También las lagunas riparias en la zona limítrofe se alimentan de flujos subterráneos o drenaje agrícola. El excelente estado de la vegetación nativa,

y la formación estacional de lagunas y meandros, base de la producción de alimento para mantener a las aves residentes y migratorias en el tramo limítrofe del río, son buenos indicadores de la importancia ecológica de estos flujos.

SISTEMA DE DRENAJE Y ÁREAS RECEPTORAS

Otro atributo importante del Delta es el sistema de drenaje agrícola, que captura los flujos de retorno y permite el drenado de tierras agrícolas cercanas. Esta agua se entrega mediante vertedores en varios sitios del Delta. Se identificaron las fuentes de drenaje agrícola como objetos de conservación, entre ellos: los flujos provenientes de la Extensión Principal del Canal de Descarga a la Ciénega de Santa Clara; los flujos hacia la Laguna El Indio; los del Dren Plan de Ayala que inundan la zona donde el dren intersecta con el bordo; y las aguas que entran a la planicie de inundación del Río Colorado entre Benito Juárez (aproximadamente 5 km al norte del Puente del Ferrocarril) y el vado Carranza. Es importante señalar que estos flujos se originan en las tierras de riego de los valles agrícolas de Mexicali y San Luis, excepto por las aguas que fluyen a la Ciénega de Santa Clara, que provienen del Distrito de Riego y Drenaje Wellton-Mohawk en Estados Unidos (véase el cuadro 2.1).

Las aguas negras tratadas y no tratadas son otra fuente de agua para el Delta. El sistema de drenaje de la ciudad de San Luis Río Colorado libera anualmente aproximadamente 13 millones de m³ de agua a la corriente principal del Río Co-

lorado. Los planes para construir una planta de tratamiento en San Luis podrían poner en peligro estos flujos, ya que la entrega de agua tratada al río no está garantizada. También existen planes de una nueva planta para tratar una parte de las aguas negras de Mexicali; llamada Mexicali II Las Arenitas, que entrará en operación en el 2006 y podría liberar aproximadamente 0.5 m³/seg durante los primeros años de operación, equiparable al volumen del drenaje de la agricultura que fluye al Río Hardy durante la temporada baja de esta actividad. Funcionando a toda su capacidad, la planta podría liberar hasta 0.8 m³/seg.

DERRAMES OPERACIONALES Y ÁREAS RECEPTORAS

Cuando las aguas del Río Colorado fluyen a México por la Presa Morelos y son desviadas hacia el Canal Central, pero no son utilizadas para riego (debido, por ejemplo, a la precipitación pluvial que provoca la cancelación de una orden de suministro de agua), la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el distrito de riego evitan desbordamientos en los canales devolviendo el agua al cauce principal del río. Esto se conoce como “transferencias operacionales” que tienen lugar principalmente en dos sitios de desagüe: el Km 27 y el Canal Barrote. El grupo identificó estas transferencias operacionales en dichos desagües como objetos de conservación.

ZONA INTERMAREAL

La zona intermareal, que se extiende desde 16 km río arriba de la confluencia de los ríos Hardy y Colorado hasta 48 km abajo de la desembocadura de éste en el Alto Golfo, se eligió como objetivo de conservación por su importancia para la productividad del estuario, por proveer hábitat para la cría de macro invertebrados y peces de valor comercial y por la producción de alimento para las aves migratorias de los humedales.

TABLA 2.1 DESCARGAS DE AGUA AL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO COLORADO, AGUAS ABAJO DE LA PRESA MORELOS Y EL RÍO HARDY, 1998-2002 (MILLONES DE M³)

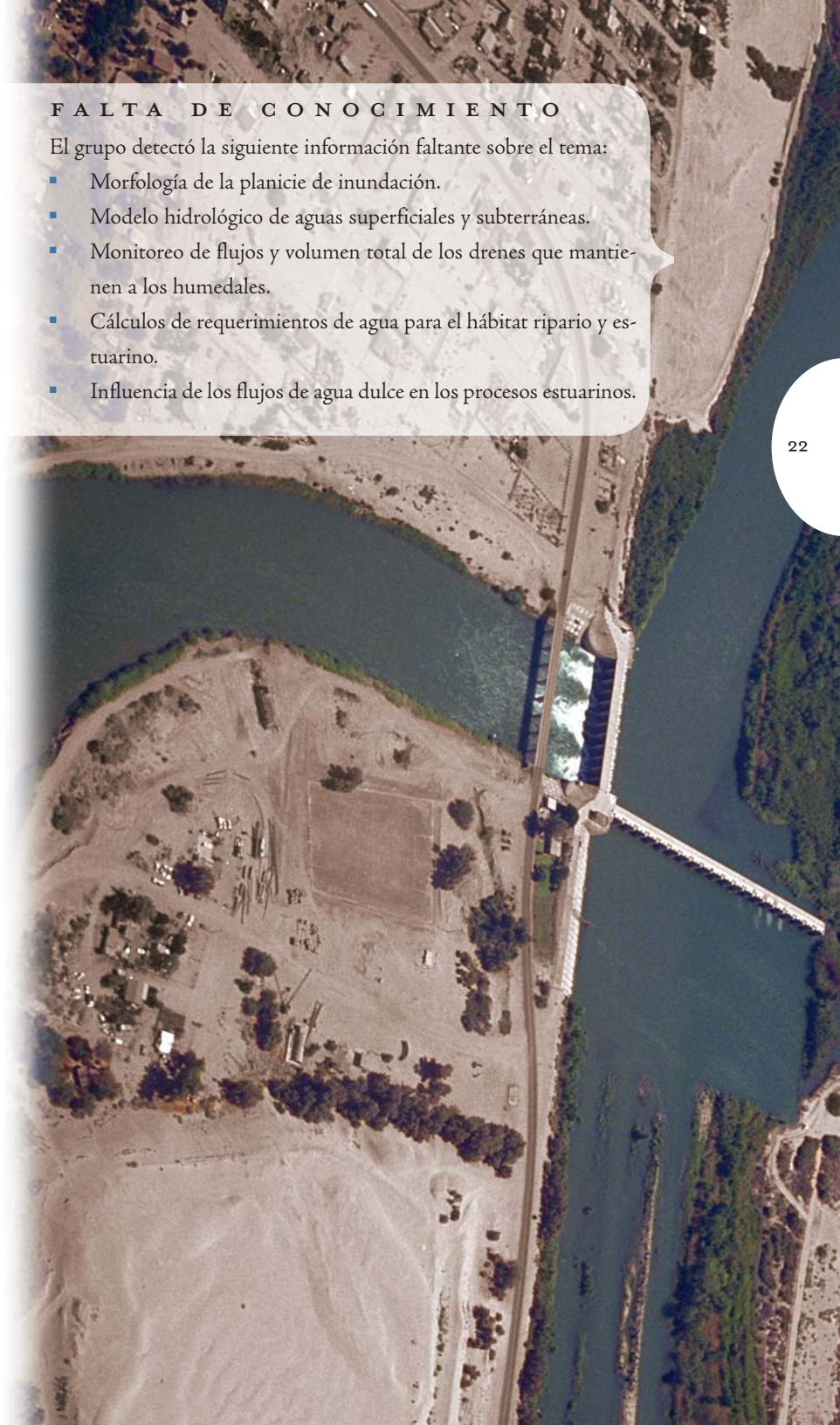
Fuente/año	1998	1999	2000	2001	2002
Río Colorado a través de la presa Morelos	2,405	861.0	135.0	110.0	33.0
Derrames operacionales en México					
Desague km 27	223.0	100.0	51.0	12.0	5.0
Desagüe Canal Barrote	18.0	7.0	20.0	13.0	5.0
Aguas residuales de San Luis*	8.0	9.0	9.7	9.7	10.5
Drenaje agrícola					
Dren Plan de Ayala	17.8	13.7	17.8	13.7	15.4
Dren Santa Clara	14.5	12.0	13.0	12.0	11.0
Drenes al Río Hardy	13.0	11.3	11.3	6.5	4.0
Flujos de Wellton-Mohawk a la Ciénega de Santa Clara	113.0	78.6	107.7	103.7	105.0
Flujo total hacia el Delta	2,812	1,092	365	280	189

Fuente: Comunicación personal con autoridades de la Comisión Nacional del Agua y registros de información del Departamento de Ingeniería y Drenaje del Distrito de Riego 014 del Río Colorado. * Fuente: Organismo Operador Municipal del Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (2003).

FALTA DE CONOCIMIENTO

El grupo detectó la siguiente información faltante sobre el tema:

- Morfología de la planicie de inundación.
- Modelo hidrológico de aguas superficiales y subterráneas.
- Monitoreo de flujos y volumen total de los drenes que mantienen a los humedales.
- Cálculos de requerimientos de agua para el hábitat ripario y estuarino.
- Influencia de los flujos de agua dulce en los procesos estuarinos.



3

ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN

Las áreas del Delta del Río Colorado identificadas como prioridades de conservación representan la mejor oportunidad para proteger y restaurar el ecosistema del Delta. Estas áreas prioritarias para la conservación se localizan dentro de cuatro zonas ecológicas: el corredor ripario del Río Colorado, el Río Hardy, los humedales alejados del canal y las áreas intermareal, costera y marina combinadas.

Legendas

- Las áreas de **restauración** son aquéllas que requieren de acciones para restablecer las funciones ecológicas.
 - Las áreas de **protección** son las que actualmente se encuentran en buenas condiciones, ya que proveen un hábitat indispensable a las especies prioritarias para la conservación.
- Dos áreas prioritarias requieren acciones de protección y restauración.

FIGURA 3.1. MAPA QUE MUESTRA LAS ÁREAS PRIORITARIAS DE CONSERVACIÓN DEFINIDAS PARA EL DELTA DEL RÍO COLORADO



El taller de expertos delimitó 15 áreas prioritarias para la conservación en el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California en México y EE.UU. (figura 3.1). Con un total de 343,740 ha, constituyen 27% del total del área de interés que se muestra en la figura 1.1. Las áreas prioritarias para la conservación varían en extensión y tipo de hábitat (cuadro 3.1) y fueron identificadas con base en el análisis de las relaciones, amenazas y oportunidades ecológicas para los objetos de conservación elegidos en cada zona.

Dividimos las prioridades de conservación en adecuadas para la “protección” o para la “restauración”. Las primeras cubren 107,015 ha y actualmente se encuentran en buen estado y deben ser protegidas, ya que proporcionan hábitat esencial para las especies de interés para la conservación, incluyendo aquellas amenazadas o

en peligro de extinción, en EE.UU. o en México. Las áreas para restauración suman 236,725 ha y requieren medidas de restauración para reestablecer sus funciones ecológicas. En este capítulo se describe cada una de estas áreas, las amenazas para su viabilidad, oportunidades de conservación y requerimientos de agua. Para el impacto relativo de varias amenazas, señalamos si éstas son reales o potenciales (estado); la gravedad de su impacto (bajo, medio, alto); y si éste podría ser superado y el recurso pudiera volver a su estado original una vez que la amenaza haya sido eliminada (reversibilidad).

La información presentada en este capítulo consta principalmente de las aportaciones de los expertos durante el taller y de una revisión de la literatura existente hasta antes del mismo. Además, los autores de este in-

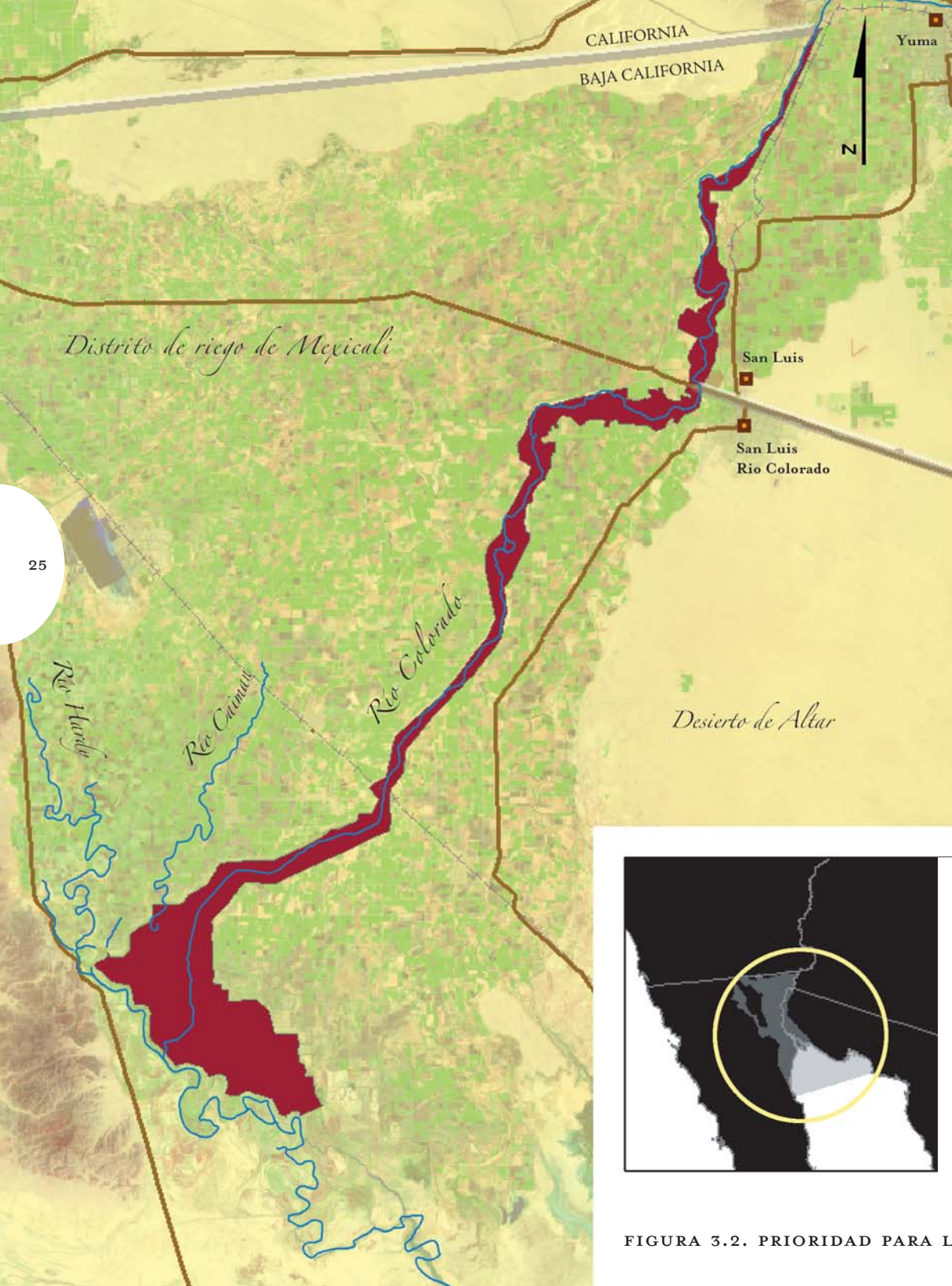
forme agregaron detalles posteriores, conforme se han seguido desarrollando las actividades de investigación en el Delta y el Alto Golfo, haciendo uso de trabajos ya publicados, así como de la investigación en curso. La información agregada después del taller se compone de datos provenientes de la literatura reciente publicada por los participantes en este ejercicio, particularmente investigación sobre aves y sobre relaciones entre flujos de agua dulce y procesos ecológicos en ecosistemas estuarinos y costeros. No obstante, este apartado no representa necesariamente una revisión exhaustiva de lo escrito sobre el Delta y el Alto Golfo. Toda información incluida en este informe que no lleve una cita específica deberá considerarse como la opinión de expertos participantes en el taller.

Zona ecológica	Áreas prioritarias para la conservación	Extensión (ha)	Tipo de hábitat	
Corredor ripario	1	Corredor ripario	20,643	Bosque de álamos y sauces; pino salado y marismas de tule con lagunas
Río Hardy	2	Alto Río Hardy	1,358	Río perenne con pino salado, parches aislados de mezquite y marismas de tule
	3	Río Hardy Cucapá	4,337	Pino salado con tule, carrizo y parches aislados de mezquite; flujos modestos
	4	Restauración del Campo Mosqueda	21	Vegetación de tierras altas con mezquite y vegetación nativa
	5	Caiman	280	Drenaje agrícola con carrizo, pino salado y tule
	6	Campo Sonora-Río El Mayor	195	Drenaje agrícola con carrizo, pino salado y tule
	Humedales alejados del canal	7a	Marismas de la Ciénega de Santa Clara	6,147
7b		Planicies lodosas de la Ciénega de Santa Clara	9,988	Planicies lodosas con lagunas someras
7c		Restauración de la Ciénega de Santa Clara	5,016	Áreas bajas con tierras desprovistas de vegetación
8		Humedales El Doctor	864	Pozas, lagunas y marismas de tule y áreas con vegetación de tierras altas, principalmente mezquite y pino salado
9		humedales Andrade Mesa	3,090	Marismas con lagunas y vegetación emergente; playas cubiertas en parte con vegetación; dunas con vegetación
10		Estanques de Cerro Prieto	2,017	Lagunas salobres con pequeñas islas y vegetación escasa
11		Pangas Viejas	116	Marismas con lagunas y vegetación emergente; pino salado
12		Laguna El Indio	780	Marismas con lagunas y vegetación emergente; pino salado
Costera, marina e intermareal	13	El Borrascoso	5,813	Playas rocosas
	14	Costera y estuarina	228,841	Costero y estuarino
	15	Vaquita Marina-Roca Consag	55,975	Costero y estuarino

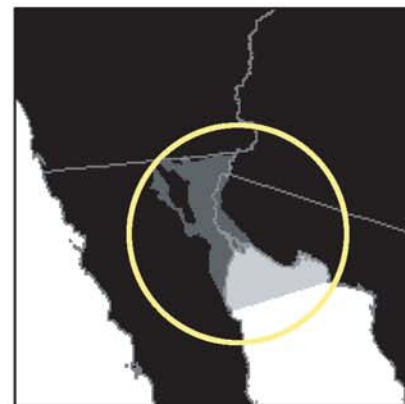
TABLA 3.1 CONSERVATION PRIORITY AREAS BY ECOLOGICAL ZONES

CORREDOR RIPARIO DEL RÍO COLORADO

En México, el Río Colorado se extiende aproximadamente 153 km río abajo de la Presa Morelos hacia el Golfo de California. Los primeros 97 km están confinados entre dos bordos para el control de inundaciones, formando lo que se conoce como corredor ripario. Con variaciones en amplitud que van desde menos de 1.5 km en la parte norte, hasta 18 km en su extremo inferior, las aguas del corredor ripario desbordan sus márgenes durante grandes inundaciones. En las últimas dos décadas, modestos flujos continuos combinados con grandes inundaciones han permitido el reestablecimiento de importantes comunidades de vegetación riparia nativa.



25



LEYENDAS

-  Ciudad
-  Carretera
-  Ferrocarril
-  Río
-  Frontera internacional

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN



-  Protección
-  Restauración

FIGURA 3.2. PRIORIDAD PARA LA CONSERVACIÓN: CORREDOR RIPARIO DEL RÍO COLORADO

prioridad para la conservación: EL CORREDOR RIPARIO DEL RÍO COLORADO



Esta zona incluye todas las áreas naturales dentro de los bordos, pero excluye las tierras agrícolas. Se extiende desde la Presa Morelos río abajo hasta el sitio en donde se localizan los últimos sauces y álamos (figura 3.2). Esta zona prioritaria consta de una extensión de 20,643 hectáreas, e incluye los bosques de sauces y álamos más extensos y densos de la cuenca baja del Río Colorado. Este hábitat, junto con otras áreas de vegetación y lagunas en remansos y meandros es esencial para una variedad de aves riparias y otras especies. Algunas subáreas del corredor ripario, principalmente zonas con suelos desprovistos de vegetación y bosques de pino salado, son adecuadas para las actividades de restauración orientadas a mejorar las condiciones generales del corredor y para aumentar la extensión del bosque ripario de álamos y sauces. Debido a estas características, el área ha sido designada como una prioridad para la protección, así como para la restauración.



RELACIONES ECOLÓGICAS

La dinámica del ecosistema entre agua, vegetación y fauna silvestre en el corredor ripario es compleja. A continuación se presenta una amplia discusión sobre varios de estos factores.

Entre los factores relevantes para el establecimiento y mantenimiento de la vegetación riparia nativa en el bajo Río Colorado se encuentran: la frecuencia y temporalidad de los flujos, el movimiento de sedimentos (que es influenciado por la morfología del canal y a su vez tiene influencia sobre éste) y la calidad del agua (la vegetación riparia nativa muestra baja tolerancia a la salinidad [de 3 a 4 partes por mil] y las plántulas no pueden germinar en suelos salinos). En general, para la regeneración natural de las plantas nativas del corredor ripario se requiere la presencia de aguas superficiales con salinidad menor a 1.4 partes por mil y la presencia de aguas subterráneas en el rango de 1–2 partes por mil (Zamora Arroyo *et al.*, 2001; Glenn *et al.*, 1998 y 2001). Sin embargo, los plantíos artificiales algunas veces pueden sobrevivir con fuentes de agua de mayor salinidad. Estos tres factores (frecuencia de flujos, movimiento de sedimentos y calidad del agua) definen cómo se ha modificado la zona riparia del Delta a través del tiempo.

Los patrones de vegetación en el corredor ripario están directamente relacionados con los patrones de flujo del río y con la salinidad del agua superficial y subterránea. Las poblaciones de árboles nativos son extremadamente dinámicas y dependen para sobrevivir de un flujo continuo de mantenimiento y pulsos de inundaciones. En general, álamos

y sauces no sobrevivieron al periodo de 1964 a 1981, cuando el Delta no recibió agua, debido a que el flujo del Río Colorado estaba siendo retenido para llenar el recién construido Lago Powell, detrás de la presa Glen Canyon. Algunos grupos de álamos y sauces lograron mantenerse gracias al drenaje agrícola; sin embargo, hoy ya no existen. Su desaparición aún no ha sido completamente explicada, pero podría deberse a la erosión. Desde 1981 han existido flujos en el cauce del Río Colorado río abajo de la Presa Morelos, particularmente en años de excedentes en la cuenca, cuando las presas han estado tan llenas que se requieren desfuegos controlados de agua. Durante estas inundaciones, el sistema de bordos ha contenido los flujos y el río ha serpenteado dentro de esta planicie. Debido a estas crecidas de agua, la vegetación riparia ha sido modificada. Río arriba de la Presa Morelos, en Estados Unidos, la capacidad del canal del Río Colorado es tan grande que muy raras veces se desborda en la planicie de inundación. Como consecuencia, poca vegetación riparia nativa ha sobrevivido y se han establecido especies tolerantes a la salinidad (halófitas). Río abajo de la Presa Morelos, en México, el canal principal del río es mucho más pequeño y desde principios de la década de 1980 han existido inundaciones periódicas en la planicie de inundación. Estas inundaciones han preservado la diná-



mica en el meandro del río y han mantenido a las especies riparias nativas que no pueden tolerar ni la ausencia de inundaciones (serían sustituidas por halófitas), ni la falta de flujos constantes.

En 1999, la edad promedio de los árboles riparios nativos era de entre 9 y 10 años. El grupo de edad más abundante se estableció durante los flujos de 1993, aunque un número importante de árboles también se estableció durante las inundaciones entre 1983 y 1988, y aún en las inundaciones más recientes de 1997. Los árboles nativos representaban cerca del 10% de la vegetación en 1999, un porcentaje considerablemente superior al de la densidad de los árboles nativos en el tramo de flujos controlados, que va de la Presa Davis al Lídero Internacional del Norte (LIN), en donde éstos representan sólo 1-2% de la vegetación. La altura promedio de los álamos y sauces era de entre 7-8 metros, mucho más altos que los pinos salados y otros arbustos aledeños que medían en su mayoría entre 2-4 metros de altura. Los mezquites eran escasos.

Para el 2002, las poblaciones de árboles habían cambiado considerablemente (Nagler et al, en prensa). La edad promedio de sauces y álamos era de 3.2 y 4.5 años, respectivamente, y la altura promedio era de sólo 4 a 5 metros. El grupo de edad más abundante era el de árboles de dos años de edad, que se establecieron gracias a los flujos modestos del

año 2000. Con base en estudios de campo realizados en 2002, Nagler *et al.* (en prensa) señalan que los árboles nativos representaban cerca 10% del total de la vegetación riparia, un resultado similar al de 1999, aunque los árboles eran mucho más jóvenes. La mayor parte de los árboles estudiados en el 2002 se encontraban en los primeros 50 metros a ambos lados del canal activo, aunque a una mayor distancia del canal principal, en la planicie de inundación, todavía se encuentran grupos de árboles de más edad, que datan de inundaciones anteriores mayores. La densidad de árboles nativos en las márgenes adyacentes al canal representaba más del 20% a lo largo de todo el río, desde el LIN hasta la confluencia con el Río Hardy (113 km). Los árboles establecidos durante las inundaciones de 1997 y 1993 todavía se encontraban presentes, aunque en número menor; sin embargo, el grupo de árboles establecidos en la década de 1980 había prácticamente desaparecido. Se encontraron muchos árboles muertos en los restos de antiguos canales, y la proporción árboles muertos-árboles vivos fue de 1:2.2. El registro de datos acumulativos de edad y abundancia de árboles indica que hay una renovación muy rápida de árboles en el corredor ripario. Al igual que en 1999, los mezquites eran poco comunes (aproximadamente 1% de la vegetación).

Muchos de los árboles nativos que actualmente existen en el corredor ripario surgieron como resultados de las inundaciones de 1993, y la mayoría no se establecieron antes de 1983. Estos árboles se mantienen de aguas residuales



agrícolas y flujos pequeños (flujos de base). Durante los años de secas, estos árboles son mantenidos por un manto freático superficial. Desde el 2000, los flujos de base han impulsado el crecimiento de nuevos árboles nativos, sobre todo sauces, a lo largo del canal principal del río. El muestreo de pozos cercanos al corredor ripario indica que la profundidad de las aguas subterráneas es somera (un metro) incluso cuando el canal del río se encuentra casi seco, lo que indica que la dirección del flujo subterráneo en los periodos en que no hay inundación va de las aguas subterráneas hacia el canal principal del río (Nagler *et al.*, 2004; Zamora Arroyo *et al.*, 2001).

Utilizando el sistema Anderson-Ohmart (Ohmart *et al.*, 1988), en el 2002, el 30% de la zona riparia del Río Colorado, río abajo de la Presa Morelos, fue clasificada como hábitat de álamos-sauces (con >10% de álamos y sauces), en comparación con tan sólo 5% en el corredor ripario del bajo Río Colorado, entre la Presa Glen Canyon y la Presa Morelos (Nagler *et al.*, en prensa). En el estudio de campo del 2002, el canal del río había desarrollado áreas de marismas incipientes, con predominio de tules, carrizo y juncos.

El patrón reciente de flujos modestos pero constantes podría explicar los cambios en la abundancia de la avifauna, ya que ésta ha respondido de manera positiva a los cambios en la vegetación durante las últimas dos décadas. Algunas especies de aves, como el cucú piquiamarillo y el gritón pechiamarillo, han regresado al corredor ripario y otras, como



el mosquero cardenal y el copetón gorjiceno, parecen estar incrementando su abundancia, aunque aún no son tan comunes como solían serlo (Hinojosa Huerta *et al.*, 2004a; véase el apéndice 3). Algunas especies de aves fueron más abundantes durante los estudios del 2002-2003 que en 1996, mientras que otras fueron más abundantes en 1996 (Ruiz Campos y Rodríguez Meraz, 1997; Hinojosa Huerta *et al.*, 2004a), lo cual sugiere que flujos modestos continuos tienen un impacto positivo en poblaciones de especies de aves riparias residentes y un efecto negativo en otras poblaciones, dado que su abundancia relativa disminuye. No obstante, ciertas especies sensibles, como el mosquero saucero y el chipe amarillo, aún no han regresado, mientras que otras han vuelto, pero todavía no en números considerables (Hinojosa Huerta *et al.*, 2004b). Esto parece estar relacionado con otras características de la vegetación, como la edad y estructura del dosel, que determinan las especies de aves presentes. Algunas especies probablemente necesiten sauces y álamos de mayor edad, que aún no son abundantes. La inundación riparia también es esencial para las aves migratorias neotropicales que dependen del corredor del río. Los insectos que se reproducen en las lagunas riparias, al igual que el sotobosque y las plantas anuales que surgen en el corredor ripario, proveen fuentes importantes de alimento. La vegetación del sotobosque constituye una parte esencial del hábitat de las aves riparias. Los pinos salados entremezclados con las especies nativas se suman a la diversidad del fo-

llaje, ofreciendo hábitat para una gran diversidad de especies de aves.

Los resultados preliminares de la investigación en curso indican que la diversidad y la abundancia de la avifauna están definitivamente relacionadas con la abundancia de árboles nativos y aguas superficiales (Osvel Hinojosa Huerta, comunicación personal, 22 de noviembre del 2004). Para algunas especies de aves, incluyendo al mosquero saucero, el pino salado provee un muy importante hábitat de anidación. No obstante, parece que la mayoría de las aves prefieren áreas en las que predominan álamos y sauces, junto con una compleja estructura vertical complementada con una diversidad de otras plantas, entre ellas batamote, cachanilla, chamizo y pino salado. Aparentemente, el pino salado sirve como hábitat para aves cuando se encuentra junto con otras plantas nativas (Osvel Hinojosa Huerta, comunicación personal, 22 de noviembre del 2004). Los mejores hábitats de pino salado son aquéllos con suelos húmedos o agua superficial, o ambos, en donde los árboles crecen más altos y más gruesos. Sin embargo, en aquellas áreas donde los monocultivos de pino salado dan sustento a altas densidades de aves, la diversidad de especies de este tipo de fauna es generalmente baja (Osvel Hinojosa Huerta, comunicación personal, 22 de noviembre del 2004). En áreas donde los pinos salados están mezclados con otra vegetación riparia, la diversidad de aves aumenta. En general, las aves migratorias tienen más flexibilidad para elegir un hábitat que las espe-

cies residentes. Estas observaciones indican que, donde hay predominio de pino salado porque la calidad del agua es limitada o porque no existen regímenes de inundación, puede tener sentido mantener los pinos salados en lugar de erradicarlos, ya que la vegetación nativa no será capaz de establecerse bajo tales condiciones. La erradicación del pino salado sólo se recomienda en donde la plantación artificial y el mantenimiento de los árboles nativos sean seguros.

El mezquite es una especie resistente que atrae insectos, por lo que las aves podrían beneficiarse si el corredor ripario se maneja de manera que se sustituyan los pinos salados por mezquites. Los campos agrícolas en terrenos elevados ofrecen un gran beneficio a la avifauna del Delta, pues proveen una vasta fuente de alimento. No obstante, la ausencia de manchones de mezquite nativo podría haber eliminado especies que dependen de ellos. La comunidad de arbustos más pequeños del bajo Río Colorado, como el chamizo, la cachanilla y otros, constituye un hábitat altamente productivo para insectos y aves que se alimentan de ellos (Osvel Hinojosa Huerta, comunicación personal, 22 de noviembre del 2004).

El corredor ripario es utilizado por especies migratorias, por lo que su valor ecológico no puede ser considerado de manera aislada. Las aves migratorias neotropicales cantoras atraviesan la región en su viaje hacia las áreas de anidación en Estados Unidos y Canadá, y hacia los sitios para pasar el invierno en el sur de México y Centroamérica (poco se sabe sobre otros animales migratorios como los murciélagos). Estas espe-

cies migran a lo largo de la costa sonorenses del Golfo de California, y el Delta del Río Colorado les ofrece su primera oportunidad para hacer una escala en un hábitat ripario nativo, en donde el alimento y el refugio son abundantes. La escasez del bosque de álamos y sauces en este tramo de la ruta migratoria –las poblaciones de aves que dependen del hábitat ripario han disminuido drásticamente en el bajo Río Colorado– se suma de manera significativa a la importancia del corredor ripario remanente río abajo de la Presa Morelos.

Si bien existe una marcada diferencia entre la calidad del hábitat ripario del Río Colorado río abajo y río arriba de la Presa Morelos, sigue siendo importante reconocer la conectividad de la fuente de agua y el potencial de conectividad en el hábitat. Es claro que los cientos de miles de aves migratorias que atraviesan California y vuelan a lo largo del Río Colorado en Estados Unidos pasan por el Delta; sin embargo, no se conoce el porcentaje de estos animales migratorios que realmente utiliza el corredor ripario del Delta. La densidad registrada de aves migratorias terrestres en el corredor ripario no es alta, probablemente porque las aves se dispersan en la extensa planicie de inundación (Hinojosa Huerta *et al.*, 2004a). La densidad de estas aves es superior a lo largo de los humedales El Doctor, puesto que las aves se concentran en un área muy pequeña. La abundancia de aves acuáticas en el corredor ripario del Delta es menor que en la Ciénega de Santa Clara, pero el corredor ofrece tipos de hábitat únicos (márgenes de ríos de agua dulce) para algunas especies delicadas, como el alzacoli-

ta. El corredor ripario es considerado de suma importancia para las aves terrestres residentes, especialmente para las aves cantoras riparias, puesto que éstas dependen de bosques de álamos y sauces en buen estado.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

El corredor ripario funciona como una unidad ecológica integral y depende del flujo del agua a través de todo el sistema, tanto en el canal como, ocasionalmente, en la planicie de inundación. Un análisis del impacto de las inundaciones en la biomasa (vegetación total) en el corredor ripario, de 1992 a 2002, señala que el verdor del corredor en verano está determinado por el número de años precedentes con flujos en el río, y no necesariamente por el volumen total de los flujos. (Zamora Arroyo, 2002). La mejor estimación de los requerimientos de agua para el corredor ripario es un flujo de base para el mantenimiento del canal de 37 a 61 millones de m³ fluyendo durante todo el año a un gasto de 2 m³/s y un flujo periódico que inunde una parte de la planicie entre los bordos, de 320 millones de m³, a un gasto de 100 a 200 m³/s durante un periodo de aproximadamente 39 días (Luecke *et al.*, 1999). El flujo de base brinda sustento a la vegetación existente y provee un sustrato de suelo húmedo para la productividad en niveles tróficos inferiores (apoyando la base de la cadena alimenticia). Los flujos de base se requie-

Presa Morelos



ren todo el año y son de particular importancia entre marzo y abril para mantener la vegetación existente, y a lo largo del verano para la fauna silvestre. Los pulsos de inundación fomentan la dinámica de sedimentos, lavan las sales y otros contaminantes, desalientan el crecimiento del pino salado y ayudan al establecimiento de álamos y sauces nativos, que necesitan estas inundaciones para que sus semillas germinen. Dichas inundaciones se necesitan en primavera y a principios del verano. Para que el agua del corredor ripario pueda mantener y regenerar a los álamos y sauces, debe tener una salinidad menor a 1.4 partes por mil (Zamora Arroyo *et al.*, 2001). Además de los flujos del cauce principal a través de la Presa Morelos, el tramo sureste del corredor ripario recibe generalmente cerca de 18.5 millones de m³ al año de aguas residuales agrícolas provenientes del Dren Plan de Ayala. Esta agua es importante para el mantenimiento de las áreas de marismas incipientes.



AMENAZAS

Entre las amenazas para el corredor ripario se encuentran la disminución del suministro de agua para fines ambientales, así como prácticas de manejo que no toman en cuenta la conservación de los hábitats. Esto es en parte resultado de la falta de una fuente de agua segura para el mantenimiento de los sistemas naturales. Las amenazas específicas son las siguientes:



1 Desmonte de vegetación, dragado y cambios en la morfología del río, relacionados con el plan de la Internacional Boundary and Water Comisión (IBWC) para canalizar la zona limítrofe (el corredor ripario del Río Colorado, desde la Presa Morelos hasta el Líndero Internacional Sur [LIS]). Este plan se ha propuesto para controlar inundaciones y demarcar la línea fronteriza. Aunque esta es sólo una amenaza potencial, es probable que tenga como consecuencia graves impactos, con baja probabilidad de reversibilidad. La amenaza se basa en un proyecto que dragaría un canal piloto en la zona limítrofe para dar cabida a 425 m³/s. La IBWC ha propuesto el canal piloto para definir la frontera internacional y como medida de control de inundaciones, específicamente para dar cabida a un flujo de 4,000 m³/s entre los bordos. La construcción de un canal piloto disminuiría la complejidad de la morfología del canal (que se sabe beneficia a las especies riparias), cerraría cauces secundarios y cambiaría la dinámica de descarga en el río. Al dragar a mayor profundidad que el canal existente, el canal piloto no sólo cambiaría los flujos superficiales (concentrándolos y aumentando la velocidad del flujo río abajo, debido a la reducción de la fricción del canal), sino que también aumentaría la profundidad del manto freático. Ambos efectos reducirían la disponibilidad de agua para la vegetación riparia, teniendo como consecuencia la eliminación de bosques nativos y lagunas con vegetación que proveen hábitat para las aves migratorias. La propuesta de

diseño del canal piloto y del régimen de mantenimiento del corredor ripario parecen exagerados, anticipando una inundación que ocurriría cada 10,000 años, dados la hidrología del sistema actual y el manejo del río. Al momento de realizar este informe, la IBWC anunció que pospondría la presentación del borrador del estudio de impacto ambiental para su proyecto.

2 Desmonte de vegetación por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el corredor ripario en México, río abajo del LIS. Como parte de su plan de control de inundaciones, en 1996 la CNA inició la construcción de un canal piloto en México, el cual comienza justo al sur de San Luis Río Colorado y se extiende alrededor de 61 km río abajo. El canal piloto está diseñado para dar cabida a 600 m³/s de agua. Los trabajos para la construcción del canal incluyeron la remoción de sedimentos, el alineamiento de partes del canal del río y el desmonte de vegetación a lo largo del cauce principal del río, a una distancia de entre 50 y 100 metros de las márgenes del río. Este canal piloto sigue siendo una amenaza conforme la CNA le da mantenimiento al paso del tiempo, volviendo a dragar y desmontar distintas secciones. Los efectos de esta amenaza son semejantes a los descritos anteriormente para la zona limítrofe, aunque con menor impacto y mayor reversibilidad, ya que el canal piloto no es tan ancho ni tan profundo como el propuesto para la zona limítrofe.

- 3** Disminución y posible eliminación de los flujos anuales y de inundación como resultado de:
- La implementación de los Criterios Interinos de Excedentes (ISC, por sus siglas en inglés. Aunque los ISC seguirán vigentes hasta el 2016, se desconoce la magnitud de su impacto, debido a que el volumen de agua liberado bajo estos criterios, si es que hay alguno, depende del almacenamiento del sistema, el cual varía según la hidrología y el uso del agua en la cuenca).
 - Nuevos desarrollos o almacenamientos de los flujos de la cuenca del Río Colorado, incluyendo flujos tributarios, en Estados Unidos.
 - Operación de una planta de tratamiento de aguas residuales en San Luis Río Colorado (en construcción) que pondría fin al efluente municipal, que en la actualidad desemboca en el corredor ripario. Aunque se trata de agua de mala calidad, estos flujos mantienen la vegetación riparia que de otra forma no existiría.
 - Mejoras en la eficiencia del uso del agua en los distritos de riego locales que no toman en cuenta los requerimientos de agua para el medio ambiente. No existen mecanismos reglamentarios para asignar el agua ahorrada al medio ambiente. El ahorro de agua reducirá el flujo de drenaje agrícola que alimenta al manto freático y contribuye a los flujos continuos en el río.



Incendios en corredor ripario

- Transferencias de agua actualmente utilizada para riego agrícola en el valle de Mexicali hacia usos urbanos en la ciudad de Mexicali. Dichas transferencias disminuirán los flujos residuales de la agricultura que hoy en día mantienen al hábitat del corredor ripario.

Aunque no se conocen la certeza y los detalles específicos de estas amenazas, todas son bastante probables. Además, los impactos serían muy graves por la estrecha relación entre la presencia de agua y la existencia del hábitat nativo en el corredor ripario. La reversibilidad de estos impactos es de mediana a alta, pues la vegetación responderá rápidamente (en pocos años) al retorno de los flujos de agua después de un periodo seco.

4 Incendios frecuentes que consumen la vegetación riparia. Si bien cierta incidencia de incendios es parte del ciclo natural, se presume que los incendios son más frecuentes cuando hay poblaciones humanas cercanas. Además, la composición cambiante del bosque ripario ha modificado la disponibilidad de combustibles. En ausencia de inundaciones frecuentes, los combustibles generados por los bosques de álamos y sauces permanecen en el corredor, en lugar de ser periódicamente arrastrados río abajo. Los incendios arden con mayor intensidad, destruyendo árboles en lugar de desmontar el suelo como alguna vez quizá lo hicieran, dando al pino salado una oportunidad más para desplazar a la vegetación nativa. Aunque se cono-

ce la localización de algunos incendios pasados, pueden surgir nuevos incendios en cualquier parte del corredor. La gravedad del impacto de los incendios forestales es alta y la reversibilidad baja, ya que los incendios reducen el número de árboles de mayor edad.

5 Prácticas de tala a pequeña escala por parte de los pobladores locales. Aunque en la actualidad no es una práctica frecuente, la remoción de vegetación por parte de los residentes locales puede convertirse en una amenaza importante en el futuro. Estudios recientes han mostrado indicios de tala de árboles grandes en el corredor ripario por parte de los pobladores locales para obtener leña (Nagler *et al.*, en prensa). La tala de árboles, particularmente de árboles grandes, tiene un alto impacto en la calidad del hábitat, y la reversibilidad de dicha amenaza es baja, pues los árboles nuevos tardan varios años en crecer para poder formar el bosque ripario.

6 Parasitismo de los tordos. La persistencia de tordos cabecicafés en el corredor ripario constituye una amenaza para las tasas de reproducción de las aves riparias; los tordos parasitan los nidos de las aves cantoras, destruyendo sus huevos. Esta amenaza es altamente probable y solamente podría revertirse con un programa de control intensivo de las poblaciones de tordos.

7 Contaminantes ambientales. Los efluentes sin tratamiento provenientes de la ciudad de San Luis Río Colorado descargan directamente en el corredor ripario. En el punto de descarga las condiciones son anóxicas (0.4 mg/L); sin embargo, la salinidad es baja (1 partes por mil) y el pH es normal (7.7) (J. García Hernández, comunicación

personal, 29 de octubre del 2004). Las concentraciones de metales pesados en sedimentos en las descargas son altas (Pb 43.8 partes por mil) y probablemente también se encuentran agentes patógenos en altas concentraciones. Aunque la baja salinidad de los efluentes mantiene extensos manchones de sauces directamente río abajo, los efluentes no tratados son una amenaza potencial para la salud de la población que utiliza el tramo río abajo para fines recreativos. Aparte de estos efluentes, en el corredor existen por lo menos otros tres puntos de descarga, provenientes del drenaje agrícola. Estos sitios aún no han sido estudiados, pero es probable que adicione sales y plaguicidas al corredor. Es importante caracterizar estas descargas a fin de determinar sus efectos río abajo y en la flora y fauna silvestres del corredor. Hasta ahora esta amenaza no ha sido suficientemente cuantificada, por lo que no es posible evaluar la gravedad y reversibilidad de sus efectos.



OPORTUNIDADES

Las oportunidades de restauración en el corredor ripario consisten principalmente en alternativas para proteger o aumentar los flujos del cauce y proveer agua segura para el medio ambiente.

1 Flujos específicamente asignados en cantidades biológicamente suficientes, tanto permanentes como pulsos de inundación, garantizarían que los hábitats establecidos sean sustentables y podrían brindar la oportunidad de incrementar el hábitat disponible. Existen numerosas opciones para asegurar estos flujos (Pitt *et al.*, 2000; Culp *et al.*, 2005) y dirigirla a zonas estratégicas.



2 Con un mejor manejo, los flujos existentes en el canal principal y en el sistema de irrigación podrían ayudar a alcanzar la meta de agua para el ecosistema. Debido a la poca anticipación en el aviso del aumento del flujo en la Presa Morelos, los volúmenes excedentes son desviados al Canal Central, puesto que la poca antelación con que se da el aviso no permite que se bajen las compuertas de la Presa Morelos y, por lo general, una parte o la totalidad de estos flujos regresan al cauce principal a través del desagüe del Km. 27. Con una mayor anticipación en el aviso de estas crecidas, la administración de la Presa Morelos podría derramar parte de estos flujos en la zona limítrofe.

3 Los criterios para desfogues en la Presa Parker podrían revisarse a fin de sincronizar el manejo y las necesidades operativas del sistema de la presa con las necesidades del ecosistema del Delta del Río Colorado.

4 Las áreas bajas provistas de agua, así como las lagunas y meandros existentes, podrían manejarse para mantener a los árboles de mayor edad. Los álamos y sauces

viejos son necesarios para mantener la biodiversidad de la fauna (p. ej., para las especies que anidan en cavidades, el manejo de hábitat requiere de manchones de árboles jóvenes y parches de árboles viejos o árboles viejos aislados).

5 Los bordos podrían estabilizarse con manchones de vegetación riparia, como lo propuso la CNA.

6 Los propietarios (y arrendatarios) de terrenos agrícolas podrían rentar agua para fines ambientales. Un estudio entre los agricultores que poseen tierras adyacentes al corredor ripario indica que muchos están dispuestos a participar en este tipo de programas (Carrillo Guerrero, 2002).

7 El ahorro del agua resultante de las mejoras en la eficiencia de los métodos de riego podría aportar agua para el medio ambiente, siempre y cuando pueda implementarse un mecanismo para asignar el agua ahorrada al ecosistema.

8 La propuesta para crear el Área internacional para la conservación del Río Colorado podría ayudar a coordinar el manejo de la zona limítrofe entre los distintos usuarios y propietarios. De igual forma, un área protegida o reserva para el corredor ripario en México podría ampliar la oportunidad de coordinar el manejo y vincular al corredor con la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

9 Los agricultores contiguos al corredor ripario podrían aumentar la vegetación en las áreas riparias. Una encuesta entre los agricultores señala que muchos de ellos están dispuestos a participar en la restaura-

ción, a fin de proteger sus tierras de cultivo contra los efectos adversos de las inundaciones (Carrillo Guerrero, 2002).

10 Podrían sembrarse plantas nativas producidas en viveros para repoblar la planicie de inundación con árboles, arbustos y especies del sotobosque, con objeto de aumentar la biodiversidad.

11 Tanto la IBWC como la CNA podrían acomodar los flujos excedentes en cauces secundarios a fin de maximizar la forma y función del ecosistema.

12 Un programa educativo podría aumentar la oposición local a la tala de la vegetación en el corredor ripario.

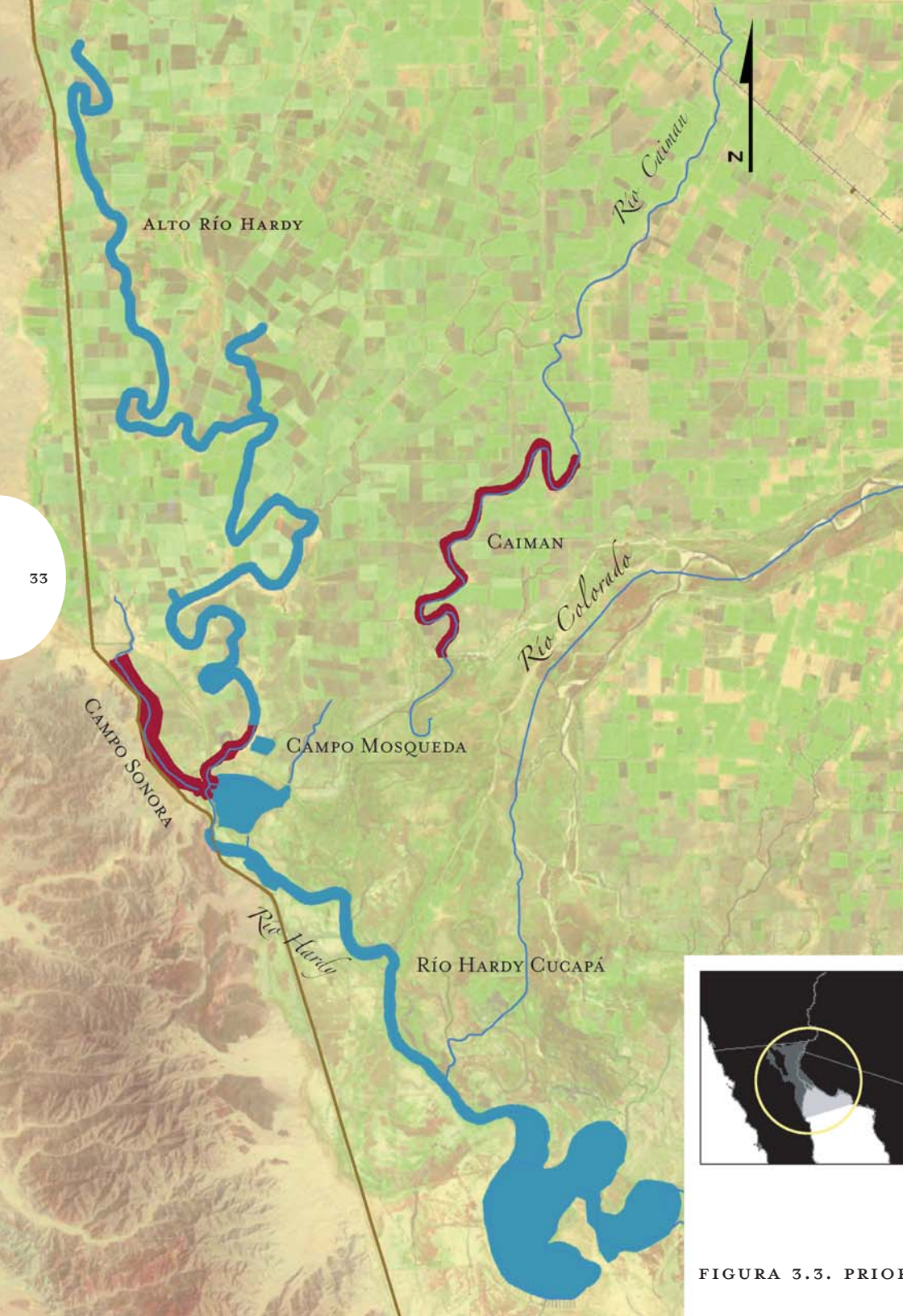
13 Con un aviso anticipado de la descarga de excedentes de agua, los administradores locales podrían implementar acciones específicas para aumentar la germinación de las semillas nativas, reducir el establecimiento del pino salado y avanzar hacia su eliminación mediante la inundación de zonas durante periodos prolongados.

14 Con actividades de manejo y restauración activas, podría incrementarse el valor ecológico de las áreas receptoras de agua proveniente de los drenes agrícolas.







CORREDOR DEL RÍO HARDY

El Río Hardy es un tributario del Río Colorado que fluye desde aproximadamente 40 km al sur de la planta geotérmica de Cerro Prieto hasta la confluencia con el Río Colorado, cerca del parque turístico en Campo Flores. Algunos habitantes locales y quienes trabajan en la zona también incluyen un tramo de 17 Km río abajo de la confluencia con el Río Colorado. El Río Hardy es un cauce permanente que transporta aproximadamente 7.4 a 13.6 millones de m³ (6,000 a 11,000 acres-pie) de drenaje agrícola al año. Puesto que el agua residual agrícola es de salinidad alta (3 partes por mil), pocos árboles nativos crecen a lo largo de las márgenes del Río Hardy. No obstante, es un corredor importante para aves acuáticas y cantoras. Una parte del Río Hardy se localiza fuera de la planicie de inundación del Río Colorado (fuera del área delimitada por los bordos de control de inundaciones), dentro del Distrito de Riego de Mexicali, y otra parte se ubica dentro de la planicie de inundación. La porción localizada dentro de la planicie de inundación se desborda con las crecidas del Río Colorado y mantiene humedales, lagunas someras y miles de hectáreas de chamizo y pino salado. En el Río Hardy predomina el pino salado y poca vegetación nativa. Aunque se encuentran mezquites en las áreas altas, sólo se encuentran unos cuantos sauces y álamos en las márgenes del río. Se identificaron cinco áreas prioritarias para la conservación en el Río Hardy (véase la figura 3.3).



LEYENDAS

-  Ciudad
-  Carretera
-  Ferrocarril
-  Río

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN



-  Protección
-  Restauración

FIGURA 3.3. PRIORIDADES PARA LA CONSERVACIÓN EN EL RÍO HARDY



prioridades para la conservación:

CUENCA ALTA DEL RÍO HARDY

Esta área (1,358 ha) abarca el tramo permanente del río, desde su nacimiento en la parte suroeste del distrito de riego, cerca de la planta geotérmica de Cerro Prieto, río abajo hasta el parque turístico Campo Mosqueda. Una compuerta para controlar los flujos en Campo Mosqueda asegura que este tramo se mantenga con algunos metros de profundidad durante todo el año. En las márgenes de este tramo de 32 km domina el pino salado, con mezquites aislados y escasos parches de tular. Se han construido casas a las orillas del río hacia al norte de Campo Mosqueda. En suma, la cuenca alta del Río Hardy es considerada una prioridad para la conservación que debe protegerse, ya que en la actualidad es uno de los pocos lugares en el Delta con un flujo permanente y un canal profundo (de más de un metro), y que ya ofrece hábitat para algunas especies de fauna silvestre.

prioridades para la conservación:

RÍO HARDY-CUCAPÁ

Este sitio abarca cerca de 1,755 ha y se extiende desde Campo Mosqueda hasta el área conocida como “El Riñón”, 25 km río abajo, atravesando la comunidad Cucapá El Mayor (habitada por la etnia cucapá), y por varios campos turísticos y cinegéticos. En esta parte el río es perenne, los flujos son mucho más pequeños que río arriba y el canal es muy poco profundo para la navegación. La salinidad del agua también es más alta y las sales se acumulan en las márgenes del río, puesto que éste sólo se desborda esporádicamente. Estas condiciones han impulsado el establecimiento del pino salado. Las márgenes del río se encuentran dominadas por densas zonas de pino salado, con algunos mezquites en las tierras más altas. A pesar de la alta salinidad del agua del río (3 partes por mil), en sus orillas se encuentran sauces y álamos aislados, plantados por propietarios de campos turísticos. Este sitio es considerado prioridad para la restauración debido al potencial para incrementar la población de mezquite, así como para manipular el drenaje agrícola a fin de crear marismas con vegetación emergente. Los proyectos de restauración actualmente en curso han aumentado y mantenido el nivel del agua del Río Hardy en un metro desde el verano del 2002. Como consecuencia, se han reestablecido parches de tule y la navegabilidad del canal ha mejorado. El sitio incluye el área localmente conocida como las lagunas El Tapón, que son nuevas zonas inundadas por el aumento en los niveles de agua río arriba, en el dique de retención El Tapón. No obstante, El Tapón es únicamente una solución temporal implementada por residentes locales. El Tapón ya no será necesario si se garantiza un flujo perenne de agua para este tramo del Río Hardy. Para lograr esto,



los residentes locales necesitan apoyo a fin de realizar los estudios hidrológicos necesarios para ayudar a definir los requerimientos de agua de esta prioridad para la conservación, así como para establecer los mecanismos que satisfagan estas necesidades. Entre tanto, los beneficios e impactos de la represa necesitan ser monitoreados.

prioridades para la conservación:

CAMPO MOSQUEDA

Esta área posee un gran potencial para la restauración. De las 21 ha propiedad de la familia Mosqueda, 9 ya son manejadas para la restauración. Hasta la fecha, los proyectos incluyen la siembra de aproximadamente 1,000 árboles de mezquite en un sitio de tierras altas, y de álamos y sauces a lo largo del dren agrícola contiguo al campo.

prioridades para la conservación:

CAIMÁN

También conocida como el Dren Pescaderos, el área abarca 280 ha y fue un antiguo cauce del Río Colorado. Predominan el carrizo y el pino salado, con pequeños parches de tule y mezquites aislados. El Caimán es un sitio prioritario para la protección, porque ofrece alimento a la flora y fauna existentes. Abarca lagunas y hábitat de marismas en condiciones estables y potencialmente puede servir como fuente de agua para actividades de restauración.

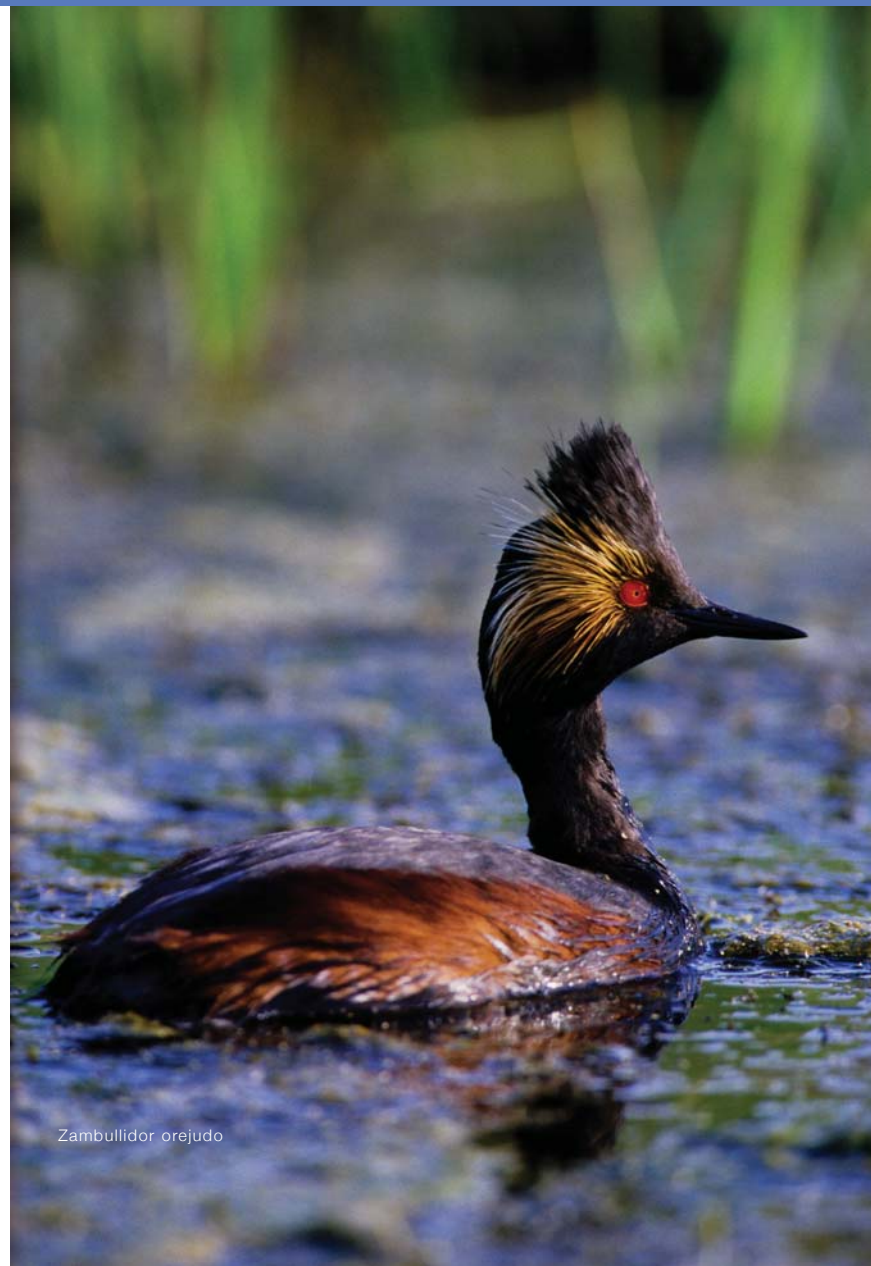
prioridad para la conservación: CAMPO SONORA-RÍO EL MAYOR

Este sitio, con una extensión de 195 ha, se ubica junto a un pequeño tributario del Río Hardy y también se alimenta de drenaje agrícola. El Campo Sonora está a lo largo del Río El Mayor, donde éste es más profundo, y atrae aves acuáticas, como pelícanos blancos, patos y gansos. El sitio también incluye lagunas en donde el río llega hasta el bordo de control de inundaciones. Dichas lagunas no fluyen hacia la planicie de inundación del Río Colorado y comúnmente funcionan como cuencas de evaporación, creando lagunas someras y planicies lodosas que atraen aves playeras. El sitio es una prioridad de conservación para la restauración.

RELACIONES ECOLÓGICAS

El análisis de las relaciones ecológicas en la zona del Río Hardy se centró en las relaciones entre los flujos del río, los patrones de vegetación y su valor ecológico para avifauna e ictiofauna. La siguiente descripción se aplica a todas las áreas prioritarias para la conservación en este río, a menos que se señale lo contrario. Los principales factores considerados para el establecimiento y mantenimiento de la vegetación fueron el volumen de los flujos y la salinidad del agua y el suelo. Históricamente, el Río Hardy se inundaba con agua dulce durante las crecidas del Río Colorado. Hoy, los flujos de aquél cauce nacen del drenaje agrícola de la parte oeste del Valle de Mexicali. Las condiciones actuales de alta salinidad del agua y el suelo estimulan el crecimiento del pino salado y limitan el de álamos y sauces nativos. El mezquite es capaz de tolerar estas condiciones de salinidad y se encuentra principalmente en sitios cercanos al canal del río. Las condiciones óptimas para el hábitat incluyen una diversidad de tipos de vegetación mayor a la que actualmente existe en la zona del Río Hardy. No obstante, las extensas porciones de pino salado y mezquite, con áreas de lagunas en el río, ofrecen un hábitat importante para las aves migratorias.

Los patrones de los flujos de agua y salinidad también influyen en la salud de la ictiofauna, su abundancia y diversidad. Desde su nacimiento hasta Campo Mosqueda, el Río Hardy fluye todo el año. Existen muchas especies de peces introducidas, como bagre, lobina y tilapia. Río abajo de Campo Mosqueda, el flujo del Río Hardy se reduce. El extremo sur del Río Hardy está sujeto a la influencia de la marea que conecta al río con el medio marino todavía más abajo. Dicha conexión ocurre durante las mareas más altas del año, las cuales arrastran agua de mar con crustáceos y otra fauna desde el Alto Golfo hacia el río, y llevan especies que habitan en el río hasta el estuario.



Zambullidor orejudo



Humedal El Tapón



REQUERIMIENTOS DE AGUA

El Río Hardy constituye una unidad ecológica integral cuyas funciones dependen de la manera en que el agua fluye a través de las áreas prioritarias para la conservación. A diferencia del corredor ripario, en donde el flujo del río está sujeto a reducción o eliminación por cualquier cantidad de cambios en la cuenca río arriba, el Río Hardy cuenta con un suministro anual más localizado de entre 7.4 y 13.6 millones de m³ de agua de drenaje agrícola, con una salinidad aproximada de 3 partes por mil. Sin embargo, dicho suministro de agua no está garantizado y la viabilidad de las áreas prioritarias para la conservación en el Río Hardy depende de estos flujos.

Los flujos actuales en el Río Hardy varían a lo largo del año según los patrones estacionales de riego. Solamente la parte alta del río presenta una profundidad constante durante todo el año de entre 1 y 3 metros. Aunque se necesita un modelo hidrológico para determinar los requerimientos de agua río abajo de Campo Mosqueda, las comunidades locales sugieren que un dragado en algunas partes del canal principal podría mejorar las condiciones de profundidad del agua.

La calidad del agua en el Río Hardy es problemática, especialmente en los periodos en que las tasas locales de riego son bajas y el flujo en los drenes disminuye. Por lo tanto, la estabilización de la salinidad del Río Hardy es esencial, tanto durante el año como a largo plazo. Para ello se necesitan flujos adicionales de agua dulce con baja salinidad a fin de diluir los flujos de drenaje agrícola y alcanzar una meta de salinidad de 1.4 partes por mil o menos; esto beneficiaría la germinación de la vegetación nativa. Un incremento en los flujos lavaría sedimentos y contaminantes; contribuiría a reducir la salinidad causada por la intrusión del agua de mar proveniente de las mareas y ayudaría a crear un paso permanente para los peces del río al estuario durante todo el año.



AMENAZAS

Las amenazas al Río Hardy incluyen la disminución en calidad y cantidad de su suministro de agua, lo cual se relaciona con el impacto de las actividades del entorno, como turismo, agricultura y pesca, a lo largo del río. Las amenazas específicas son las siguientes:



Mesquite joven

1 La disminución en la calidad del agua es la principal amenaza para el valor del hábitat en la zona del Río Hardy. Ante la ausencia de flujos regulares del Río Colorado, la única fuente de agua del Río Hardy es el drenaje agrícola, el cual no sólo tiene un alto contenido de sales, sino que también podría contener residuos de plaguicidas, metales pesados, selenio y nitratos de los fertilizantes. Afortunadamente, la gravedad de esta amenaza es baja puesto que hasta la fecha no se conocen efectos de ninguno de estos contaminantes sobre la salud de la fauna silvestre o de las poblaciones humanas que utilizan el corredor. Los flujos ocasionales del Río Colorado ayudan a diluir los contaminantes. Sin estos flujos, la reversibilidad de esta amenaza es baja, teniendo en cuenta que varios de los contaminantes permanecerían en forma de sedimentos y podrían constituir una amenaza potencial durante muchos años. El alto contenido de sales en el agua tiene un grave impacto en la vegetación, evitando el crecimiento de especies nativas riparias, como álamos y sauces. Un aumento en la salinidad del agua reduciría el hábitat existente y deben evitarse flujos con salinidad mayor a la ya existente en el canal. Los efectos de dicha amenaza son reversibles siempre y cuando haya oportunidades para reducir el contenido de sal del Río Hardy a menos de 1.4 partes por mil. Es probable que el dique El Tapón incremente la salinidad del tramo inferior del río, conforme las áreas inundadas provocan mayor evaporación. Esta es una amenaza potencialmente importante que debe ser vigilada estrechamente.

2 La disminución del volumen de agua de drenaje vertido al río, debido a una mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua para fines agrícolas podría degradar los suelos y reducir la cantidad de líquido disponible para los humedales, con un aumento en el predominio del pino salado sobre la vegetación nativa. La gravedad de esta amenaza dependerá del cambio en el volumen de agua de drenaje. Conforme los flujos regresen, es probable que la reversibilidad de esta amenaza sea baja en las áreas de tierras altas, pero elevada en las áreas ubicadas a lo largo de las márgenes del río.

3 La sedimentación en el canal del Río Hardy, originada por la baja velocidad de los flujos podría impedir la navegación y deteriorar el hábitat para los peces. Esto constituye una amenaza real con impactos que pueden ir de moderados a graves. Gran parte de esta sedimentación tuvo lugar durante la inundación del Río Colorado en 1993 y sus graves efectos aún pueden observarse. También es probable que el dique El Tapón incremente la sedimentación, por lo que debe mantenerse en estrecha vigilancia. Esta amenaza es reversible, pero solamente mediante dragados para remover los sedimentos acumulados. Los pulsos de inundación esporádicos provenientes de la corriente principal del Río Colorado que transportan grandes cantidades de sedimentos podrían exacerbar la sedimentación y la degradación del hábitat, si no son seguidos por flujos permanentes que acarreen los sedimentos hacia el Alto Golfo. Esta amenaza es probable, y si bien podría ser reversible, la restauración de los pulsos de inundación requerirá cambios considerables en el manejo del Río Colorado. Es necesario un análisis hidrológico para lograr una mayor comprensión de las dinámicas del río, así como para determinar la magnitud y temporalidad de los flujos perennes y esporádicos necesarios para lavar sedimentos y mejorar el hábitat y la



navegabilidad; el dragado puede y debe evitarse en la medida de lo posible.

4 El potencial de contaminación de la planta de tratamiento de aguas residuales Mexicali II (que se espera entrará en operación en el 2006) incluye coliformes fecales y sedimentos. Dicha contaminación podría ser resultado del mal funcionamiento de la planta o del efecto incremental de la operación de la misma. Los efectos acumulativos de estas aguas residuales junto con otras descargas tratadas y no tratadas en el Río Hardy deben ser tomados en cuenta. Los impactos podrían ser graves tanto para las especies animales como para los humanos. En la mayoría de los casos, estos impactos son reversibles si la calidad del agua tratada es mejorada para cumplir con las normas de seguridad; por ende, esta amenaza también es considerada como una oportunidad de restauración, como se describe más adelante.

5 La invasión potencial del helecho flotante (*Salvinia molesta*) podría tener graves impactos al bloquear flujos en el canal del Río Hardy y desplazar especies nativas; su reversibilidad sería baja. Afortunadamente no se ha encontrado esta especie en el Río Hardy, al parecer porque su salinidad es demasiado alta.

6 Aparentemente existe caza furtiva en la zona, cuyo resultado es la pérdida de un número desconocido de aves. La magnitud de esta amenaza y la gravedad de su impacto se desconocen.

Helecho flotante (*Salvinia molesta*)

7 Contaminación potencial por metales pesados en las descargas provenientes de Cerro Prieto. Si las prácticas son modificadas o si hay derrames, la flora y fauna se verán afectadas de manera adversa. La gravedad y reversibilidad de los impactos dependerán de la magnitud de las descargas, pero aún no han sido evaluadas.

8 La contaminación por granjas camaroneras constituye una amenaza potencial para la calidad del agua y, en consecuencia, para la flora y fauna locales, aunque se desconocen su gravedad y reversibilidad.

9 La contaminación por usos de suelo distintos a la agricultura a lo largo del Río Hardy se considera una amenaza real pero de bajo impacto, debido a la baja intensidad del uso del suelo.

10 Los incendios tienen graves impactos al destruir árboles de mezquite y otra vegetación. Probablemente la reversibilidad de dichos impactos sea muy baja en el caso del mezquite y de otras especies de vegetación nativa, debido a que las condiciones prevalecientes no favorecen la regeneración.

11 Las especies nativas podrían ser eliminadas por el desmonte de vegetación y la competencia de especies invasoras, como el eucalipto. Esta amenaza sólo se encuentra presente en áreas muy pequeñas del Río Hardy y sus impactos son bajos.

12 Las decisiones de manejo tomadas sin información suficiente acerca de la calidad del agua y sin objetivos de conservación siguen amenazando la viabilidad a largo plazo de los esfuerzos para la conservación del Río Hardy.



OPORTUNIDADES

Las oportunidades de restauración en el Río Hardy consisten principalmente en alternativas para aumentar los flujos hacia los humedales y mejorar la calidad del agua, así como en esfuerzos para mantener la participación de los usuarios locales en la restauración y en actividades económicas sustentables. Entre las oportunidades se incluyen:

1 Asegurar los flujos de agua hacia el Río Hardy mediante concesiones o adquisiciones de agua. La estabilización y el aumento de los flujos del Río Hardy y las mejoras en la calidad del agua podrían dar por resultado mejoras considerables en el hábitat, tales como el aumento en la superficie de marismas y lagunas, y mayor viabilidad de las especies nativas del bosque ripario. Podría lograrse una restauración importante con el aumento en la cantidad de agua y en la profundidad del río aguas abajo de Campo Mosqueda. Esto daría lugar a un mejoramiento de la navegación con fines recreativos, beneficiaría a las poblaciones acuáticas existentes y ayudaría al manejo del pino salado, limitando su expansión y aumentando el éxito de las actividades para su erradicación. Para que cualquier aumento en los flujos pueda dar estos resultados, será necesario aumentar la capacidad del canal, dragando porciones de l aparte baja del Río Hardy a fin de remover sedimentos depositados durante las repetidas inundaciones de las últimas dos décadas.

2 Asegurar los flujos de agua proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales Mexicali II, que podría descargar hasta 1 m³/s, duplicando el volumen actual de agua que entra al Río Hardy. Esto podría disminuir

la salinidad (con una meta de 1.4 partes por mil) y mejorar el valor del hábitat, incluyendo un aumento en el establecimiento de álamos y sauces en las márgenes del río.

3 Mantener las actividades de la Asociación Ecológica de Usuarios de los Ríos Hardy y Colorado (AEURHYC), la cual ha estado trabajando en la zona desde 1999 con la misión de conservar y restaurar ambos ríos y desarrollar oportunidades económicas compatibles con el medio ambiente. Integrada por usuarios locales, AEURHYC está incrementando la conciencia ambiental de las comunidades locales y aumentando su participación en actividades de restauración. Dichas actividades se fortalecerán con el establecimiento de un programa ambiental de amplio alcance.

4 Uso de diques de retención para ayudar a manejar los flujos de agua para la restauración del hábitat, como el proyecto de AEURHYC en El Tapón, localizado en el extremo sur del área de El Riñón. El Tapón es un dique temporal construido por los habitantes de la zona que ha logrado elevar el nivel del agua en este tramo del Río Hardy en aproximadamente un metro. Con esto se crearon condiciones para que 405 hectáreas de tierras secas se inundaran y se desarrollaran nuevas áreas de marismas sin mayor intervención. Este tipo de trabajo de restauración podría ofrecer otras oportunidades para restaurar tierras altas con árboles de mezquite y áreas riparias con álamos y sauces. Los altos niveles de agua, si se mantienen, también ayudarían a controlar el pino salado. Las áreas con mejoras en el hábitat ofrecerán nuevas oportunidades para desarrollar actividades

de ecoturismo, acuacultura y otras actividades recreativas. Como en cualquier actividad de restauración, este sitio debe ser monitoreado para detectar cambios en la sedimentación, la salinidad e impactos en el movimiento de peces y otras especies de invertebrados del Alto Golfo al río y viceversa.

5 Una mayor eficiencia de los sistemas de riego y la asignación del agua ahorrada para el flujo de mantenimiento del Río Hardy aumentarían la flora y fauna locales. La eficiencia del riego no es una amenaza como la descrita anteriormente si el agua ahorrada es asignada al río.

6 La Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y el Delta del Río Colorado podría ampliarse para incluir al corredor del Río Hardy, lo cual permitiría a los administradores de la Reserva de la Biosfera ampliar sus actividades de gestión para abarcar una mejor conexión entre el agua dulce y los ambientes marinos.

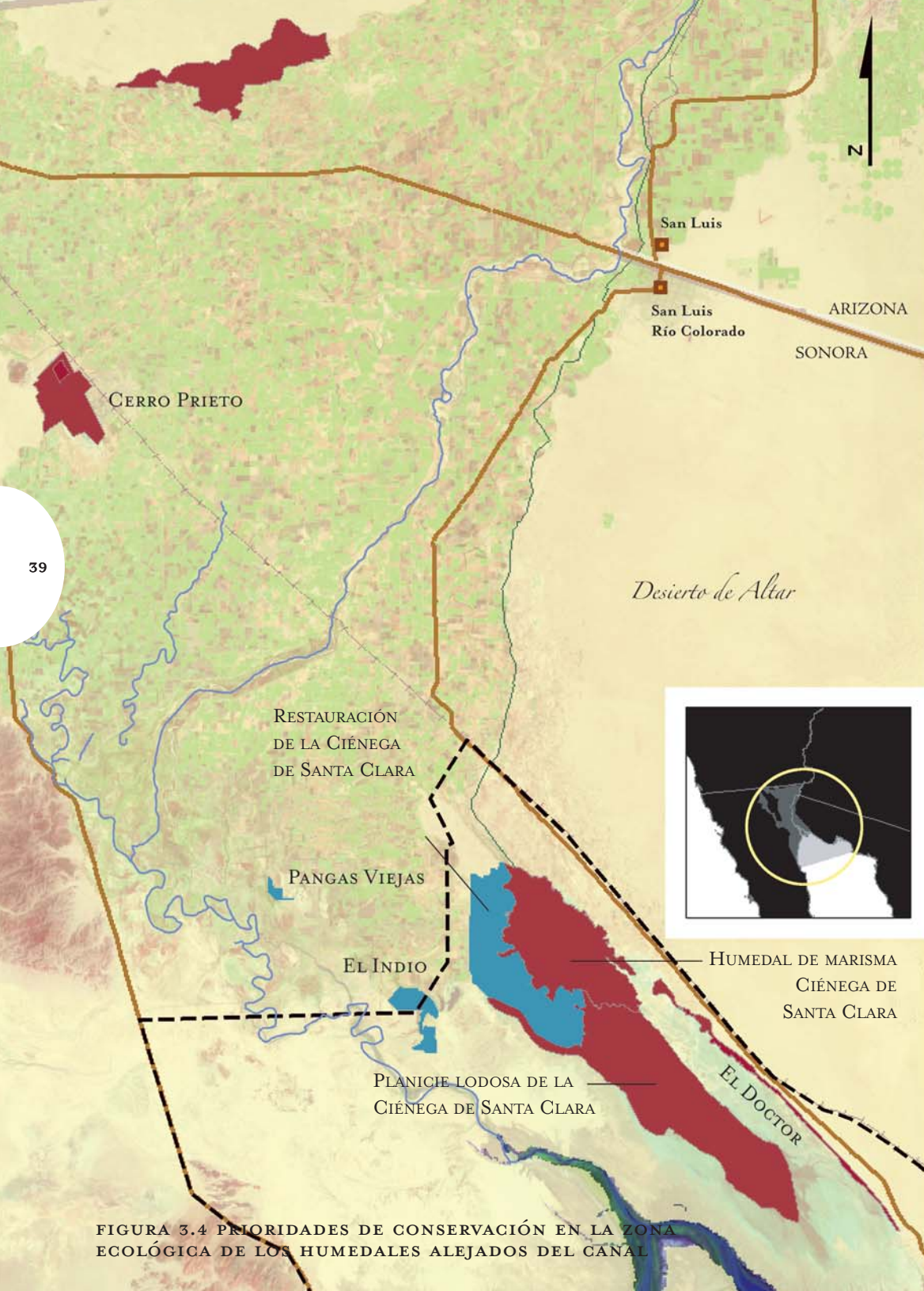
7 El Río Hardy podría ser elegido como sitio para la restauración por el cuarto grupo de trabajo de la IBWC/CILA, que ofrece un mecanismo de diálogo entre México y Estados Unidos para asuntos ambientales relacionados con el Delta. Esto podría mejorar la cooperación binacional en la restauración del Delta del Río Colorado en su conjunto.

8 Los manchones de vegetación nativa saludable en el corredor del Río Hardy, aunque escasos, pueden ofrecer una fuente de semillas para proyectos de restauración en otros sitios.





HUMEDALES ALEJADOS DEL CANAL

La zona de los humedales alejados del canal incluye varios grupos importantes de humedales (véase figura 3.4) alimentados por aguas que no provienen directamente del Río Colorado. Algunos se han formado por fuentes de agua de origen natural, pero la mayoría son alimentados por agua de drenaje agrícola o por infiltraciones de canales. Casi todas las áreas en donde se han desarrollado humedales por la presencia de estas fuentes de agua, fueron históricamente parte del amplio ecosistema del Delta del Río Colorado que existió antes del desarrollo exhaustivo de la cuenca. Su origen antropogénico actual no les resta importancia como hábitats de vida silvestre. Casi toda el agua dulce que hoy en día llega al Delta ha pasado por las manos del hombre, pero no por ello es menos húmeda. Estudios sobre fauna silvestre y vegetación realizados durante los diez últimos años demuestran que para las aves migratorias dichos humedales conforman una escala esencial y áreas para pasar el invierno, mientras que los pobladores locales cazan, pescan y prestan servicios de guía en la zona. Sin embargo, son tan poco conocidos que ninguno tenía nombre oficial antes de 1992.



LEYENDAS

-  Ciudad
-  Carretera
-  Ferrocarril
-  Río
-  Frontera internacional
-  Reserva de la biosfera

PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN

-  Protección
-  Restauración

FIGURA 3.4 PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN EN LA ZONA ECOLÓGICA DE LOS HUMEDALES ALEJADOS DEL CANAL



LA CIÉNEGA DE SANTA CLARA

La Ciénega de Santa Clara (la Ciénega) es el humedal de marisma de mayor extensión en todo el Desierto Sonorense y uno de los más importantes de la cuenca baja del Río Colorado. Este complejo de marismas con densos tulares, lagunas y planicies lodosas se localiza en el sitio en donde el brazo principal de la Falla de San Andrés entra al Golfo de California. La Ciénega fue creada en 1977, cuando Estados Unidos comenzó a enviar agua subterránea salobre proveniente del Distrito de Riego y Drenaje Wellton-Mohawk, al sur de Arizona, a este sitio del Delta, a través de un canal de concreto de 100 km de longitud (el *Main Outlet Drain Extension* o canal MODE). Veinticinco años de descargas de agua a través del canal MODE han convertido a la Ciénega en un humedal de suma importancia ecológica. Una parte de la Ciénega se ubica dentro de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, decretada en 1993, y el resto se encuentra dentro de su zona de amortiguamiento. La inclusión de la Ciénega en la Reserva de la Biosfera demuestra el reconocimiento por parte de México de sus extraordinarios valores para la fauna silvestre. Los expertos dividieron a la Ciénega en tres áreas prioritarias para la conservación, las que se describen a continuación.

Ciénega de Santa Clara

Palmoteador de Yuma



prioridad para la conservación:

MARISMA DE LA CIÉNEGA DE SANTA CLARA

Esta marisma ha sido identificada como prioritaria para la protección. La marisma abarca 6,147 hectáreas de humedales salobres con vegetación emergente, especialmente tule y carrizo, entremezclados con lagunas. Es refugio importante y hogar de la población más grande del mundo del palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) (Hinojosa Huerta *et al.*, 2001a), así como de una importante población del pez perrito del desierto (Varela Romero *et al.*, 2002). La marisma de la Ciénega también sustenta a gran número de carpas, lisas, tilapias y lobinas. Asimismo, constituye una escala importante para aves migratorias acuáticas y playeras a lo largo de la Ruta Migratoria del Pacífico.

prioridad para la conservación:

PLANICIE LODOSA DE LA CIÉNEGA DE SANTA CLARA

Esta zona abarca 9,988 hectáreas de lagunas someras abastecidas con agua salobre proveniente de la marisma, al norte, así como flujos de marea provenientes del Alto Golfo, al sur. Estas planicies lodosas se encuentran en buen estado y fueron identificadas como prioridades para la protección debido a su importancia para las aves playeras.



prioridad para la conservación:
RESTAURACIÓN DE LA CIÉNEGA DE SANTA CLARA

El área se ubica en la parte oeste del humedal. Actualmente no está cubierta por vegetación y constituye principalmente una planicie árida con planicies lodosas efímeras. Se identificó como prioridad para la restauración con los objetivos de ampliar el hábitat de marisma y aumentar la diversidad, desarrollando vegetación de tierras altas. Con una mayor cantidad de agua podrían transformarse otras 5,016 hectáreas en áreas de humedales y mezquite.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

El 85% del agua que recibe la Ciénega de Santa Clara proviene del Distrito de Riego y Drenaje Wellton-Mohawk (DRDWM) en Estados Unidos (cerca de 135 millones de m³ al año a entre 2.4 y 3.0 partes por mil). El resto proviene de flujos agrícolas de riego locales a través del Dren Riito. Cada fuente entra al extremo norte de la Ciénega por canales separados. El agua del DRDWM anteriormente era entregada a México en el canal principal del Río Colorado, como parte de los derechos de agua de este país bajo el tratado de 1944, pero fue retirada del canal principal cuando México se quejó porque la elevada salinidad del Río Colorado dañaba las cosechas. Estados Unidos y México negociaron la minuta 242 del tratado de 1944, la cual garantiza que el agua entregada a México no podrá tener una salinidad

de más de 145 partes por millón que el agua de la Presa Imperial en Estados Unidos. La Oficina de Reclamación (Bureau of Reclamation, BOR) de Estados Unidos construyó la Planta Desalinizadora de Yuma para tratar de recuperar el agua residual salobre del DRDWM, pero ésta sólo estuvo en operación brevemente durante 1993, a un tercio de su capacidad (Pitt *et al.*, 2002). En su totalidad, la Ciénega es alimentada por agua salobre (3-4 partes por mil, que es más salina que el agua del canal MODE debido a la evaporación que incrementa la salinidad hasta que los flujos llegan a la Ciénega).

Se calcula que la máxima salinidad que tolera la Ciénega es de 5 partes por mil (Glenn *et al.*, 1995). Es posible que los valores ecológicos de la Ciénega pudie-



ran mantenerse con una reducción en la cantidad de agua, si mejora la calidad. Las concentraciones de selenio en la Ciénega fluctúan entre 5 y 19 partes por millón (ppm) en el agua, entre 0.8 y 1.8 ppm en los sedimentos, entre 2.5 y 5.1 ppm en los peces y entre 3.3 y 8.4 ppm en los huevos de las aves (García Hernández *et al.*, 2000). El selenio penetra en la Ciénega disuelto en el agua y se bioacumula en la cadena alimenticia. Aunque no se ha encontrado que estas concentraciones en la fauna silvestre causen un importante número de muertes o problemas reproductivos en la Ciénega, es importante seguir con su monitoreo a fin de detectar posibles efectos del selenio. Son necesarios otros estudios a fin de determinar los requerimientos de agua para el área de restauración de la Ciénega; aunque se sabe que la salinidad del agua debe ser menor a 3 partes por mil para poder sostener a los mezquites.



AMENAZAS

Las amenazas a la Ciénega de Santa Clara incluyen propuestas de acciones que reducirán la cantidad y calidad de su suministro de agua. En parte, esto es resultado de la falta de una fuente de agua garantiza-





Dren Riito

Navegación ecoturística en la Ciénega de Santa Clara



da para mantener los ecosistemas naturales. Las amenazas específicas son:

1 La principal amenaza para la Ciénega es la entrada en operación de la Planta Desalinizadora de Yuma, que aún permanece en “reserva preparada” en Yuma, Arizona, justo al norte de la frontera mexicana. Si bien hoy en día la operación de la planta es sólo una amenaza potencial, su funcionamiento tendría graves impactos al modificar drásticamente el volumen y la calidad del agua que entra a la Ciénega. Los flujos actuales disminuirían 60%, a cerca de 37 millones de m³, con un pronunciado incremento de la salinidad de 2.8 partes por mil a 9 partes por mil (BOR, 2003) (nótese que dichos niveles de salinidad reflejan la calidad del agua en el extremo norte del canal MODE más que en la Ciénega misma, donde los niveles de salinidad aumentan debido a la evaporación). Se cree que la disminución en la cantidad de agua, acompañada por el aumento en la salinidad, resultado de la operación de la planta, elimine la mayor parte de los organismos de la Ciénega. La reversibilidad de los impactos provocados por esta amenaza es de moderada a alta, pero requeriría encontrar una fuente de agua sustituta, lo cual representa un gran reto. Se desconoce hasta qué punto regresaría la fauna silvestre a la zona si la planta entrara en operación y los flujos fueran posteriormente

reemplazados. Existen planes en Estados Unidos para operar la desalinizadora y ya han comenzado los trabajos para actualizar su tecnología, por lo que la probabilidad de esta amenaza es alta.

2 Las especies exóticas invasoras (plantas y animales) pueden establecerse en la Ciénega y reducir el valor del hábitat para aves residentes y migratorias. El helecho flotante (*Salvinia molesta*) crece en algunos drenes de la cuenca baja del Río Colorado, y aunque aún no se ha establecido en el MODE o en la Ciénega, podría hacerlo ya que tolera agua con salinidad de hasta 3 a 4 partes por mil. En caso de expandirse a esta zona, el impacto sería alto y su reversibilidad baja.

3 La contaminación proveniente de los campos agrícolas, del agua del río o de aguas residuales rurales afectaría de manera adversa a la flora y fauna de la Ciénega. Esta amenaza es probable y reversible. Las concentraciones actuales de selenio en sedimentos, plantas y peces no se consideran peligrosas para las especies silvestres o para las personas (García Hernández *et al.*, 2001b); sin embargo, se prevee su aumento de manera considerable si la Planta Desalinizadora de Yuma entra en operación.

4 Los desbordamientos del Río Gila podrían alterar los flujos a la Ciénega si el canal MODE se daña o se rompe (como ocurrió en 1993). Esta amenaza es probable, aunque los desbordamientos del Gila son poco comunes, y es reversible con reparaciones al canal MODE.



OPORTUNIDADES

El hecho de que la Ciénega sea un área natural protegida representa la mejor oportunidad para proteger y mejorar sus hábitats naturales. Por ejemplo:

1 La Reserva de la Biosfera favorece la protección y el manejo de los beneficios de la Ciénega, incluyendo ecoturismo y observación de aves, pesca comercial y deportiva, caza regulada y el valor económico del tule. Además, pudiera ser manejada de manera más intensiva a fin de aumentar el valor del hábitat para la fauna silvestre, lo que podría permitir actividades tales como la quema prescrita en áreas de tule y la restauración de otras áreas de humedales.

2 También existe la posibilidad de que el ejido local mejore y expanda sus actividades de ecoturismo y recorridos por la Ciénega.

3 Con una mayor cantidad de agua, sería posible restaurar el área de tierras altas de la Ciénega.



prioridad para la conservación: HUMEDALES EL DOCTOR

Identificado como prioritario para la protección, este grupo de pequeñas pozas conectadas hidrológicamente conforman un área de 864 hectáreas de humedales al sureste de la Ciénega de Santa Clara. La mayoría de estos humedales se ubican justo en el borde del límite oriental del Delta, donde colinda con el Gran Desierto, y al pie de la Mesa de Sonora. El agua es ligeramente salobre y mantiene a un patrón de crecimiento de anillos concéntricos de vegetación. La vegetación de agua dulce, como el junco, crece cerca del centro, mientras que plantas más tolerantes a la salinidad circundan las áreas exteriores. Los científicos han documentado 22 especies de plantas acuáticas que crecen en estas marismas (Glenn *et al.*, 1995). Si bien no son vastos en área, los humedales El Doctor forman una larga línea verde a través del desierto, conectando al extremo sureste del Delta con los estuarios costeros al sur. Son extraordinariamente importantes para mantener las migraciones de aves y esenciales para las aves migratorias neotropicales terrestres que se trasladan siguiendo la costa sonorense y a través del Delta en su viaje hacia el norte. Estos humedales también son importantes para el rallo negro (*Laterallus jamaicensis coturniculus*), el pez perrito del desierto (*Cyprinodon macularius*) y la comida de la arena (*Pholisma sonoreae*), una planta endémica del Gran Desierto.

REQUERIMIENTOS DE AGUA

La fuente de agua de El Doctor es la precipitación pluvial en los costados occidentales de la Sierra del Pinacate y que fluye por debajo de la arena del desierto para brotar, ligeramente salobre, en las planicies lodosas del Delta. Poco se ha documentado acerca de la cantidad, calidad o frecuencia de estos flujos. Se requiere mayor información para comprender la dinámica de las aguas subterráneas y sus efectos en El Doctor, la importancia de las aguas subterráneas del Gran Desierto y su relación con el Alto Golfo (la intrusión de agua salada es mínima, pero podría convertirse en un problema en el futuro). Se necesitan estudios de monitoreo de largo plazo para caracterizar estas pozas.



Rallo negro



AMENAZAS

Las amenazas a El Doctor están principalmente relacionadas con el uso del suelo alrededor de estos humedales. Las amenazas específicas son:

- 1 Aunque los humedales El Doctor forman parte de la Reserva de la Biosfera, el intenso pastoreo los ha degradado, lo que constituye una amenaza real con impactos muy graves, pero con reversibilidad alta. Si los esfuerzos por controlar el pastoreo tienen éxito, se espera que las comunidades vegetales puedan regenerarse en menos de dos años.
- 2 Otra amenaza potencial son los planes de México para construir una carretera que conecte a los poblados de El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, lo que completaría la carretera costera de Sonora y uniría al Delta con el resto de Sonora. Los desarrollos turísticos y el crecimiento de El Golfo de Santa Clara probablemente llevarán a la instalación de pozos a lo largo del límite del Gran Desierto a fin de recuperar agua dulce para consumo humano. Esto significaría el fin de los humedales El Doctor y la reversibilidad de dicho impacto sería baja.
- 3 La tala de mezquites para abastecimiento de madera constituye otra amenaza real para la vegetación nativa. Sus impactos son bajos, ya que sólo se talan las ramas de los árboles de mezquite, y por lo tanto su reversibilidad es alta.
- 4 La presencia de contaminantes orgánicos e inorgánicos es una amenaza potencial para la fauna silvestre. Afortunadamente, en el 2000 los niveles de selenio en sedimentos y biota de El Doctor no excedían los umbrales de toxicidad. Las concentraciones de plaguicidas organoclorados en los tejidos de peces fueron bajas, pero ponen de manifiesto el uso común del DDT en el valle agrícola en años pasados (García Hernández et al., 2001a).
- 5 Por último, los pequeños incendios ocasionales amenazan la persistencia de la vegetación, principalmente la de las marismas. El daño probable sería bajo, considerando que los incendios son menores y ocasionales, y su reversibilidad alta.



OPORTUNIDADES

La riqueza en especies de El Doctor debe ser preservada y restaurada. Esto podría lograrse mediante la implementación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera, el cual demanda acciones para proteger y mejorar este humedal. Existen oportunidades para el ecoturismo y la observación de aves, sobre todo durante la migración de las aves migratorias neotropicales terrestres. Estas actividades podrían crear incentivos para la conservación del sitio, llevando a la eliminación del pastoreo alrededor de las pozas. En el programa de manejo de la Reserva de la Biosfera se describen acciones específicas para manejar estas actividades (CONANP, 2004).

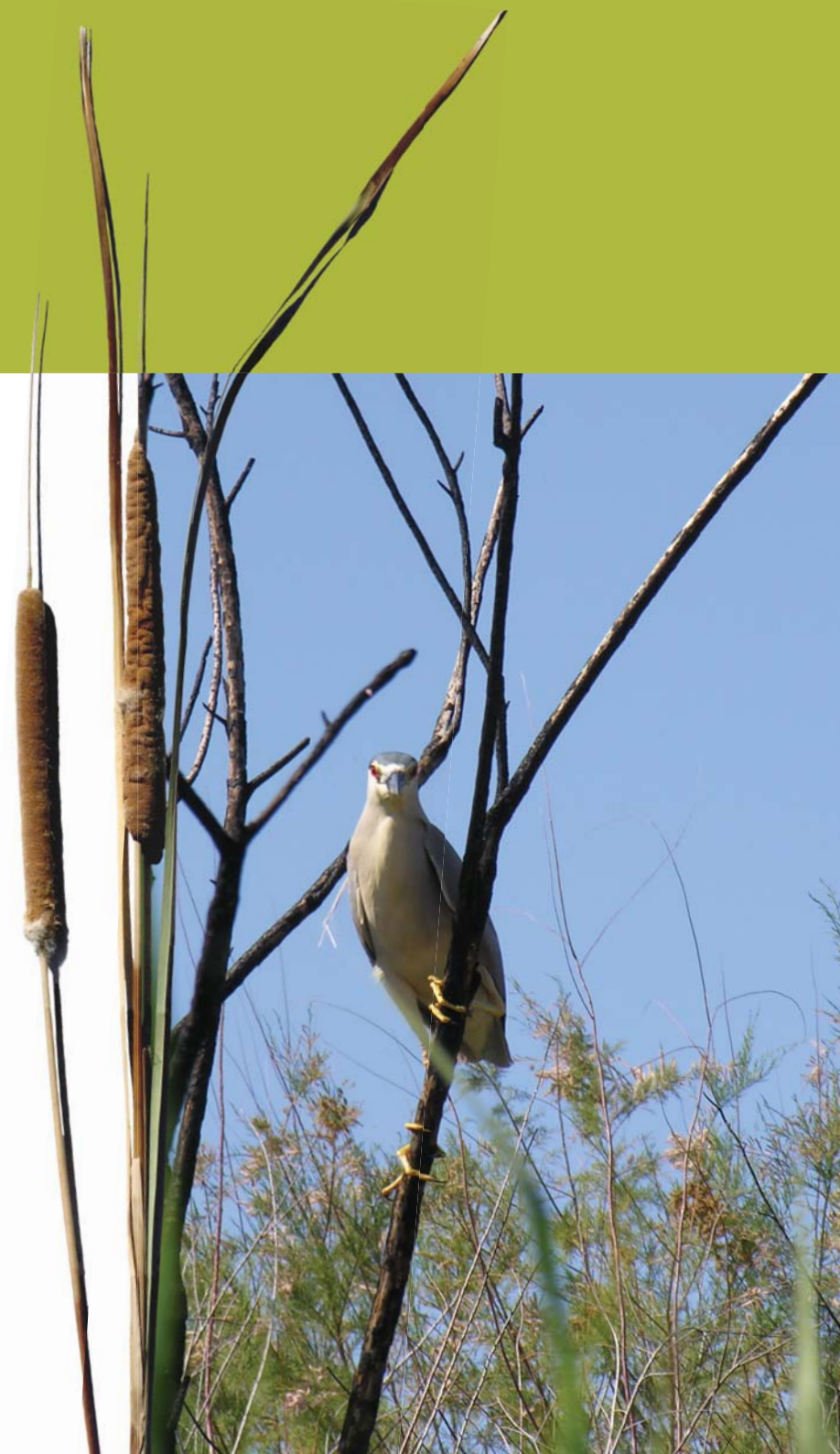


prioridades para la conservación: HUMEDALES DE LA MESA DE ANDRADE

Con una extensión de 3,930 hectáreas, estos humedales fueron identificados como prioridad para la protección. Científicos mexicanos y estadounidenses los valoraron por primera vez al realizar mapeos aéreos de la vegetación en el Delta durante el 2002 (Hinojosa Huerta *et al.*, 2002). Se localizan a lo largo de la ladera sur de las dunas de la Mesa de Andrade, en el extremo norte de los campos agrícolas del Valle de Mexicali. Pronto quedaron registrados en el mapa y fueron objeto, al menos parcialmente, de exploraciones de campo. Un estudio más reciente (Hinojosa Huerta *et al.*, 2004b) señala que estos humedales sustentan por lo menos 100 especies de aves, entre ellas especies poco comunes y en peligro de extinción, como el palmoreador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*), el gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis rostratus*), el gallito piquigrueso (*Sterna nilotica vanrossemi*) y el ralito negro (*Laterallus jamaicensis coturiniculus*). Las lagunas someras de agua salobre también son atractivas para muchas especies de aves acuáticas.

En un análisis más detallado, Zamora Arroyo y otros (2005) señalaron que los humedales de la Mesa de Andrade están formados por dos grandes sistemas de humedales; uno cerca del ejido Irapuato y otro en las inmediaciones del ejido Netzahualcóyotl, con un total de 1,882 ha de hábitat de humedales y 778 ha de hábitat terrestre. Este hábitat de humedales consta de 203 ha de marismas (lagunas, tule y pasto salado), 69 ha de cachanilla y pino salado, y 1,611 ha de áreas riparias con una cubierta de mezquite de al menos 10%.

Estos ecosistemas son únicos porque mantienen marismas, dunas con vegetación y planicies de pasto salado (*Distichlis spicata*), rodeadas por manchones de tule. Las dunas que rodean a estos humedales están cubiertas con arbustos halófitos y mezquites, cuyas raíces alcanzan el manto freático. Aunque fueron descubiertos recientemente, datan probablemente de hace cien años, cuando se abrió el primer canal a través de la Mesa de Andrade.





REQUERIMIENTOS DE AGUA

Los humedales de la Mesa de Andrade son alimentados por infiltraciones del Canal Todo Americano. Los agricultores locales solían tener problemas con la infiltración de agua de dicho canal, la cual inundaba los terrenos agrícolas, hasta que se construyó un dren para recolectarla. Hay pruebas de que en la actualidad el escurrimiento fluye hacia el sur desde el Canal Todo Americano (Cortéz Lara y García Acevedo, 2000; Cortéz Lara *et al.*, 2002; U.S. Bureau of Reclamation, 1994). No obstante, se requieren estudios adicionales para verificarlo y para cuantificar los volúmenes de agua.



AMENAZAS

La principal amenaza para estos humedales es la construcción de un nuevo canal revestido, paralelo al actual Canal Todo Americano. A pesar de que la construcción aún no ha comenzado, ya se considera una amenaza presente porque el revestimiento del canal ha sido aprobado en Estados Unidos. El contrato para la construcción fue asignado en junio del 2004 y se espera que la construcción dure hasta cuatro años. La gravedad de los impactos no ha sido estudiada, pero es probable que sea alta porque el nuevo canal revestido eliminará la mayor parte de la infiltración que hoy en día alimenta a los humedales de la Mesa de Andrade. Podría seguir entrando un poco de agua a los humedales, si el canal actual que no está revestido es utilizado como embalse de almacenamiento una vez que el nuevo canal entre en operación.



OPORTUNIDADES

Se conoce poco acerca de estos humedales, por lo que la investigación para documentar flora, fauna y requerimientos de agua sería importante para empezar a considerar su protección y restauración.



prioridades para la conservación: ESTANQUES DE CERRO PRIETO

Estos estanques artificiales, con una extensión de 2,017 ha, fueron creados por la Planta Geotérmica de Cerro Prieto, al norte del Río Hardy, y han sido identificados como prioridad para la protección. La vegetación es poco densa y dominada por *Allenrolfia occidentalis*. La salinidad de las lagunas fluctúa desde salobre (menos salina que el agua de mar) hasta hipersalina, dependiendo de la localización de la laguna en la secuencia de evaporación. Los estanques que alojan al pez perrito del desierto y a la *Ruppia maritima*, una planta acuática, son salobres (entre 10 y 20 partes por mil). Estos estanques artificiales reciben agua geotérmica después de haber sido utilizada (como vapor) para generar electricidad, lo que da por resultado la acumulación de silicatos y azufre, además de otros metales contenidos en los estanques.

Los estanques dentro del rango de salinidad bajo (salobre) están colonizados por lenteja de agua y perfitón, así como por miles de individuos del pez perrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), que parecen ser los únicos vertebrados presentes. Los estanques son un hábitat importante para el pez perrito del desierto debido a su aislamiento respecto de otras áreas de humedales en el Delta y a la falta de predadores. El aislamiento mantiene a las poblaciones del pez perrito del desierto en los estanques, aparentemente como una subespecie diferente de aquéllos que se encuentran en los humedales El Doctor (Varela Romero *et al.*, 2002).

El suelo extraído para la construcción de los estanques se colocó alrededor o dentro de los estanques, creando pequeños islotes que proveen sitios de descanso y anidación para muchas aves acuáticas coloniales, y otras, entre ellas el gallito piquigrueso, la golondrina marina mínima y el gorrión sabanero (Molina y Garret, 2001). Estos hábitats creados por el hombre dependen totalmente de las decisiones operativas que tomen los gerentes de la planta geotérmica, quienes, por fortuna, hoy son conscientes del valor ecológico de los estanques e islotes y están tomando acciones para preservar y aumentar su valor para la fauna silvestre.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Se necesita el volumen de agua actual para mantener el valor de estos estanques para la fauna silvestre. Sería deseable reducir las concentraciones de metales pesados y otros minerales dañinos para la fauna. Se necesita una consulta con los administradores de la planta geotérmica para conocer mejor la cantidad y calidad del agua que ingresa a los estanques.





AMENAZAS

Las amenazas a los estanques de Cerro Prieto están principalmente relacionadas con el funcionamiento de las instalaciones geotérmicas. Las amenazas específicas son:

1 Es probable que las concentraciones de silicatos, azufre, cobre, mercurio y otros metales afecten a la fauna silvestre si alcanzan umbrales críticos. Esta es una amenaza real pero poco conocida. Las concentraciones de selenio en sedimentos son bajas (1.6 partes por millón) al igual que en el pez perrito del desierto (1.8 partes por millón [ppb]) (García Hernández *et al.*, 2001), debido a que el agua proviene del vapor condensado de aguas subterráneas más que del Río Colorado. Las concentraciones de plomo también son bajas (19 partes por billón ppb en las lagunas; J. García Hernández, comunicación personal, 22 de noviembre del 2004), comparadas con las 43 ppb encontradas en sedimentos del canal de salida de aguas residuales de San Luis. La Comisión Federal de Electricidad aún no ha cuantificado otros metales que pudieran estar presentes en los estanques.

2 El tránsito de vehículos en los diques como parte de la operación normal de la planta podría destruir nidos o sitios potenciales para la reproducción de las aves. Esto representa una amenaza real, aunque poco se sabe acerca de sus impactos y reversibilidad.



OPORTUNIDADES

Es posible proteger los estanques que habita el pez perrito del desierto si los gerentes de la planta geotérmica tienen en cuenta el valor de éstos para la fauna silvestre al tomar decisiones operativas. Esto también se aplica al manejo de las islas durante la temporada reproductiva de las aves y posiblemente para la creación de nuevos sitios de anidación.

prioridad para la conservación: HUMEDALES PANGAS VIEJAS

Esta área cubre una extensión de 270 hectáreas de humedales permanentes con vegetación emergente, principalmente tule, carrizo y pino salado, y fue señalada como prioridad para la restauración. Se mantiene de drenaje agrícola descargado por el Dren Zacatecas en su intersección con el bordo de la margen izquierda del Río Colorado. Este humedal, de agua salobre y somera, es importante para las aves migratorias y para el palmoteador de Yuma, y es también utilizado por cazadores.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Poco se conoce acerca de la calidad y cantidad de agua que da origen a los humedales Pangas Viejas. No obstante, preservar estos humedales exige, como mínimo, mantener los flujos actuales. Además, sería deseable aumentar la cantidad de estos flujos para extender el área de humedales.



AMENAZAS

La principal amenaza para este humedal es la potencial reducción de los flujos que lo mantienen. Si se disminuyen o eliminan los flujos, los impactos serían altos, provocando la reducción y posible desaparición del humedal. Sin embargo, esta amenaza se considera altamente reversible si los flujos son restaurados.



OPORTUNIDADES

El suministro actual de agua representa una oportunidad para mantener, y tal vez ampliar, este humedal. Acciones enérgicas de restauración podrían aumentar los beneficios de este suministro de agua, incluyendo, por ejemplo, la introducción de mezquites.

prioridad para la conservación: LAGUNA EL INDIO

La Laguna El Indio se localiza en el extremo sureste del Valle de Mexicali, junto al bordo de contención de la margen izquierda del Río Colorado, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera y en el ejido Oviedo Mota Indiviso. En la actualidad, el humedal abarca unos 40 ha y mantiene a una marisma permanente con lagunas someras. El humedal se alimenta del Dren Perimetral que recoge el drenaje agrícola de casi todo el valle de San Luis. El estudio más reciente de El Indio (Briggs *et al.*, 2004) describe la vegetación con predominio de pino salado (*Tamarix ramosissima*), acompañado por mezquite (*Prosopis glandulosa*), mezquite tornillo (*P. pubescens*), chamizo (*Atriplex* spp.), *Suaeda* spp. y *Allenrolfia* spp. También detectó manchones de tule (*Typha domingensis*), junco (*Scirpus* spp.) y otras hidrófitas que persisten en áreas donde el suelo permanece saturado durante todo el año, así como poblaciones importantes de pasto salado (*Distichlis spicata*) en las márgenes afectadas por la sal y en las áreas influenciadas por las mareas al sur de la Laguna El Indio.

El humedal provee de hábitat a dos especies en peligro de extinción, el palmoteador de Yuma y el pez perrito del desierto, al igual que muchas aves acuáticas. Es por ello, y por el alto potencial para la restauración relaciona-

do con el flujo continuo de agua, que El Indio es considerado una prioridad para la restauración. Con base en las oportunidades de restauración, los límites del área prioritaria para la consecución de la Laguna El Indio se extienden más allá de las 40 ha, para abarcar terrenos circundantes, sumando un total de 780 ha de humedales que podrían crearse mediante diversas acciones orientadas a la restauración.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

La Laguna El Indio recibe un flujo promedio mensual que varía entre 0.4 y 0.6 m³/s de agua residual agrícola a través del Dren Perimetral. Los flujos se reducen durante el verano, pero siguen siendo suficientes como para mantener lagunas someras durante todo el año. El agua de esta laguna presenta una salinidad de entre 3 y 4 partes por mil y su mantenimiento necesita la preservación de los flujos actuales, como mínimo. La expansión de estos humedales a 780 hectáreas exigiría un aumento en la cantidad de agua. Se necesitan otros estudios para determinar cuánta agua adicional se requiere e identificar fuentes.



AMENAZAS

Las siguientes amenazas han sido reconocidas en el programa de manejo de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (CONANP, 2004):

1 Como la mayoría de los humedales del Delta, la fuente de agua que mantiene a la Laguna El Indio no está asegurada. Es probable que estos flujos pudieran disminuirse o incluso eliminarse y los humedales se reducirían. Se desconoce la magnitud de esta amenaza y dependerá de la cantidad en la que se reduzcan los flujos. Esta amenaza es altamente reversible si se restauran los flujos.

2 Además, la contaminación proveniente de las actividades agrícolas, las aguas negras rurales y urbanas, y del Río Colorado podría afectar tanto a la flora como a la fauna. Los niveles de selenio en sedimentos rebasan los umbrales de toxicidad, con concentraciones que van de 2.8 a 3.2 partes por millón (García Hernández *et al.*, 2001), pero su bioacumulación en especies de fauna silvestre aún no ha sido cuantificada. También deben cuantificarse otros elementos traza y organocloruros para determinar la magnitud del impacto de estos contaminantes.



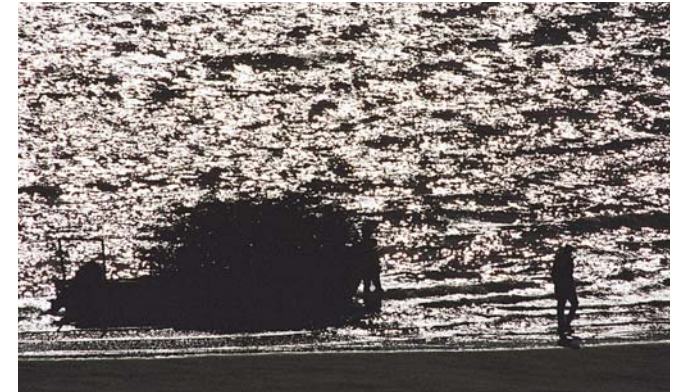
3 La caza furtiva amenaza a la fauna local. Se desconoce la gravedad de dicha amenaza, aunque es probable que sea altamente reversible.



OPORTUNIDADES

La Laguna El Indio podría mejorar mediante el manejo planeado del agua proveniente del drenaje agrícola. Estos humedales, junto con Pangas Viejas, podrían manejarse como una unidad funcional, ya que están situados entre la Ciénega de Santa Clara, El Doctor y el corredor ripario del Río Colorado. Además, un mayor reconocimiento del valor económico de El Indio, incluyendo ecoturismo, observación de aves, acuicultura sustentable y caza controlada, probablemente alentaría su conservación y restauración. El nuevo programa de manejo de la Reserva de la Biosfera reconoce las amenazas y toma en consideración algunas actividades de restauración para la laguna. Además, el personal de la reserva explora actualmente mecanismos para asegurar flujos de agua para El Indio (María Martínez Contreras, comunicación personal, 23 de noviembre del 2004).

LAGUNA SALADA



Este antiguo humedal del Delta del Río Colorado es hoy una depresión seca que sólo se llena con agua durante las mayores inundaciones del Río Colorado (como sucedió en 1983-87, 1993 y 1998). Cuando esto sucede, se convierte en un lugar importante para aves playeras y pesquerías comerciales (pescado y camarón). Como actualmente tales desbordamientos son muy raros, esta laguna no ha sido identificada como una prioridad. No obstante, cuando ocurren las inundaciones, el área debería manejarse por el valor de su hábitat.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Poco se sabe acerca de la cantidad de agua que llegaba a la Laguna Salada en el pasado. Cuando está llena, su salinidad fluctúa de salobre (5-6 partes por mil) a hipersalina.



AMENAZAS

Puesto que en la actualidad la Laguna Salada no es un ecosistema de humedal en funcionamiento, no se encuentra amenazada.



OPORTUNIDADES

Para restaurar este hábitat se necesitarían grandes volúmenes de agua dulce, que hoy sólo tienen lugar durante las mayores inundaciones del Río Colorado, suceso muy poco probable a futuro, una alternativa es la construcción de un canal proveniente del Alto Golfo para que el agua de mar entre en la cuenca para crear un ecosistema de agua salada. Sin embargo, se requieren más estudios para conocer mejor la hidrología del área, incluyendo la influencia de las mareas, a fin de asegurar que cualquier intento por llevar agua a la Laguna Salada dé por resultado un hábitat sustentable y se eviten problemas como los del Mar Salton. Los estudios también deberán orientarse al cálculo de los impactos potenciales que pudiera tener el agua de mar en los acuíferos subterráneos.

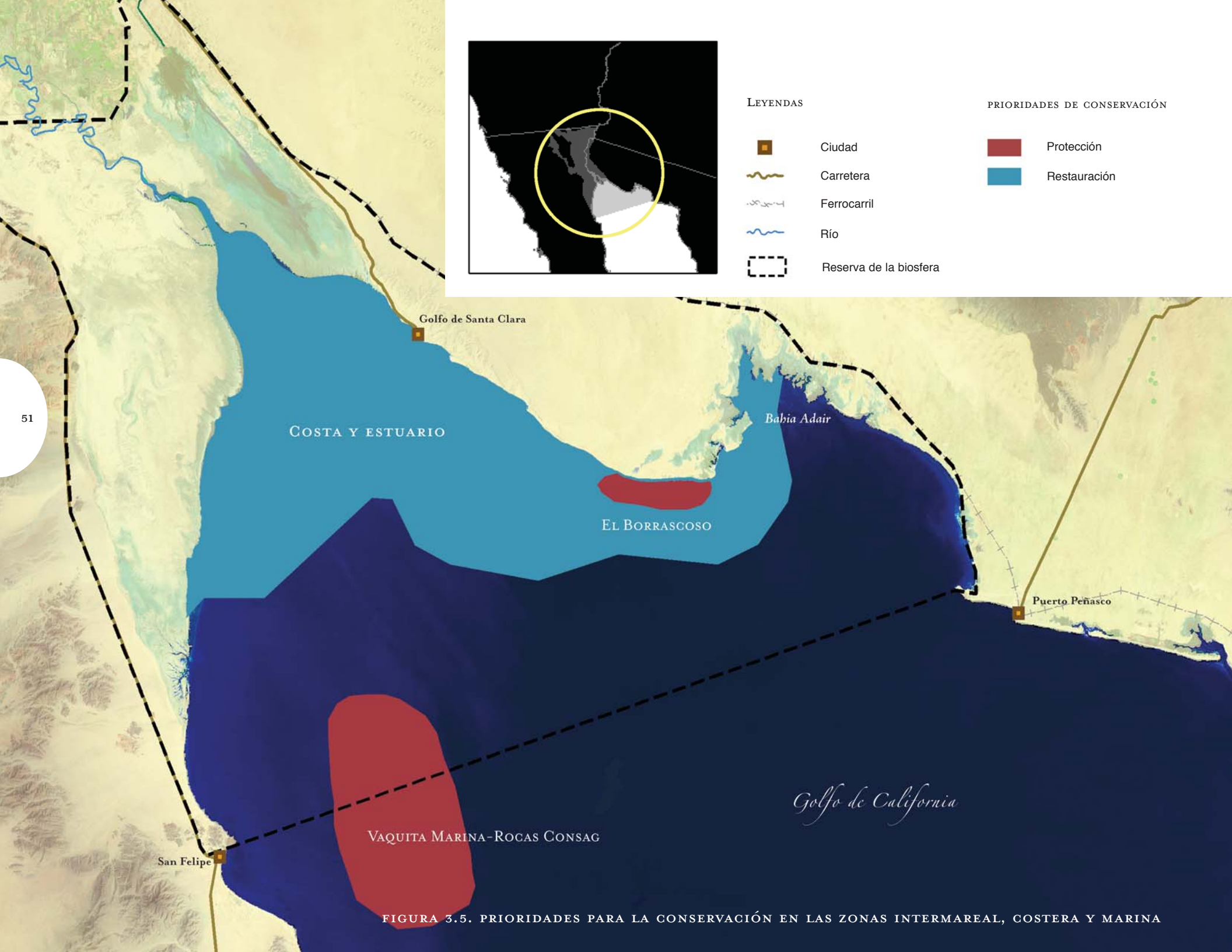


FIGURA 3.5. PRIORIDADES PARA LA CONSERVACIÓN EN LAS ZONAS INTERMAREAL, COSTERA Y MARINA

ZONAS INTERMAREAL, COSTERA Y MARINA



Las mareas en el Golfo de California son de una gran amplitud y se extienden río arriba casi hasta la confluencia de los ríos Colorado y Hardy, unos 40 km al norte. Las mareas, junto con los flujos de agua dulce del Colorado, solían alimentar un ecosistema estuarino extraordinario. Con la eliminación casi total de los flujos de agua dulce, la calidad y extensión del medio ambiente estuarino han sido reducidas. Aunque se requieren más estudios para comprender la influencia de los flujos de agua dulce (magnitud y frecuencia) en las zonas intermareal y estuarina, es evidente que estas zonas funcionan actualmente como áreas de reproducción y crianza para especies marinas como el camarón, la curvina golfina, y especies en peligro como la totoaba, un pez endémico de gran tamaño, que era la base de una antigua pesquería comercial en la región (véase la figura 3.5).

La vegetación en esta zona es relativamente simple, con las márgenes de los ríos dominadas por el endémico pasto salado (*Distichlis palmerii*), que sólo se encuentra en la parte norte del Golfo de California, y manchones dispersos de *Allenrolfia occidentalis* y pino salado. La función del pino salado río arriba (las zonas densas paralelas al Río Hardy) en el ecosistema intermareal no está bien do-

cumentada. Sin embargo, el pino salado probablemente suministra detritus a las zonas estuarina y marina, y la cadena alimenticia de detritus impulsa gran parte de la productividad de la zona marina.

La zona marina comienza en la Isla Montague. La isla y la playa adyacente se encuentran bordeadas por pasto salado. Su grano fue históricamente uno de los alimentos básicos de los indígenas Cucapá, pero ante la falta de flujos de agua dulce en el río, la producción del grano se ha vuelto mínima. Sin embargo, la isla es una zona importante para la reproducción y crianza de aves acuáticas. Hace algunos años, antes de 1935 cuando la presa Hoover quedó terminada, la influencia del Colorado en el Golfo de California se extendía en promedio hasta 64 km al sur de la desembocadura del río, y posiblemente más allá durante las inundaciones superiores al promedio (Rodríguez *et al.*, 2001). Hoy, con flujos mucho menores, el agua dulce apenas llega de manera ocasional hasta la Isla Montague. A fin de determinar el extremo sur de la zona marina para este ejercicio de establecimiento de prioridades, los expertos identificaron una línea trazada a través del Golfo entre San Felipe y Puerto Peñasco, la misma línea que define el extremo sur de la

Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y el Delta del Río Colorado.

La extensa geografía de la zona ecológica que abarcan las áreas intermareal, costera y marina, al igual que la naturaleza especial de las relaciones espacio-ecológicas entre especies y hábitat, significaron un reto considerable para los expertos encargados de identificar los linderos específicos de los objetos de conservación. Los datos e información limitados incrementaron el reto. A los expertos le preocupaba que, al identificar únicamente áreas pequeñas dentro de esta extensa zona, contribuyeran sin quererlo a la fragmentación en la planeación de la conservación, al pasar por alto los principios ecológicos y, poco a poco, a la restauración ineficaz del Delta. Además, los expertos se sintieron frustrados por la necesidad de limitar las prioridades de conservación a la zona definida en el taller y hubieran preferido ampliar el área más al sur dentro del ecosistema del Alto Golfo. En el contexto de la conexión entre el Río Colorado y las zonas intermareal, costera y marina, los expertos acordaron limitar su enfoque e identificar prioridades de conservación dentro de la zona definida. El grupo identificó tres áreas que merecen atención especial como prioridades de conservación.

prioridad para la conservación:
EL BORRASCOSO

Esta área, también conocida como Punta Borrascosa y localizada cerca de 56 km al sureste de El Golfo de Santa Clara, Sonora, es relevante porque representa algunos de los substratos rocosos intermareales más septentrionales en el Alto Golfo de California. Aunque aún pueden encontrarse otros arrecifes de fragmentos submareales e intermareales al norte de El Borrascoso, estos son muy pequeños y no son ricos ni en flora ni en fauna. Los afloramientos geológicos en tierra exhiben depósitos de sedimentos fosilíferos deltaicos de 125,000 años de antigüedad que proporcionan un registro histórico del desarrollo de la fauna marina del Delta, y los afloramientos marinos intermareales y someros proveen un substrato rígido, un hábitat poco común en el Alto Golfo de California. El Borrascoso consta de una plataforma de arrecife única, constituida principalmente por playa rocosa de piedra caliza (coquina) que se extiende una distancia considerable mar adentro (aproximadamente 2 km). Las formaciones de arrecifes de coquina en el Golfo se limitan a la parte norte y sólo existen en otros tres sitios aparte del Borrascoso: Puerto Peñasco, San Felipe y El Colorado. Además de ser poco comunes, estos arrecifes albergan una diversidad de especies desproporcionadamente alta en comparación con el resto del Golfo de California, sobre todo de invertebrados. (Brusca, 2002). Las numerosas grietas y nichos que se forman en el hábitat de coquina dan lugar a tan alta diversidad. El Borrascoso abarca 5,813 hectáreas y es considerado prioridad para la protección.





RELACIONES ECOLÓGICAS

El Borrascoso representa una zona importante de reproducción, alimentación y crianza para muchas especies comerciales. Los pescadores comerciales como deportivos de Puerto Peñasco y El Golfo de Santa Clara generalmente visitan el área en busca de meros (especialmente la garropa o baya, *Mycteroperca jordani*) y pargos (particularmente *Hoplopagrus guntheri*). Existen informes de captura de pargos de hasta una tonelada métrica en una tendida de redes agalleras (R. Cudney Bueno, observación personal), lo que indica que El Borrascoso probablemente constituye el sitio más septentrional para la formación de grandes grupos reproductivos de esta especie. Asimismo, ofrece un hábitat importante para la reproducción del caracol chino negro (*Hexaplex nigritus*), una especie de caracol carnívoro endémico del Golfo de California, con gran demanda en el mercado nacional y asiático, y que desempeña un importante papel ecológico como uno de los principales depredadores en la comunidad bentónica submareal. Históricamente, El Borrascoso también ha servido como escala principal y zona de alimentación para varias especies migratorias y que forman cardúmenes. Entre ellas el tiburón hocicudo (*Rhizoprionodon longurio*), curvinas (*Cynoscion* spp), totoaba (*Totoaba macdonaldi*), chanos (*Micropogonias megalops*), sierra (*Scomberomorus sierra*) y tortugas marinas (*Lepidochelys olivacea* y *Chelonia mydas agassizi*).



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Se desconoce el papel que podría desempeñar el aumento de la entrada de agua dulce proveniente del Río Colorado. Hoy no es posible comparar la composición de las especies que se encuentran en el Borrascoso con las anteriores a la eliminación de los flujos de agua dulce; sin embargo, por su distancia de la desembocadura del río, es poco probable que la salud de este ecosistema dependiera alguna vez del Río Colorado.



AMENAZAS

Las amenazas se relacionan principalmente con el desarrollo costero y las prácticas pesqueras no sustentables. Son:

- 1 Las viviendas y los planes de nuevos desarrollos turísticos y urbanos podrían destruir los hábitats mar adentro a causa del dragado, y las actividades de construcción podrían destruir los afloramientos geológicos.
- 2 Las lagunas costeras adyacentes a las áreas recientemente desarrolladas podrían ser modificadas para el cultivo del camarón, provocando daños por la construcción y contaminación por los efluentes.



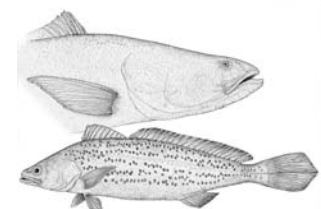
3 La pesca excesiva con redes agalleras, anzuelo y línea, y el buceo comercial implican una amenaza para muchas especies marinas.

4 La recolección intermareal y el pisoteo de los pescadores amenazan a las especies y hábitats intermareales.



OPORTUNIDADES

El Borrascoso se encuentra en de la Reserva de la Biosfera, lo cual ofrece la mejor oportunidad para su conservación. Además, se llevan a cabo estudios científicos de los hábitats rocosos para evaluar su importancia como áreas de reproducción y hábitat de especies marinas. El Centro Intercultural para el Estudio de los Desiertos y Océanos (CEDO) recientemente recopiló mucha información al respecto. Y los nuevos estudios podrían enfocarse a los fósiles de los afloramientos para estudiar el desarrollo de la fauna del Delta a través del tiempo, especialmente para investigar la influencia del agua dulce del Río Colorado.



prioridades para la conservación: ÁREAS COSTERAS Y ESTUARINAS

Las áreas costera y estuarina abarcan 228,841 hectáreas sujetas a la influencia de los flujos de agua dulce del Río Colorado y su mezcla con agua de mar. Esta zona proporciona importantes espacios para el desove y la crianza de muchas especies de invertebrados y vertebrados, incluyendo camarón, curvina golfina, totoaba y otras especies en peligro de extinción como la vaquita, el pasto salado (*Distichlis palmeri*) y la almeja del Delta del Río Colorado (*Mulinia coloradoensis*). Estas áreas fueron designadas prioritarias para la restauración con base en los beneficios ecológicos potenciales del aumento en los flujos de agua dulce, incluyendo su mezcla con el agua de mar en las zonas intermareal y costera.

55



RELACIONES ECOLÓGICAS

Tanto la reducción drástica en los flujos de agua dulce como la extensa actividad pesquera han provocado cambios significativos en el Alto Golfo y el estuario. La reducción del flujo del río ha alterado la circulación del estuario, de una en la que la salinidad aumenta hacia el Golfo, a una en la que la evaporación provoca condiciones hipersalinas en la desembocadura del río. La pesca de arrastre y artesanal han afectado a la fauna bentónica del Alto Golfo y han agotado la riqueza de camarones, moluscos, peces de escama y mamíferos marinos de importancia comercial.

Solamente durante los años de exceso de acumulación de nieve en la cuenca alta del Río Colorado, en combinación con un almacenamiento pleno en el sistema de presas de toda la cuenca, o durante los raros años en que el Río Gila se desborda, los flujos del río llegan al estuario. Aunque el flujo de agua dulce ha quedado reducido prácticamente a cero en años normales, el Delta, incluyendo sus ecosistemas estuarino y costero, es muy productivo. Queda por responder qué tan más productivos e importantes eran estos flujos para la salud del ecosistema del Alto Golfo antes de las reducciones en los flujos de agua dulce en el transcurso del siglo XX. Aunque hoy es impresionantemente rico, posiblemente la falta de agua dulce sea una limitante para el funcionamiento de este complejo ecosistema. La reducción de los flujos provenientes del río ha disminuido considerablemente la cantidad y calidad de los humedales y el hábitat estuarino y esto, a su vez, ha reducido enormemente las zonas de crianza y la materia orgánica disponible en los ecosistemas intermareal, costero y marino.

La estrecha relación entre los flujos de agua dulce y la productividad en el Delta del Río Colorado también se manifiesta en la resistencia de estos ecosistemas. Muchos elementos de los ecosistemas estuarino y cos-

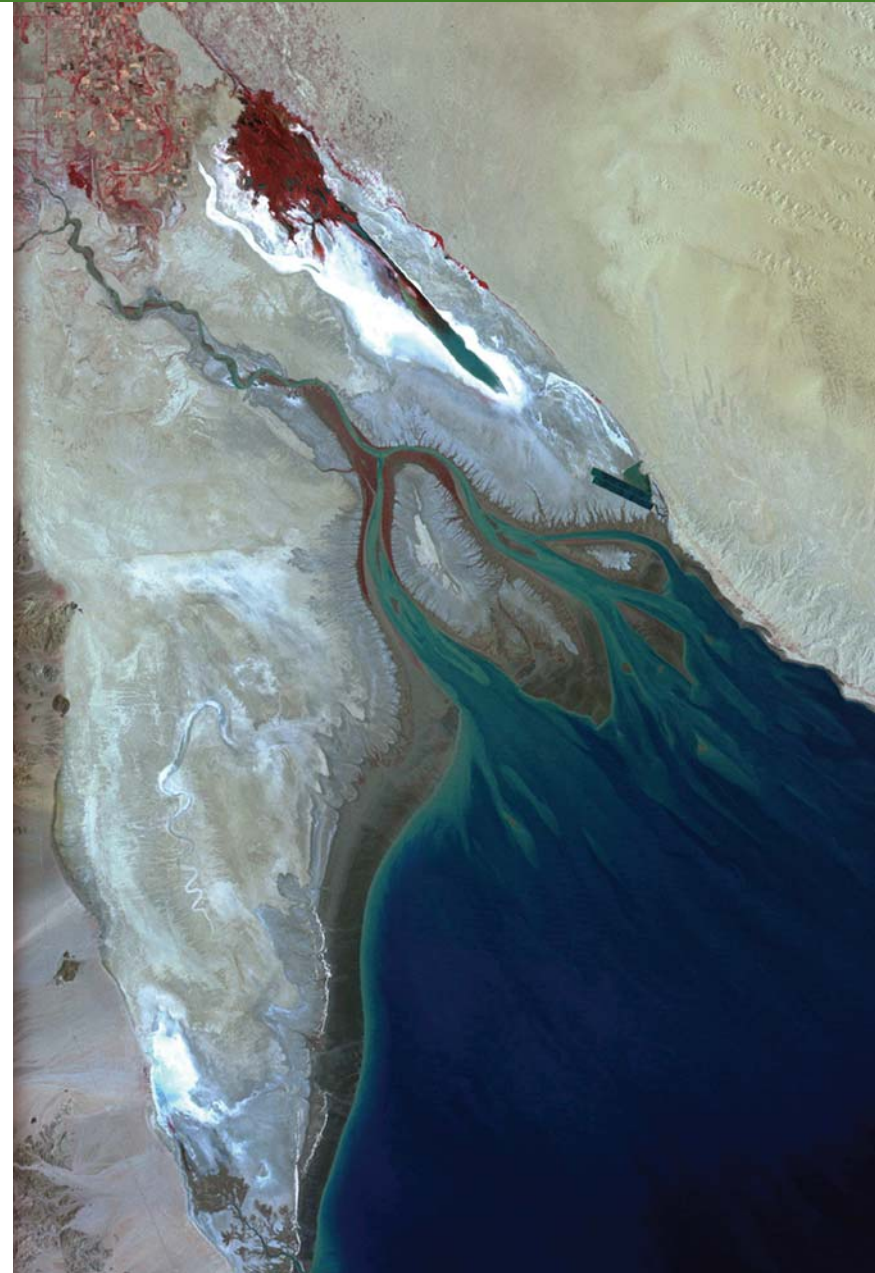


Imagen de satélite que muestra la desembocadura del Río Colorado en el Alto Golfo de California



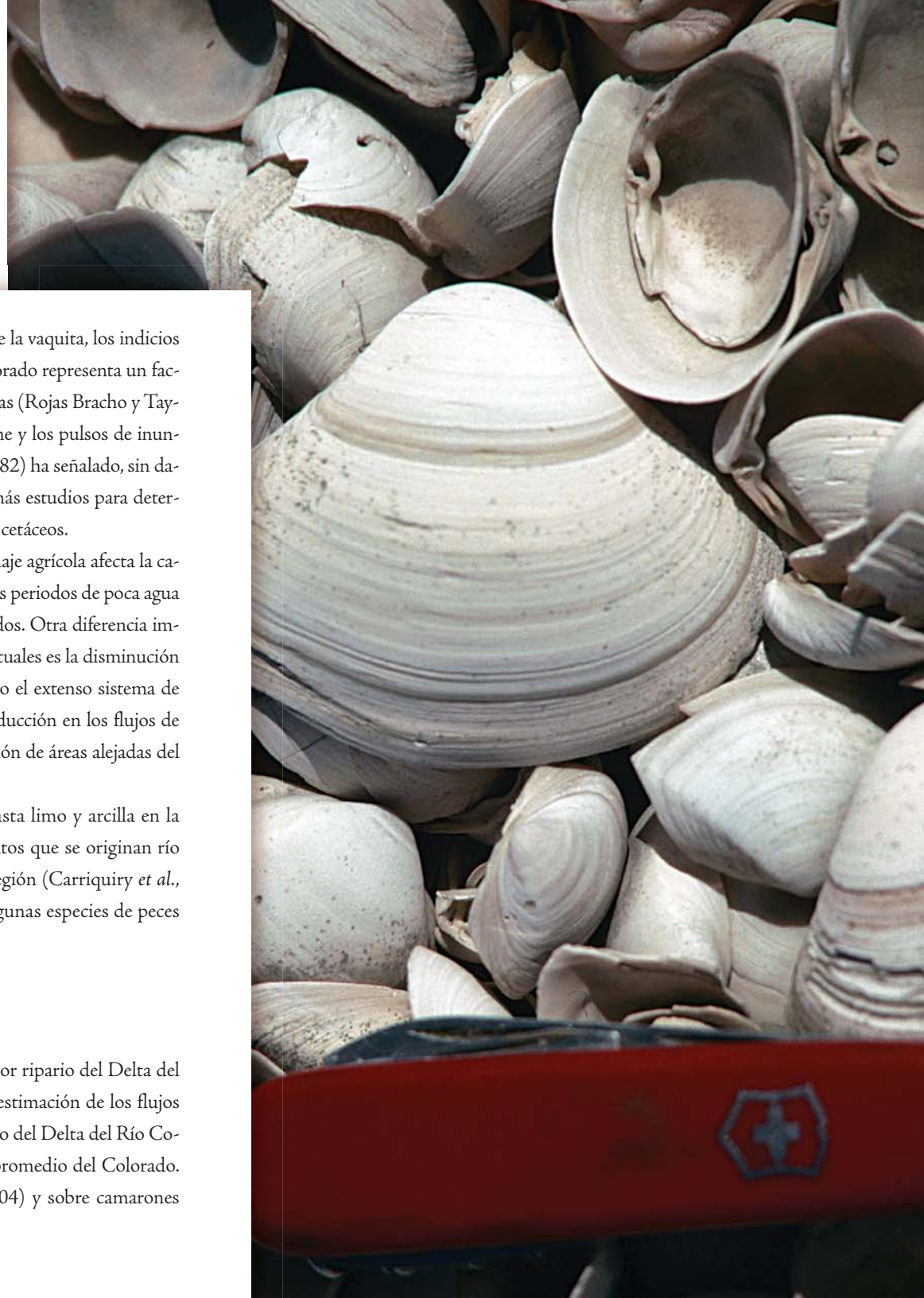
tero del Delta pueden resistir hasta entre 10 y 20 años sin afluentes de agua dulce y pueden revivir si cuentan con flujos anuales y ocasionales suficientes.

En algunos casos se ha documentado la relación entre las entradas de agua dulce y la productividad de las especies. Los flujos dulceacuícolas son necesarios para la reproducción sexual del *Distichlis palmerii*. La pesquería de curvina golfina creció después de los grandes inundaciones de la década de 1990 (Román Rodríguez *et al.*, 2004). Un estudio de la pesca anual del camarón en San Felipe mostró la influencia positiva del río en la colecta de los años siguientes (Galindo Bect *et al.*, 2000). Los resultados indican que esto se debe a un incremento en la abundancia post larvaria durante los años de mayores flujos de agua dulce que llegan al estuario (Cortéz Lucero y Aragón Noriega, 2003). Probablemente los flujos menores no transporten suficiente agua, limo o nutrientes para afectar a la zona marina de manera directa, pero podrían disminuir la salinidad de la parte intermareal del río hasta el punto en que los peces predadores no puedan entrar a las áreas de crianza de camarón y peces en etapa postlarvaria, incluyendo a la totoaba y la curvina golfina.

Si bien la relación exacta entre el desove de la curvina golfina y los flujos de agua dulce aún no ha sido completamente comprendida, es probable que el incremento en las pesquerías que tuvo lugar en la década de 1990 esté relacionado con los grandes flujos de agua dulce de esos años. De igual forma, el número de almejas del Delta (*Mulinia coloradensis*) era mucho mayor cuando los flujos dulceacuícolas eran regulares, lo que indica que la almeja depende de los flujos de agua dulce, como también lo indica la geoquímica de la concha de esta almeja (Rodríguez *et al.*, 2001). Bajo el régimen hipersalino actual, su población se ha reducido 90% (Rodríguez *et al.*, 2001). Las especies dependientes de esta especie para su alimentación también pudieran haber sido afectadas, pero es difícil documentar este efecto.

Los datos del análisis de isótopos indican que la curvina golfina y la totoaba, al igual que otros peces de la familia de los sciaénidos, necesitan hábitats de baja salinidad en sus etapas juveniles (Rowell *et al.*, 2004). El desove de la totoaba tiene lugar en primavera, coincidiendo con el pulso de inundación por deshielo que llegaba al Delta entre marzo y junio. Los camarones en su etapa post larvaria también emigran al estuario, incluyendo la desembocadura del Río Colorado, y salen de esta zona como juveniles. La afluencia de agua dulce tiene un efecto benéfico en su crecimiento y supervivencia (Galindo Bect *et al.*, 2000; Calderón Aguilera *et al.*, 2003).

Durante inundaciones extraordinarias, el agua dulce llega al sur por lo menos hasta Rocas Consag y El Borrascoso (Lavín y Sánchez, 1999). Sin embargo, la importancia de dichos pulsos para el mantenimiento de



los refugios para el bentos rocoso y otra fauna y flora marinas es incierta. En el caso de la vaquita, los indicios señalan que la alteración del hábitat ocasionada por la reducción del flujo del Río Colorado representa un factor de bajo riesgo, comparado con la mortalidad incidental por captura en redes agalleras (Rojas Bracho y Taylor, 1999). Según dicha fuente, se desconoce la importancia que tenían el flujo perenne y los pulsos de inundación provenientes del Colorado como parte de su hábitat. Sólo un autor (Gaskin, 1982) ha señalado, sin datos que lo sustenten, a la vaquita como una especie fluvial o estuarina. Se requieren más estudios para determinar la influencia de los flujos de agua dulce sobre la población de la vaquita y otros cetáceos.

La calidad del agua en el estuario y el Alto Golfo también ha disminuido. El drenaje agrícola afecta la calidad general del agua que llega a estos hábitats y contribuye a la carga de nutrientes. Los periodos de poca agua y la erosión que resulta de ellos podrían aumentar la liberación de nutrientes capturados. Otra diferencia importante entre el Alto Golfo antes de la construcción de las presas y los ecosistemas actuales es la disminución en la entrada de sedimentos. Será difícil restablecer las descargas de sedimentos, dado el extenso sistema de presas río arriba que bloquea las descargas originadas hasta 1,600 km al norte. La reducción en los flujos de agua dulce contribuye a la erosión del Delta (Álvarez Borrego, 2003), a la sedimentación de áreas alejadas del canal y, en última instancia, crea obstáculos para la navegación.

Los tipos de sedimento varían desde arenoso en la parte oriental del Delta hasta limo y arcilla en la parte occidental. A pesar de la reducción en los flujos de alimentación, los sedimentos que se originan río arriba en el Río Colorado siguen siendo la principal fuente de sedimentos para la región (Carriquiry *et al.*, 2001). La distribución de los tipos de sedimento afecta la distribución de algunas especies de peces de escama.



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Aunque existen cálculos de los requerimientos de agua para el corredor ripario del Delta del Río Colorado, poco se sabe de este tipo de requerimientos para el Alto Golfo. Una estimación de los flujos de agua dulce necesarios para alimentar a los ecosistemas intermareal, costero y marino del Delta del Río Colorado, señala 1,851 millones de m³ anuales, aproximadamente 10% del flujo anual promedio del Colorado. Investigaciones sobre la almeja del Delta del Río Colorado (Cintra Buenrostro, 2004) y sobre camarones

(Aragón Noriega, comunicación personal, noviembre del 2004), que calculan los requerimientos anuales de flujo en 17% y 11% del flujo anual promedio respectivamente, sustentan estos cálculos. Cortéz Lucero (2004) considera que el umbral de entrada de agua dulce para las poblaciones de camarón es de cerca de 70 m³/s, flujo particularmente necesario durante las etapas post larvarias de la especie (mayo-junio); no obstante, es un cálculo preliminar y es necesaria más investigación para confirmar esta tasa y saber si sólo se requiere durante esos meses o todo el año. Aún quedan por resolver también aspectos concernientes a los flujos de agua dulce sustentables, incluyendo su magnitud, frecuencia, momento adecuado y calidad. No se sabe, por ejemplo, si los flujos de drenaje agrícola podrían proveer este flujo “sustentable”, o si el volumen total necesitaría aumentarse para compensar la pérdida en la calidad del agua. Aunque se ha documentado que los flujos con salinidades menores al agua de mar afectan de manera positiva los ciclos vitales de moluscos y crustáceos, la meta de salinidad para esta zona permanece incierta. Valdés Casillas *et al.* (1998) documentaron que en enero de 1998, con flujos del río de 200 m³/s se encontraron niveles de salinidad de 20 partes/mil 9 km río arriba de la desembocadura del río (no se estudiaron áreas más arriba), mientras que con flujos de 1 m³/s la salinidad fluctuaba entre 35 y 39 partes/mil. No obstante, la falta de monitoreo concurrente de la calidad del agua y los procesos ecológicos impide el cálculo de los requerimientos de salinidad.

Los estudios sobre los requisitos de agua dulce en el Alto Golfo debe seguir enfocándose a la relación entre los flujos de agua dulce y los ciclos vitales de ocho especies: camarón café y camarón azul (*Farfantepenaeus californiensis* y *Litopenaeus stylirostris*), pasto salado (*Distichlis palmerii*), almeja del Delta del Río Colorado (*Mulinia coloradoensis*), totoaba (*Totoaba macdonaldi*), curvina golfina (*Cynoscion othonopterus*), almeja Chione (*Chione cortezi*) y vaquita (*Phocoena sinus*).



AMENAZAS

Las principales amenazas para las áreas costera y estuarina se relacionan con actividades pesqueras no sustentables y el incremento en el desarrollo de áreas costeras. Las amenazas específicas son:

1 La baja afluencia de agua dulce genera degradación y pérdida del hábitat físico y acuático para especies clave, reduce la entrada de nutrientes y altera la circulación del transporte de sedimentos, dando lugar a la erosión de la costa. Su gravedad es alta, aunque reversible en la mayoría de los casos.

2 El cultivo de camarón podría causar la mortalidad de organismos estuarinos en pantallas de absorción de agua; la liberación de enfermedades y patógenos virales de los estanques hacia el Golfo, e incrementar la eutrofización provocada por la descarga de efluentes de los estanques a las áreas costeras. Estas amenazas son muy graves pero reversibles.

3 Las altas cargas de nutrientes y la deposición de aguas negras podrían representar una mayor amenaza; entre

ellas “zonas muertas” locales en donde microorganismos patógenos o productores de toxinas, o florecimientos no naturales de algas provoquen la mortalidad de la fauna bentónica. Estas zonas se han encontrado en el pasado cerca de Puerto Peñasco, por ejemplo, y tal vez en una ocasión en El Golfo de Santa Clara. Su magnitud es moderada y altamente reversible.

4 El desarrollo costero incontrolado (turismo) en el Golfo de Santa Clara, San Felipe y en otras partes produce contaminación por ruido que afecta a los mamíferos marinos (incluyendo la vaquita) y la degradación y destrucción del hábitat, lo que contribuye a la mortalidad de la fauna y flora. La gravedad y reversibilidad de los impactos varía de acuerdo con la amenaza. En el caso de la destrucción del hábitat derivada del desarrollo costero, la gravedad de los impactos es alta y la reversibilidad baja. La degradación o cambios del hábitat tiene impactos moderados con reversibilidad de mediana a alta, según la amenaza. Entre ellas, el uso excesivo de vehículos todo terreno en las dunas costeras, planicies mareales y playas; remoción de animales por parte de los turistas, uso excesivo

de lanchas y mortalidad excesiva de especies poco comunes y en peligro de extinción a causa de la pesca deportiva. El ruido de varios barcos en un área somera podría afectar a los cetáceos, entre ellos la vaquita. También se ha informado de colisiones de ballenas contra barcos en el Alto Golfo.

5 La pesca de arrastre bentónica es una amenaza real con graves impactos y baja reversibilidad. Incluye alteración masiva del sustrato físico y su bentos; captura incidental y mortalidad de mamíferos marinos y peces que no son objetivos de pesca; especies expuestas a la depredación y cambios en la composición de las comunidades bentónicas.

6 El uso de redes agalleras provoca impactos graves y de poca reversibilidad como captura incidental y mortalidad de aves y mamíferos marinos y sobreexplotación de peces de escama.

7 El desarrollo potencial de energía a partir de la marea, si se pone en marcha, causará impactos graves y la pérdida irreversible del hábitat del Alto Golfo.

8 Los contaminantes de sedimentos provenientes de escurrimientos agrícolas podrían volver a quedar suspendidos y ser un problema si llegaran al Golfo. Afortunadamente, hasta ahora las pruebas realizadas en tejidos animales muestran bajos niveles de DDT/DDE. A diferencia del Mar Salton, en donde estos contaminantes y sedimentos se acumulan en la columna de agua y el bentos sin un desagüe natural, el Delta es un sistema abierto. Sin embargo, su gravedad es alta ya que los sedimentos muestran altas concentraciones de estos contaminantes y al volver a quedar suspendidos podrían aumentar la probabilidad de bioacumulación en la fauna silvestre. La reversibilidad de esta amenaza es de moderada a baja, dependiendo del grado real del impacto.



OPORTUNIDADES

Proteger y restaurar las áreas costera y estuarina se relaciona con formas de incrementar los flujos de agua dulce e implementar y vigilar el cumplimiento de reglamentos pesqueros y acciones de manejo en la Reserva de la Biosfera. Las oportunidades específicas incluyen:

1 Mayores flujos de agua dulce a la desembocadura del río. Asegurar un flujo de base perenne y pulsos de inundación ocasionales para el corredor ripario beneficiará a los ecosistemas estuarino y marino. Un flujo de base pequeño quizá no sea suficiente para disminuir la salinidad de todo el estuario, pero ayudaría a especies de peces y camarones al crear áreas localizadas de baja salinidad y pasos hacia ellas. Los flujos de inundación podrían asegurarse y liberarse en periodos críticos en beneficio de camarones y peces durante sus fases larvaria y juvenil.

2 Redirigir el agua del Río Colorado al estero El Diablo para ampliar y aumentar las áreas de crianza para camarones y peces.

3 Eliminar la pesca de arrastre bentónico en el Alto Golfo.

4 Reducir o eliminar la pesca con redes agalleras en el Alto Golfo.

5 Investigar, desarrollar y promover artes de pesca alternas, inofensivas para la vaquita.

6 Investigar, desarrollar y promover alternativas económicas para la pesca comercial.

7 Desarrollar un amplio programa de monitoreo e investigación, con énfasis en el impacto de la entrada de flujos de agua dulce.

8 Documentar la recuperación del bentos después de detener las prácticas de pesca de arrastre.

9 Aplicar estrategias integrales de conservación para el sector privado, como las servidumbres ecológicas.

10 Promover herramientas de gestión gubernamental como las unidades de manejo ambiental; aplicar de manera más estricta el programa de manejo de la reserva; vigilar el cumplimiento de los reglamentos para uso de los recursos, y aplicar principios de ordenamiento ecológico del territorio para mitigar los impactos del desarrollo costero, la sobreexplotación de los recursos y la contaminación.

prioridades para la conservación: VAQUITA MARINA-ROCAS CONSAG

Esta área que comprende 55,975 hectáreas ha sido designada como prioridad para la protección, y la vaquita su principal objeto de conservación. Aunque el área prioritaria para la conservación no cubre todos los sitios de avistamiento de vaquitas (figura 3.6), representa el área de mayor concentración de individuos de esta especie (Rojas Bracho *et al.*, 2004). El área también abarca la isla Rocas Consag al este de San Felipe, que presenta afloramientos rocosos, un hábitat poco común en el Alto Golfo. Cerca de la mitad del área de conservación se extiende más allá del límite sur de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Aunque actualmente no se han reportado avistamientos ni encuentros acústicos de vaquitas en la costa este del Alto Golfo, esto no significa que no haya también vaquitas en esta área.

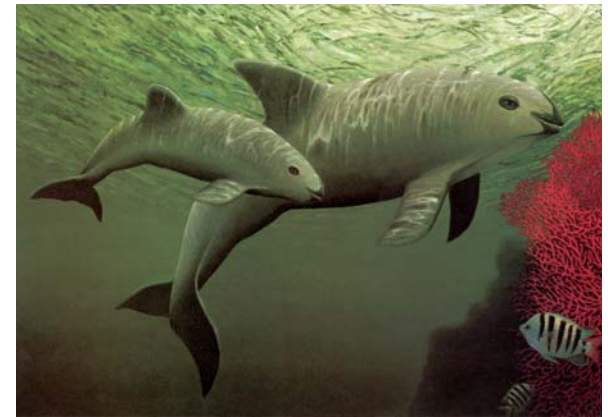
Desafortunadamente, esta área prioritaria para la conservación también es importante para las pesquerías de camarón y otras especies (Cudney y Turk Boyer, 1998). Como se discute más adelante, la mortalidad incidental en redes agalleras constituye el principal riesgo para la supervivencia de la vaquita. El Comité Internacional para la Recuperación de la Vaqui-

ta (CIRVA) tiene la meta de cero mortalidad incidental de la vaquita puesto que, para sobrevivir, esta especie requiere de un límite de mortalidad incidental estimado en menos de uno al año. (D'Agrosa *et al.*, 2000; Rojas Bracho *et al.*, 2002). Para lograrlo, y con base en los sitios de encuentros visuales y acústicos de vaquitas más recientes, CIRVA ha propuesto un área mínima de protección para la vaquita (figura 3.6). Esto subraya la importancia de establecer reglamentos de pesca y vigilar su cumplimiento dentro del área prioritaria para la conservación y dentro del área más extensa propuesta por CIRVA.



RELACIONES ECOLÓGICAS

La vaquita es una especie endémica de la parte norte del Golfo de California y su población se calcula en 567 individuos (Rojas Bracho *et al.*, 1999). Ya se ha expuesto la preocupación de que esté ocurriendo un efecto de hundimiento de la población y las vaquitas están concentradas principalmente en esta área prioritaria para la conservación.



La disponibilidad de alimento no parece ser un factor limitante para esta especie, ya que todos los especímenes adultos recuperados hasta la fecha han mostrado el estómago lleno. El análisis de los contenidos estomacales indica que su dieta se compone de muchas especies (aproximadamente 21), algo esperado para la dieta de una marsopa (Rojas Bracho y Taylor, 1999).



REQUERIMIENTOS DE AGUA

Poco se sabe acerca de la importancia de los flujos de agua dulce para la vaquita. Si bien la reducción en los flujos de agua dulce provenientes del Río Colorado tiene un efecto sobre los ciclos vitales de algunos organismos marinos y en la red alimenticia del estuario, hasta ahora las pruebas disponibles no señalan ningún impacto en la población y distribución de la vaquita (Rojas Bracho y Taylor, 1999; Flores Skydancer y Turk Boyer, 2002). No existen datos sobre la distribución y el tamaño de la población de

vaquitas antes de la reducción de los flujos de agua dulce; por lo tanto, no existe una línea de base para su comparación. Se requieren más estudios para investigar esta relación y para cuantificar los requerimientos de agua, si es que los hay.



AMENAZAS

Las amenazas para la vaquita marina son:

1 La mortalidad incidental en redes agalleras constituye el principal factor de riesgo para la supervivencia de la vaquita. La información disponible señala que cada año mueren 39 vaquitas en redes agalleras tan sólo en El Golfo de Santa Clara (D'Agrosa *et al.*, 2000). Este tipo de redes es muy utilizado en las actividades pesqueras de la parte norte del Golfo. A pesar de la prohibición de las redes agalleras con luz de malla de más de 25 cm en 1992, D'Agrosa informa que las vaquitas quedan atoradas en mayas menores que son utilizadas para la pesca de camarón, tiburón y otras especies. En

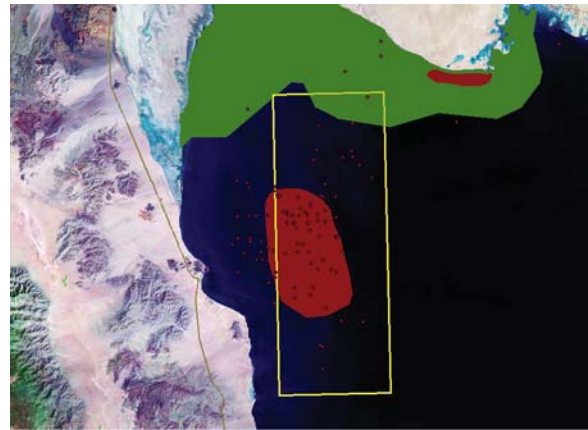
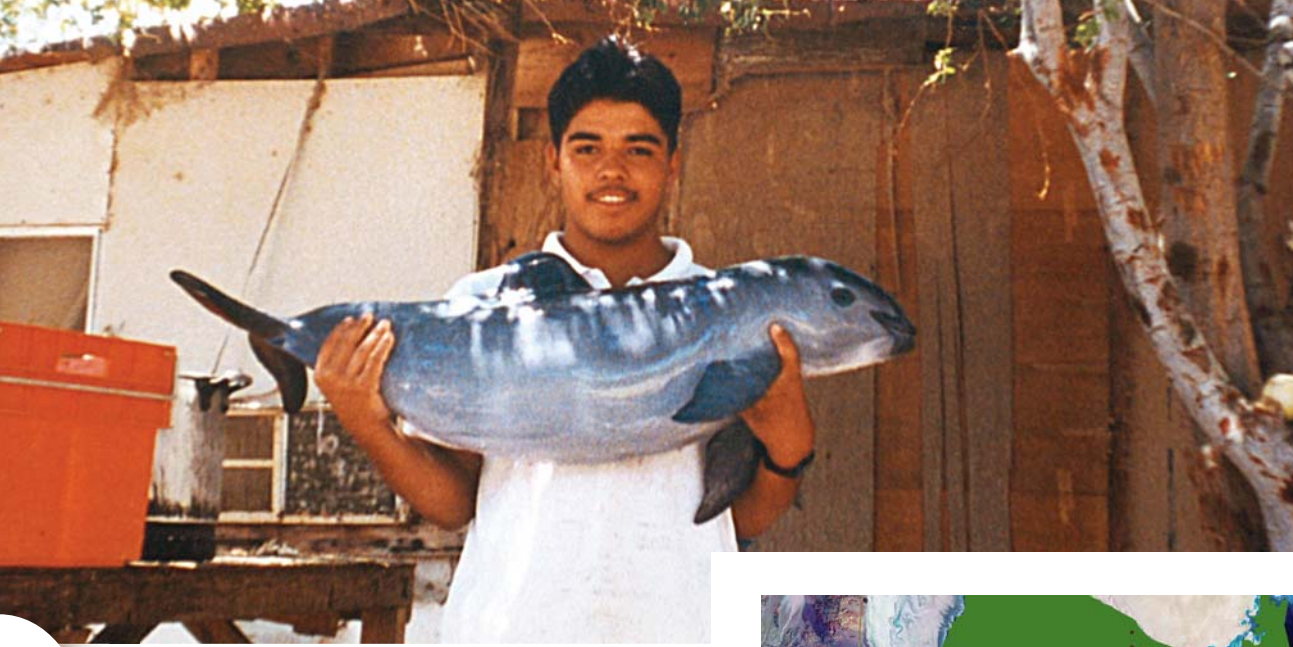


FIGURA 3.6. EL ÁREA PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VAQUITA (EN ROJO) Y EL ÁREA DE PROTECCIÓN MÍNIMA PROPUESTA POR CIRVA (EN AMARILLO)

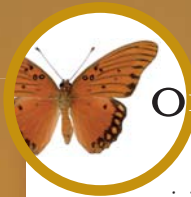
un estudio sobre la mortalidad de la vaquita en pangas pesqueras de El Golfo de Santa Clara entre enero de 1993 y abril de 1994, D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000) informaron haber encontrado que las vaquitas eran atrapadas en diversas redes agalleras, entre ellas redes para camarón, chano, tiburón y sierra (7-15 cm). Varios autores han calculado la mortalidad anual de vaquitas en redes agalleras en cerca de 30 individuos. D'Agrosa y otros (2000) confirmaron lo anterior en un cálculo formal de la mortalidad. La pesca con redes agalleras es una amenaza real que tiene graves impactos y poca reversibilidad.

2 Los pescadores han informado de mortalidad incidental de vaquitas en redes de arrastre, particularmente de crías de vaquita; sin embargo, su contribución a la mortalidad de la vaquita es mucho menor comparada con la que resulta del uso de redes agalleras. Vidal y otros (1999) documentaron que entre las décadas de 1960 y 1990, los pescadores de San Felipe y El Golfo de Santa Clara informaron de once vaquitas muertas en redes de arrastre. La mortalidad de la vaquita registrada en las pesquerías de arrastre del camarón generalmente ha sido considerada como baja y no justificaría una veda de este tipo de arte de pesca, pero el daño ecológico que surge de las pesquerías de arrastre no es compatible con la salud del ecosistema del Alto Golfo de California a largo plazo (Juan Carlos Barrera, comunicación personal, septiembre del 2004). El arrastre del fondo es una amenaza actual con impactos de medianos a graves y reversibilidad de media a baja, dependiendo de qué tan gravemente haya sido afectada el área. Nava Romo (1994) señala que los impactos del arrastre del fondo en el Alto Golfo son

los siguientes: (i) deterioro de la comunidad bentónica y demersal, con una tendencia a eliminar su diversidad; (ii) cambios en las especies dominantes en la comunidad, y (iii) reducción de la biomasa pesquera y disminución en el peso promedio de los peces capturados

3 La alteración del hábitat podría constituir otra amenaza para la población de la vaquita. Sin embargo, no se sabe cómo los cambios podrían afectar a la vaquita y, por lo tanto, la magnitud del impacto aún no ha sido determinada.

4 La contaminación por ruido podría afectar a la vaquita, sobre todo considerando la combinación de ruidos generados por varios barcos. Rojas Bracho *et al.* (2002) han sugerido que el comportamiento de grupo y los movimientos locales de la vaquita se ven afectados de manera adversa por la pesca de arrastre y el ruido de los barcos.



OPORTUNIDADES

Una combinación de reglamentación y vigilancia de su cumplimiento con participación pública representa la mejor alternativa para poder alcanzar los objetivos de conservación planteados para el área prioritaria de la vaquita marina. Las oportunidades específicas son:

1 La reglamentación de las actividades pesqueras ha limitado el uso de cierto tipo de redes agalleras y ha reducido el número de barcos camaroneros autorizados para operar dentro de la Reserva de la Biosfera. La vigilancia del cumplimiento de esta reglamentación eliminará las principales amenazas para la vaquita. No obstante, puesto que un fragmento del área de distribución de la principal población de vaquita (40% de los avistamientos de vaquitas) se encuentra fuera de la reserva, es esencial ampliar la aplicación de los reglamentos de pesca para abarcar la

totalidad del hábitat de la vaquita. CIRVA recomienda reducir la mortalidad incidental de la vaquita a cero tan pronto como sea posible, eliminando las redes agalleras en el Alto Golfo de manera escalonada y buscando artes de pesca alternas, al igual que alternativas socioeconómicas (Rojas Bracho *et al.*, 2004).

2 La participación pública de los pescadores en el desarrollo de alternativas para salvar a la vaquita ha ido en aumento durante los últimos años. Esto podría servir para proporcionar un marco de trabajo a fin de llegar a un número mayor de pescadores y funcionarios gubernamentales para, poder, de manera conjunta, desarrollar, implementar y vigilar el cumplimiento de acciones específicas con el objeto de salvar a la vaquita y, al mismo tiempo, poder ofrecer alternativas económicas sustentables tales como el ecoturismo.





4

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN



Los resultados obtenidos del Taller de expertos para la identificación de prioridades de conservación para el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California se basan en una larga historia de investigaciones realizadas en esta región, que se iniciaron a mediados del siglo XX. Durante los últimos diez años, el esfuerzo colectivo de investigación ha aumentado de manera considerable. Si bien el propósito principal del taller de expertos consistió en identificar y sintetizar la información existente sobre los recursos naturales, el taller también brindó la oportunidad de preguntar a los expertos y a otras partes interesadas acerca de sus prioridades para las investigaciones adicionales que se requie-

ren. Se pidió a los participantes que elaboraran una lista de vacíos de información y prioridades de investigación en el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California. Posteriormente, los expertos identificaron las necesidades de investigación más urgentes e importantes para sustentar las actividades de conservación y restauración.

En particular, las prioridades principales reflejan la necesidad de amplios esfuerzos de investigación, en una escala que probablemente exija compromisos de cuantiosos recursos. Los esfuerzos de investigación existentes e históricos han sido principalmente realizados por instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales, con modes-

to apoyo de gobierno y fundaciones. Si bien estos estudios a pequeña escala han llevado a una mayor comprensión del ecosistema del Delta y el Alto Golfo, aún se requieren amplios estudios a fin de formar una base científica sólida para una estrategia binacional de restauración y conservación a gran escala.

Además, tres de las principales prioridades de investigación sugieren la necesidad de ir más allá de los inventarios de recursos, hacia un estilo de investigación de “manejo adaptativo” y hacia la experimentación con prácticas de manejo, específicamente con respecto al uso del agua, la pesca comercial y las actividades de restauración.



Cinco prioridades

1. Elaborar un inventario integral de los ecosistemas del Delta del Río Colorado, incluyendo uno de especies y condiciones hidrológicas que pueda utilizarse para crear e identificar prioridades de restauración. Establecer un programa de monitoreo para dar seguimiento al estado de las especies y las condiciones hidrológicas.
2. Desarrollar un modelo hidrológico para el Delta basado en datos detallados de la elevación, morfología del canal, flujos de agua superficiales y subterráneos y circulación en el estuario.
3. Identificar usos y requerimientos de agua en la región del Delta, a fin de entender adecuadamente los compromisos y acuerdos en las decisiones para la gestión y asignación del agua.
4. Determinar los impactos ecológicos que el arrastre camarero y las restricciones a la pesca del camarón tienen en el ecosistema marino.
5. Desarrollar un plan maestro binacional para la conservación y el desarrollo de toda la región, con base en los resultados de una sólida investigación y un enfoque de manejo adaptativo.

Lista ampliada de las necesidades de investigación

Durante la primera sesión del taller, cada grupo de expertos identificó los vacíos de conocimiento presentados en el capítulo 2. Posteriormente durante el taller y con base en el trabajo de grupos interdisciplinarios, los participantes integraron las siguientes necesidades de investigación:

ASIGNACIÓN Y CALIDAD DEL AGUA

- Desarrollar un modelo detallado de flujos superficiales y subterráneos para el Delta, que cuantifique los flujos subterráneos y sus interacciones con aguas superficiales. El modelo debería incluir flujos de drenaje agrícola y flujos naturales para determinar el destino del agua en el canal del río, lo cual ayudaría a una mejor comprensión de las relaciones entre los flujos del río y del agua de drenaje agrícola con las especies clave de flora y fauna. Además, el modelo ayudaría a determinar la tasa de flujo en la que la erosión tiene un impacto negativo sobre el ecosistema ripario.
- Identificar la dinámica hídrica en el estuario y el Alto Golfo, incluyendo cantidad, calidad y temporalidad de los flujos de agua dulce, así como su tiempo de residen-

cia, patrones de mezcla y procesos físicos, químicos y biológicos.

- Monitorear la cantidad y calidad del agua e identificar las tendencias en los drenes agrícolas, instalando medidores de flujo y realizando muestreos de calidad. Incluir el monitoreo de efluentes de aguas residuales.
- Cuantificar y depurar los requerimientos de agua para todos los tipos de ecosistemas, incluyendo flujos mínimos de agua dulce necesarios para la restauración del ecosistema marino.
- Identificar la fuente de agua para El Doctor y determinar si el bombeo de agua en San Luis Río Colorado afecta el suministro de agua para el humedal.
- Determinar la presencia y los efectos de contaminantes en el Alto Golfo.
- Evaluar el impacto del uso y exploración del agua geotérmica.

INVENTARIO Y MONITOREO

- Elaborar un inventario completo de los objetos de conservación y establecer un programa para monitorear



los recursos y las amenazas, con el objetivo de redefinir mejor su estado, impactos y reversibilidad, conforme sea necesario. Éste se utilizaría junto con los resultados del modelo hidrológico, para afinar las prioridades de conservación y restauración.

- Elaborar un inventario de contaminantes en aguas negras, aguas residuales agrícolas y otras fuentes hídricas que entran al río, y determinar sus impactos en las comunidades humanas y en la biota.
- Determinar el impacto que el arrastre camarónero y las restricciones a la pesca del camarón tienen en el ecosistema marino.
- Determinar los impactos ecológicos del cultivo del camarón.
- Establecer programas de monitoreo a largo plazo para los mamíferos marinos como grupo, con énfasis especial en leones marinos, delfín nariz de botella, manta rayas y todos los tiburones. E incluir registros de encallamientos de tortugas y mamíferos marinos moribundos.
- Estudiar la distribución y estacionalidad de aves playeras y especies migratorias.
- Evaluar las tasas vitales y de abundancia para especies



de aves que dependen del hábitat ripario para su reproducción.

- Establecer programas de monitoreo a largo plazo para aves de marisma y aves migratorias terrestres.
- Identificar fuentes de alimento para aves playeras y especies migratorias, e identificar el hábitat de crianza para las pesquerías.
- Estudiar la productividad bentónica.
- Realizar un inventario de anfibios y reptiles acuáticos.
- Evaluar los impactos ambientales del desarrollo turístico.
- Desarrollar un programa de monitoreo interdisciplinario e integral para conocer cómo ciertas especies, incluyendo camarón, curvinas y aves migratorias, parecen responder a los flujos del río que llegan a la zona intermareal.
- Realizar un inventario y explorar el manejo de la fauna silvestre y las metas de conservación de la biodiversidad en la interfase agricultura-tierras altas.
- Evaluar el impacto de la contaminación por ruido en las especies costeras, sobre todo en la vaquita y otros mamíferos marinos.
- Evaluar los costos económicos y los beneficios de la restauración, incluyendo actividades turísticas existentes y potenciales.



OTRAS OPORTUNIDADES

- Unas cuantas especies ofrecen la oportunidad de utilizar isótopos estabilizados para reconstruir su conexión con el agua dulce, como sucede al evaluar los dientes de la vaquita o los otolitos en la población de totoaba.
- Cualquier programa de monitoreo en el Alto Golfo y la zona intermareal de la Reserva de la Biosfera debería aprovechar la investigación existente para medir los impactos ambientales (tanto positivos como negativos) del turismo y la producción comercial de camarón en el Alto Golfo de California. Muchos esfuerzos actuales de investigación conjunta tienen un enfoque binacional y deben fortalecerse.

MANEJO DE DATOS

- Crear un mapa detallado de la zona entre bordos, usando fotografía aérea y ortofotos, y utilizarlo como mapa de base estándar para todas las organizaciones, dependencias gubernamentales, investigadores y otros.
- Crear una base de datos multi-institucional.
- Mejorar la coordinación de la generación y manejo de datos, y el acceso a los mismos.



5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al recapitular sobre la información existente acerca del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California, los expertos reunidos en el taller sobre prioridades de conservación llegaron a varias conclusiones y recomendaciones. Este capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones de las organizaciones que convocaron al taller; los participantes no han confirmado estas ideas, aunque algunos pudieran estar de acuerdo con ellas.

Conclusiones

- Si bien es necesaria más investigación, ya se cuenta con información suficiente acerca de los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California para determinar prioridades de conservación y restauración, y para emprender acciones orientadas a ellas. Las prioridades establecidas en este taller tienen sólidas bases científicas. La versión electrónica de este informe incluye la bibliografía de fuentes publicadas y no publicadas.
- La principal amenaza para los ecosistemas del Delta y Alto Golfo es la ausencia de flujos de agua dulce especialmente destinados a ellos. Los flujos del Río Colorado que en décadas recientes revivieron a los ecosistemas del área son objeto de recortes

conforme el consumo de agua aumenta, las transferencias de agua fuera de la cuenca crecen y el cambio climático reduce la producción total de agua en la cuenca. Los flujos del drenaje agrícola y la infiltración de los canales que alimentan a humedales y zonas riparias, como la Ciénega de Santa Clara, los humedales de la Mesa de Andrade y el Río Hardy, no están garantizados y es probable que disminuyan debido a una mayor eficacia en el uso del agua en la zona.

- ONG e instituciones académicas han asumido importantes compromisos para la investigación científica sobre el Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California, así como para la conservación y



restauración de sus ecosistemas. No obstante, mientras los gobiernos federales de Estados Unidos y México no aumenten considerablemente su compromiso, la salud de estos ecosistemas no estará garantizada y las mejoras a gran escala en la salud de los mismos seguirán siendo inalcanzables.

- Cada uno de los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California tiene distintos atributos, valores y requerimientos de agua. Cada uno se encuentra amenazado por la pérdida del valor de sus recursos y cada uno tiene oportunidades para ser restaurado. Todos estos ecosistemas están vinculados por su dependencia del régimen hidrológico del Río Colorado.

Recomendaciones generales

- Estados Unidos y México deberían adoptar inmediatamente políticas que garanticen que no habrá mayores daños a los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California.
- Estados Unidos y México deberían usar la minuta 306 del Tratado Internacional México-Estados Unidos relativo al aprovechamiento de las aguas de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo como marco de referencia a fin de desarrollar un plan de conservación y restauración para el Delta del Río Colorado.
- Estados Unidos y México deberían comprometerse en un acuerdo para proteger y restaurar los ecosistemas del Delta del Río Colorado y el Alto Golfo de California, según las prioridades de conservación señaladas en este informe. Dicho acuerdo debería incluir fuentes de agua cuantificadas y especialmente destinadas al medio ambiente, asignadas a través de un acuerdo binacional, mediante estrategias públicas nacionales o por medio de mecanismos de mercado.
 - La Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) debería establecer la conservación y restauración del Delta como una prioridad e identificar financiamiento para apoyar investigación e infraestructura orientadas a este fin.
 - Todos los programas para la protección y restauración de los ecosistemas en la cuenca baja del Río Colorado, incluyendo planes para el Delta y el Mar Salton, deberían reconocer la interrelación de los hábitats acuáticos de la región.
 - Todas las entidades involucradas en actividades que pudieran afectar a los ecosistemas de la región deberían realizar consultas con las comunidades locales. Dependencias gubernamentales y otras instituciones de financiamiento en ambos países deberían destinar recursos para apoyar la investigación, según lo descrito en el capítulo 4.



Recomendaciones específicas por sitio

CORREDOR RIPARIO DEL RÍO COLORADO

1 Asignación especial de agua: Estados Unidos y México deberían desarrollar y aplicar un acuerdo para mantener el volumen, la frecuencia, la temporalidad y la calidad de los flujos de agua que han generado y alimentado a la vegetación riparia nativa. Esto incluye un flujo de base perenne calculado en 37-62 millones de m³, a un gasto aproximado de 2 m³/s y un flujo de inundación periódico estimado en 320 millones de m³, cerca de 200 m³/s a finales de primavera, una vez cada cuatro o cinco años. Esto es necesario para regenerar y mantener las especies riparias nativas así como para lavar las sales de la planicie de inundación. Para cumplir esta función, los flujos deben mantenerse con una salinidad no mayor a 1.4 partes por mil. México no cuenta con instalaciones para el almacenamiento de agua del Río Colorado por lo que, para poder asegurar estos flujos, ambas naciones necesitarían definir un nuevo acuerdo sobre flujos de agua, río abajo de la Presa Morelos.

2 Manejar el corredor ripario para lograr el máximo beneficio ecológico: La International Boundary and Water Commission (IBWC), la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la Comisión Nacional del Agua (CNA), la etnia Cocopah en Arizona, la Oficina de Manejo de Tierras (Bureau of Land Management - BLM), la Oficina de Reclamación (Bureau of Reclamation - BOR), el Departamento de Caza y Pesca de Arizona (Arizona Department of Game and Fish - ADGF), así como varios propietarios poseen tierras o autoridad para el manejo del corredor ripario, río abajo de la Presa Morelos (tanto en territorio estadounidense como en territorio mexicano). Estas entidades deberían cooperar para hacer del manejo de los ecosistemas y la restauración del hábitat una prioridad. Bajo ninguna circunstancia deberían implementarse en el corredor ripario actividades que degraden



el valor de los ecosistemas. En particular, la IBWC debería reconsiderar su proyecto de rectificación de límites y control de inundaciones para la zona limítrofe; y la CNA debería reconsiderar su proyecto de control de inundaciones y el canal piloto para el corredor ripario, el cual empieza en el Lindero Internacional del Sur y se extiende río abajo. Juntos, estos proyectos podrían afectar de manera adversa aproximadamente 98 km del corredor ripario del Delta con actividades como dragado y tala de vegetación, las cuales representan graves amenazas para esta zona.

3 Decretar al corredor ripario como un área natural protegida: Ya se realizan esfuerzos binacionales para decretar como área pro-

tegida el Río Colorado, desde la Línea Fronteriza del Norte hasta el límite norte de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. En Estados Unidos, esta tarea la encabeza por la etnia Cocopah, cuya reservación abarca tierras en zonas riparias. El Consejo Tribal Cocopah ha solicitado un estudio de factibilidad para designar al río como área internacional protegida. En México, varias organizaciones no gubernamentales preparan una propuesta a fin de crear un área natural protegida para el corredor del río. En México, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y en Estados Unidos las dependencias pertinentes (entre ellas las agencias del Departamento del Interior, IBWC, ADFG y el Departamento de Recursos Hídricos de Arizona) deberían apoyar estos esfuerzos para garantizar su éxito.

4 Mejorar la gestión del agua: La IBWC, la CILA y la CNA deberían identificar y aplicar cambios en el manejo de los flujos en el corredor ripario para maximizar el beneficio ecológico. El BOR debería identificar e implementar cambios en el manejo de todas sus instalaciones en el Río Colorado, incluyendo la Presa Parker (una de las pocas presas con almacenamiento en la cuen-

ca baja del Río Colorado), lo que podría beneficiar a los ecosistemas riparios del Río Colorado, río abajo de la Presa Morelos.

5 Aplicar desfogues experimentales más abajo de la Presa Morelos: Estados Unidos y México deberían aplicar un programa de inundaciones experimentales ocasionales río abajo de la Presa Morelos para restaurar el hábitat de árboles nativos y marismas.

6 Estudiar el transporte de sedimentos y manejarlo para el beneficio ecológico: El proceso de transporte de sedimentos en el canal del Río Colorado, río abajo de la Presa Morelos, ha sido poco estudiado y requiere más investigación. La IBWC debería realizar dicha investigación como parte de sus responsabilidades de control de inundaciones en la zona limítrofe. Una vez que el transporte de sedimentos haya sido totalmente comprendido, la IBWC y la CILA deberían manejar los sedimentos para maximizar el beneficio ecológico.

7 Evaluar prácticas regionales de manejo que afectan al corredor ripario e implementar prácticas

que minimicen daños y maximicen beneficios: La CNA y el BOR deberían identificar y mitigar los impactos negativos que sobre el corredor ripario tienen el bombeo local de aguas subterráneas, los proyectos de eficiencia de riego y las transferencias de agua para fines agrícolas a zonas urbanas.

8 Erradicar al pino salado: Esto debería llevarse a cabo solamente cuando en su lugar puedan sembrarse y mantenerse árboles nativos. La diversidad de la avifauna en los monocultivos de pino salado es baja y los bosques nativos tienden a albergar mayores poblaciones de aves. Sin embargo, los manchones de pino salado son preferibles a la ausencia total de vegetación.

9 Desarrollar capacidades para mejorar el hábitat entre las comunidades locales del corredor ripario: Organizaciones no gubernamentales y dependencias gubernamentales deberían colaborar en la realización de talleres para instruir a propietarios de tierras y comunidades del corredor ripario sobre los efectos negativos de incendios forestales y los beneficios del aumento de la vegetación, tanto para la estabilización de márgenes como para el hábitat.

HUMEDALES ALEJADOS DEL CANAL

1 Proteger los humedales El Doctor y El Indio: La Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, en colaboración con el Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (IMADES), deberían evaluar la cantidad y calidad del agua que mantiene a estos humedales. La CNA, en colaboración con los usuarios locales, debería investigar oportunidades de gestión de los recursos hídricos locales, como por ejemplo el drenaje agrícola, a fin de maximizar el beneficio ecológico en estos humedales.

2 Proteger las pozas del desierto: Estas singulares pozas dependen de un manto freático somero para abastecerse de agua. Cualquier aumento en la extracción de agua subterránea para fines agrícolas o municipales pondrá en peligro su supervivencia. Todos los planes para aumentar la extracción de agua subterránea deberían ser considerados por la CNA y evaluados por el Instituto Nacional de Ecología (INE) en cuanto a potenciales impactos ambientales; los impactos negativos deberían mitigarse.

CORREDOR DEL RÍO HARDY

1 Identificar y mejorar los flujos de mantenimiento del Río Hardy: La CNA debería identificar las características de los flujos de mantenimiento del Río Hardy y determinar los flujos que maximizarían el beneficio ecológico. Hoy en día los flujos del Río Hardy se originan en el drenaje agrícola y presentan los altos niveles de salinidad correspondientes, de entre 3 y 5 partes por mil. La CNA no debería permitir que aumente la salinidad en el Río Hardy y debería trabajar para disminuir dichos niveles. La Agencia de Protección Ambiental estadounidense debería trabajar conjuntamente con la CNA, la Comisión Estatal del Agua de Baja California y la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM) para asignar los efluentes de la planta de tratamiento de aguas Mexicali II como flujo continuo al Río Hardy, y debería explorar la posibilidad de crear humedales adicionales como medio para “pretratar” el agua antes de que ingrese al canal del río. Estas dependencias deberían trabajar juntas para establecer y mantener normas de calidad del agua que satisfagan las inquietudes y expectativas de las comunidades ubicadas a lo largo del río. Además, estas dependencias deberían explorar oportunidades para aprovechar la topografía y la vegetación de la cuenca del Río Hardy, junto con una administración adecuada del agua a fin de incrementar sus niveles, y mejorar la navegación y las oportunidades para el desarrollo de actividades económicas sustentables. Asimismo, deberían explorar oportunidades para crear una marisma de agua salobre para el beneficio estacional de aves playeras.



3 Mantener la cantidad y calidad del agua que alimenta a la Ciénega de Santa Clara: Estados Unidos y México deberían comprometerse en un acuerdo que asigne un suministro de agua para alimentar a la Ciénega. Hasta que se llegue a dicho acuerdo, Estados Unidos debería evitar la puesta en marcha de la Planta Desalinizadora de Yuma.

4 Apoyar a las comunidades locales en el desarrollo de empresas de ecoturismo rentables, con base en los servicios naturales de la Ciénega de Santa Clara y el Río Hardy:

Dependencias federales como la SEMARNAT, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y sus contrapartes estatales deberían proporcionar, a través de programas de apoyo rurales y con ayuda de organizaciones no gubernamentales, asistencia técnica y financiera a individuos y organizaciones locales que establezcan empresas para guiar a turistas, observadores de aves, aficionados a la navegación, pescadores y cazadores a través de la Ciénega, y deberían ayudar a estos grupos a ampliar sus esfuerzos para incluir al Río Hardy.



5 Proteger los estanques de Cerro Prieto que alojan al pez perrito del desierto: Los estanques de Cerro Prieto, que dependen de las decisiones operativas que tomen los gerentes de la planta geotérmica, se han convertido en un refugio importante para el pez perrito del desierto y en un sitio esencial para muchas especies de aves. Los gerentes de la Planta Geotérmica de Cerro Prieto deberían integrar a su administración objetivos específicos para proteger y aumentar el valor de estos recursos por la fauna silvestre.

6 Proteger los humedales de la Mesa de Andrade y asignarles una fuente de agua específica: La SEMARNAT debería considerar otorgar protección jurídica a estos humedales a través de su designación como área protegida.

Su fuente de agua, que no ha sido bien documentada, debería identificarse y cuantificarse. La IBWC y la CILA deberían trabajar conjuntamente con las dependencias de California a fin de explorar la posibilidad de modificar el Canal Todo Americano para asignar flujos que alimenten a los humedales. De no ser posible, los administradores locales del agua deberían explorar oportunidades para dirigir el drenaje agrícola proveniente de Mexicali a los humedales.

7 Mejorar la administración local del agua para beneficiar a los humedales: Los principales drenajes agrícolas, como el Dren Plan de Ayala y muchos otros drenes y humedales menores, son áreas potenciales para la restauración del Delta. La CNA debería trabajar con módulos de riego y organizaciones no gubernamentales a fin de maximizar el aprovechamiento del agua del Dren Plan de Ayala para el beneficio ecológico y también debería identificar fuentes de agua locales adicionales. Con una mejor administración, los humedales del Dren Plan de Ayala podrían conectarse a los humedales del Río Hardy y a la Ciénega de Santa Clara.

ZONA INTERMAREAL, COSTERA Y MARINA

1 Estudiar las relaciones entre los flujos de agua dulce y los recursos intermareales, costeros y marinos: Si bien existen estudios que documentan la relación entre los flujos de agua dulce y la productividad del camarón en el Alto Golfo, poco se conoce acerca de la importancia de los flujos de agua dulce para otras especies. Instituciones académicas y de investigación, coordinadas por el INE y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), deberían definir y financiar un proyecto para investigar los flujos de agua dulce y su relación con algunas especies como totoaba y curvina (con énfasis en la reproducción), almeja del Delta del Río Colorado (*Mulinia coloradoensis*) y pasto salado, pero sin limitarse sólo a éstas, y también las características generales de la productividad biológica y sus respectivas aportaciones de materia orgánica al Alto Golfo. Esta investigación debería enfocarse a cuantificar los flujos de agua dulce necesarios para mantener poblaciones viables de varias especies. La función de los flujos de agua dulce en la salud de los singulares hábitats marinos cercanos a la costa, como Rocas Consag y El Borrascoso, deberían atenderse de manera concertada y sistemática.

2 Minimizar las amenazas que la actividad económica local representa para los recursos intermareales, costeros y marinos:

El cultivo de camarón, el desarrollo costero, la deposición de aguas negras, el arrastre bentónico, la pesca con redes agalleras y el desarrollo de generadores de energía a partir de las mareas han sido identificados como amenazas reales o potenciales para la salud del estuario. La SEMARNAT y el Instituto Nacional de Pesca (INP), en colaboración con organizaciones no gubernamentales, comunidades locales y los sectores pesqueros industrial y ribereño, deberían trabajar para minimizar o mitigar los impactos negativos de dichas prácticas destructivas y fuentes de contaminación.



3 Apoyar a las comunidades locales con recursos para que desarrollen actividades económicas que no dependan de la extracción de recursos marinos:

Los programas de desarrollo rural federales y estatales en México deberían trabajar en colaboración con organizaciones no gubernamentales, empresarios y comunidades costeras del Alto Golfo para definir actividades económicas viables que no requieran la extracción de recursos marinos, así como para obtener donativos o préstamos a fin de promover dichas actividades.



Bibliografía

- Alvarez-Borrego, S. 2003. Physical and Biological Linkages between the Upper and Lower Colorado Delta. En: D. Rapport, W. Lasley, D. Rolston, N. Nielsen, C. Qualset y A. Damania (eds.). *Managing for Healthy Ecosystems*. Capítulo 108, pp.1081-1083. Lewis Publishers, Washington, D.C.
- American Rivers. 1998. Most Endangered Rivers Report. <http://www.amrivers.org/index.php?module=HyperContent&func=display&cid=1156>.
- Anderson, W. D., E. Palacios, E. Mellink y C. Valdés-Casillas. 2003. Migratory Bird Conservation and Ecological Health in the Colorado River Delta Region. En: D. Rapport, W. Lasley, D. Rolston, N. Nielsen, C. Qualset y A. Damania (eds.). *Managing for Healthy Ecosystems*. Capítulo 109, pp.1091-1109. Lewis Publishers, Washington, D.C.
- Bancroft, G. 1922. Some winter birds of the Colorado delta. *Condor* 24:98.
- Briggs, M. K., M. Lara-Flores, M. de la Garza, M. Vamstad, F. Zamora-Arroyo, O. Hinojosa-Huerta, Y. Carrillo Guerrero, E. P. Glenn, V. Gerhart y M. Román. 2004. La Mosqueda and El Indio: Restoring wetland and riparian plant communities on abandoned farmlands in the Colorado River. Report to the North American Wetlands Conservation Council. Pronatura Sonora, San Luis Río Colorado, Sonora.
- Brusca, R. C. 2002. Biodiversity in the northern Gulf of California. *CEDO News*. 10:1-45.
- Bureau of Reclamation. 2003. <http://www.usbr.gov/dataweb/html/yumadesalt.html>.
- . 1994. Final Environmental Impact Statement/Final Environmental Impact Report, All-American Canal Lining Project.
- Calderon-Aguilera, L. E., S. G. Marinone y E. A. Aragon-Noriega. 2003. Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in the Upper Gulf of California. *Journal of Marine Systems* 39:117-128.
- California Department of Fish and Game. 1999. Birds in the List of Special Animals. <http://www.dfg.ca.gov/endangered/birds.html>.
- Carrillo-Guerrero, Y. 2002. Wetland Restoration in Private and Ejido Land in the Colorado River Delta, México. M.S. Thesis, School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Tucson, AZ.
- Carriquiry, J. D., A. Sanchez y V. F. Camacho-Ibar. 2001. Sedimentation in the northern Gulf of California after cessation of the Colorado River discharge. *Sedimentary Geology* 144 (1-2):37-62.
- Cintra-Buenrostro, C. 2004. A Thirsty Clam on a Salty Delta: Determining the Amount of Freshwater Needed by *Mulinia coloradensis* in the Colorado River Delta and Estuary. Proceedings of the Gulf of California Conference. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona. p. 57.
- Cohen, M. y C. Henges-Jeck. 2001. Missing Water: The uses and flows of water in the Colorado River Delta Region. Report of the Pacific Institute. 44 pp.
- CONANP. 2004. Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. <http://conanp.gob.mx/anp/consulta.php>.
- Cortez-Lara, A., A. López-López, L. L. Moctezuma-Torres, F. J. Mosqueda-Martínez, E. Paredes Arellano y F. A. Sandoval. 2002. Revestimiento del Canal Todo Americano y sus efectos en Baja California. Gobierno del Estado de Baja California, Mexicali, Baja California, México.
- Cortez-Lara, A. y M. R. García-Acevedo. 2000. The lining of the All-American Canal: The forgotten voices. *Natural Resources Journal* 40:261-279.
- Cortez-Lucero, G. 2004. Respuesta de la población de camarón en el Alto Golfo de California a las fluctuaciones de las descargas del Río Colorado. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico del Mar, No. 03, Guaymas, Sonora, México. 71 pp.

- Cortez-Lucero, G. y E. A. Aragón-Noriega. 2003. Response of shrimp population in the Upper Gulf of California to changes in the freshwater supply from the Colorado River Delta. Symposium of Scientific Research as a Strategy to Support Estuarine and Coastal Management. 20 pp.
- Cudney-Bueno, R. y P. Turk-Boyer. 1998. Pescando entre mareas del Alto Golfo de California: Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo. *CEDO Intercultural Serie Técnica* No. 1. 166 pp.
- Culp P., S. Cornelius, F. Zamora-Arroyo y J. Pitt. 2005. A Binational Approach for the Restoration of the Colorado River Delta: Current Opportunities and Challenges to Secure Instream Flows in the United States and Mexico. Sonoran Institute, Tucson, AZ.
- D'Agrosa, C. E. 1995. Mortalidad incidental de la vaquita (*Phocoena sinus*) en actividades pesqueras del Alto Golfo de California, México, 1993-94. Tesis de Maestría en Ciencias, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas, Sonora, México. 112 pp.
- D'Agrosa, C., C. E. Lennert y O. Vidal. 2000. Vaquita By-catch in Mexico's Artisanal Gillnets Fisheries: Driving a small population to extinction. *Conservation Biology* 15(4):110-119.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2002. Norma Oficial Mexicana NON-059-2001. Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, D.F.
- Eddleman, W. R. y C. J. Conway. 1998. Clapper Rail (*Rallus longirostris*). En: A. Poole y F. Gill (eds.). *The Birds of North America*. The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Felger, R. S. 2000. *Flora of the Gran Desierto and Río Colorado of Northwestern Mexico*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Flores-Skydancer, L. y P. E. Turk-Boyer. 2002. *The Vaquita of the Gulf of California*. CEDO Intercultural: Puerto Peñasco, Sonora, Mexico. 29 pp.
- Galindo-Bect, M., E. Glenn, H. Page, K. Fitzsimmons, L. Galindo-Bect, J. Hernandez-Ayon y R. Petty. 2000. Penaeid shrimp landings in the upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin* 98:222-225.
- García-Hernández, J., K. King, A. Velasco, E. Shumilin, M. Mora y E. Glenn. 2001a. Selenium, selected inorganic elements, and organochlorine pesticides in bottom material and biota from the Colorado River delta. *Journal of Arid Environments* 49(1):65-89.
- García-Hernández, J., O. Hinojosa-Huerta, V. Gerhart, Y. Carrillo-Guerrero y E. P. Glenn. 2001b. Willow Flycatcher (*Empidonax traillii*) surveys in the Colorado River delta wetlands: Implications for management. *Journal of Arid Environments* 49:161-169.
- García-Hernández, J., E. P. Glenn, J. Artiola y D. J. Baumgartner. 2000. Bioaccumulation of Selenium (Se) in the Ciénega de Santa Clara Wetland, Sonora, Mexico. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 45:298-304.
- Gaskin, D. E. 1982. *The Ecology of Whales and Dolphins*. Heinemann Educational Books, Londres, Gran Bretaña. 480 pp.
- Glenn, E. P., F. Zamora-Arroyo, P. L. Nagler, M. Briggs, W. Shaw y K. Flessa. 2001. Ecology and conservation biology of the Colorado River delta, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49:5-15.
- Glenn, E., R. Tanner, S. Mendez, T. Kehret, D. Moore, J. Garcia y C. Valdés-Casillas. 1998. Growth rates, salt tolerance and water use characteristics of native and invasive riparian plants from the Delta of the Colorado River delta, Mexico. *Journal of Arid Environments* 40:281-294.
- Glenn, E., R. Lee, C. Felger y S. Zengel. 1996. Effects of water management on the wetlands of the Colorado River delta, Mexico. *Conservation Biology* 10:1175-1186.

- Glenn, E. P., T. L. Thompson, J. Riley y D. Baumgartner. 1995. Effects of salinity on growth and evapotranspiration of *Typha domingensis* Pers. *Aquatic Botany* 52:75-91.
- Grinnell, J. 1928. A distributional summation of the ornithology of Lower California. *University of California Publications in Zoology* 32:1-300.
- Groves, C., D. B. Jensen, L. L. Valutis, K. H. Redford, M. L. Shaffer, J. M. Scott, J.V. Baumgartner, J.V. Higgins, M.W. Beck y M.G. Anderson. 2002. Planning for Biodiversity Conservation: Putting Conservation Science into Practice. *BioScience* 52(6):499-512.
- Hinojosa-Huerta, O., J. García-Hernández, Y. Carrillo-Guerrero, E. Zamora-Hernández. (en prensa). Hovering over the Alto Golfo: Status and conservation of birds from the Río Colorado to the Gran Desierto. En: R. S. Felger y B. Broyles (eds.). *Dry Borders: Great Natural Areas of the Gran Desierto and Upper Gulf of California*. University of Utah Press, Salt Lake City, UT.
- Hinojosa-Huerta, O., H. Iturribarría-Rojas, Y. Carrillo-Guerrero, M. de la Garza-Trevino y E. Zamora-Hernández. 2004a. *Bird Conservation Plan for the Colorado River Delta*. Pronatura Noroeste, Dirección de Conservación Sonora, San Luis Río Colorado, Sonora, Mexico. 70 pp.
- Hinojosa-Huerta, O., H. Iturribarría-Rojas, A. Calvo-Fonseca, J. Butrón-Méndez y J. J. Butrón Rodríguez. 2004b. Caracterización de la Avifauna de los Humedales de la Mesa de Andrade, Baja California, México. Reporte Final de Pronatura Sonora presentado al Instituto Nacional de Ecología. 30 pp.
- Hinojosa-Huerta, O., P. L. Nagler, Y. Carrillo-Guerrero, E. Zamora-Hernández, J. García-Hernández, F. Zamora-Arroyo, K. Gillion y E.P. Glenn. 2002a. Andrade Mesa wetlands of the All-American Canal. *Natural Resources Journal* 42:899-914.
- Hinojosa-Huerta, O., J. García-Hernández y W. Shaw. 2002b. Report on the Surveys for Willow Flycatchers in the Colorado River Delta, Mexico. School of Renewable Natural Resources, University of Arizona, Tucson, AZ.
- Hinojosa-Huerta, O., S. DeStefano y W. Shaw. 2001a. Abundance and distribution of the Yuma Clapper Rail (*Rallus longirostris yumanensis*) in the Colorado River delta, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49:171-182.
- Hinojosa-Huerta, O., W. Shaw y S. DeStefano. 2001b. Detections of California Black Rails in the Colorado River delta, Mexico. *Western Birds* 32:228-232.
- Hughes, J. M. 1999. Yellow-billed Cuckoo (*Coccyzus americanus*). En: A. Poole y F. Gill (eds.). *The Birds of North America*. No. 418 The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Kramer, G.W. y R. Migoya. 1989. The pacific coast of Mexico. En: L. M. Smith, R. L. Pederson y R. M. Kaminski (eds.). *Habitat Management for Migrating and Wintering Waterfowl in North America*. pp. 507-528. Texas Tech University Press, Lubbock, TX.
- Kushlan, J. A., M. J. Steinkamp, K. Parsons, J. Capp, M. A. Cruz, M. Coulter, I. Davidson, L. Dickson, N. Edelson, R. Elliott, R. M. Ervin, S. Hatch, S. Kress, R. Milko, S. Miller, K. Mills, R. Paul, R. Phillips, J. E. Saliva, B. Sydeman, J. Trapp, J. Wheeler y K. Wohl. 2002. *Waterbird Conservation for the Americas, Version 1*. North American Waterbird Conservation Initiative, Washington, DC.
- Lavin, M. F. y S. Sánchez. 1999. On how the Colorado River affected the hydrography of the upper Gulf of California. *Continental Shelf Research* 19:1545-1560.
- Leopold, A. 1989. *A Sand County Almanac*. Oxford University Press, New York, NY.
- Luecke, D., J. Pitt, C. Congdon, E. Glenn, C. Valdés-Casillas y M. Briggs. 1999. *A Delta Once More: Restoring Riparian and Wetland Habitat in the Colorado River Delta*. Environmental Defense Publication. 64 pp.
- Marshall, R. M., S. Anderson, M. Batcher, P. Comer, S. Cornelius, R. Cox, A. Gondor, D. Gori, J. Humke, R. Paredes Aguilar, I. E. Parra y S. Schwartz. 2000. *An Ecological Analysis of Conservation Prioirties in the Sonoran Desert Ecoregion*. Prepared by the Nature Conservancy Arizona Chapter, Sonoran Institute, and Instituto del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora with

- support from Department of Defense Legacy program, Agency and Institutional partners. 146 pp.
- Mellink, E., J. A. Castillo-Guerrero y A. de la Cerda. 2002. Noteworthy waterbird records in the delta of the Río Colorado, Mexico, 2002. *Western Birds* 33:249-253.
- Mellink, E. y V. Ferreira-Bartrina. 2000. On the wildlife of wetlands of the Mexican portion of the Río Colorado delta. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 99:115-127.
- Mellink, E., E. Palacios y S. Gonzalez. 1997. Non-breeding waterbirds of the Delta of the Río Colorado, Mexico. *Journal of Field Ornithology* 68:113-123.
- Mellink, E., E. Palacios y S. Gonzalez. 1996. Notes on nesting birds of the Ciénega de Santa Clara salt flat, Northwestern Sonora, Mexico. *Western Birds* 27:202-203.
- Miller, A. H., H. Friedman, L. Griscom y R. T. Moore. 1957. Distributional checklist of the birds of Mexico, part 2. *Pacific Coast Avifauna* 33.
- Molina, K. C. y K. L. Garrett. 2001. Breeding birds of the Cerro Prieto geothermal ponds. *Monographs of Field Ornithology* 3:23-28.
- Morrison, R. I., R. K. Ross y M. M. Torres. 1992. Aerial surveys of Nearctic shorebirds wintering in Mexico: Some preliminary results. Progress Note. Canadian Wildlife Service.
- Murphy, R. C. 1917. Natural history observations from the Mexican portion of the Colorado Desert, with a note on the Lower Californian Pronghorn and a list of the birds. *Abstract Proceedings of the Linnean Society of New York* 28:43-101.
- Nagler, P. L., O. Hinojosa-Huerta, E. P. Glenn, R. Romo, J. García-Hernández, R. Romo, C. Curtis, A. R. Huete y S. G. Nelson (en prensa). Regeneration of Native Trees in the Presence of Invasive Salt Cedar in the Colorado River Delta, Mexico. *Conservation Biology*.
- Nava-Romo, J. M. 1994. Impactos a corto y largo plazo en la diversidad y otras características ecológicas de la comunidad bentónico-demersal capturada por la pesquería de camarón en el Norte del Alto Golfo de California, México. Tesis de Maestría. Centro de Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Naturales. División de Graduados e Investigación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Guaymas, Sonora, México.
- Ohmart, R., B. Anderson y W. Hunter. 1988. Ecology of the Lower Colorado River from Davis Dam to the Mexico-United States Boundary: A community profile. National Technical Information Service, Alexandria, VA.
- Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. 2003. Internal reports. San Luis Río Colorado, Sonora, México.
- Palacios, E. y E. Mellink. 1996. Status of the Least Tern in the Gulf of California. *Journal of Field Ornithology* 67:48-58.
- Palacios, E. y E. Mellink. 1992. Breeding bird records from Montague Island, northern Gulf of California. *Western Birds* 23:41-44.
- Parnell, J. F., R. M. Erwin y K. C. Molina. 1995. Gull-billed Tern. En: A. Poole y F. Gill (eds.). *The Birds of North America*. p. 140. The Birds of North America, Inc., Philadelphia, PA.
- Patten, M. A., E. Mellink, H. Gómez de Silva y T. E. Wurster. 2001. Status and taxonomy of the Colorado Desert avifauna of Baja California. *Monographs in Field Ornithology* 3:29-63.
- Peresbarbosa, E. y E. Mellink. 2001. Nesting waterbirds of Isla Montague, northern Gulf of California, Mexico: Loss of eggs due to predation and flooding, 1993-1994. *Waterbirds* 24:265-271.
- . 1994. More records of breeding birds from Montague Island, northern Gulf of California. *Western Birds* 25:201-202.

- Pitt, J., C. W. Fitzer y L. Force. 2002. New water for the Colorado River: Economic and environmental considerations for replacing the bypass flow. *Water Law Review* 6:68-86.
- Pitt, J., D. Luecke, M. Cohen, E. Glenn y C. Valdés-Casillas. 2000. Two Nations, One River: Managing ecosystem conservation in the Colorado River Delta. *Natural Resources Journal* 40:819-864.
- Powell, A. N. 1998. Western Snowy Plovers and California Least Terns. En: M. J. Mac, P. A. Opler, C. E. Puckett-Haecker y P. D. Doran (eds.). *Status and Trends of the Nation's Biological Resources*. United States Geological Survey, Reston, VA.
- Rodriguez, C. A., K. W. Flessa y D. L. Dettman. 2001. Effects of upstream diversion of Colorado River water on the estuarine bivalve mollusc *Mulinia coloradoensis*. *Conservation Biology* 15:249-258.
- Rojas-Bracho, L., A. M. Jaramillo-Legorreta y J. Urban. 2004. The Status of the Recovery Efforts for Vaquita: Third Report to CIRVA. Report of the Third Meeting of the Internacional Committee for the Recovery of the Vaquita (CIRVA). 20 pp.
- Rojas-Bracho, L., A. M. Jaramillo-Legorreta y T. Gerrodette. 2002. Are Aggregation Behavior and Local Movements of Vaquita Adversely Influenced by Fishing Vessels? Paper SC/54/SM19 presented to the International Whaling Commission Scientific Committee. 10 pp.
- Rojas Bracho, L. y B. Taylor. 1999. Risk factors affecting vaquita. *Marine Mammal Science* 15(4):974-989.
- Rojas-Bracho, L., A. Diaz de León, O. Ramírez, A. Jaramillo y H. Peres-Cortés. 1999. Report of the Second Meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita (CIRVA). 19 pp.
- Roman-Rodriguez, M., R. Vazquez-Borja y J. Campoy-Favela. 2004. The Gulf Corvina Fishery in the Upper Gulf of California and Colorado River Delta Biosphere Reserve: Trends and Future. Proceedings of the Gulf of California Conference 2004. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, AZ. 140 pp.
- Rosenberg, K. V., R. D. Ohmart, W. C. Hunter y B. W. Anderson. 1991. *Birds of the Lower Colorado River Valley*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Rowell, K., K. Flessa y D. Dettman. 2004. Isotopic Logs from the Sea of Cortez: Environmental and Life History Records From Totoaba and Gulf Corvina Otoliths. Proceedings of the Gulf of California Conference 2004. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona. 61 pp.
- Ruiz-Campos, G. y M. Rodríguez-Meraz. 1997. Composición taxonómica y ecológica de la avifauna de los ríos El Mayor y Hardy, y áreas adyacentes, en el Valle de Mexicali, Baja California, México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoológica* 68:291-315.
- Russell, S. M. y G. Monson. 1998. *The Birds of Sonora*. The University of Arizona Press, Tucson, AZ.
- Saunders, G. B. y D. C. Saunders. 1981. Waterfowl and their wintering grounds in Mexico, 1937-1964. U.S. Fish and Wildlife Service, Resource Publication 138, Washington, D.C.
- U.S. Fish and Wildlife Service. 2001. Endangered and threatened wildlife and plants: 12-month finding for a petition to list the Yellow-billed Cuckoo (*Coccyzus americanus*) in the western continental United States. Federal Register: July 25, 2001 (Volume 66, Number 143).
- Unitt, P. 1984. *The Birds of San Diego County*. San Diego Society of Natural History Memoirs 13.
- Valdés-Casillas, C., E. P. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, Y. Carrillo-Guerrero, J. García-Hernández, F. Zamora-Arroyo, M. Muñoz-Viveros, M. Briggs, C. Lee, E. Chavarría-Correa, J. Riley, D. Baumgartner y C. Condon. 1998. Wetland management and

- restoration in the Colorado River delta: The first steps. Special Publication of CECARENA-ITESM Campus Guaymas and North American Wetland Conservation Council, Guaymas, Sonora.
- van Riper III, C., J. Hart, C. Olson, C. O'Brien, A. Banks, M. Lomow y K. Covert. 1999. Use of the Mexico Colorado River delta region by neotropical migrant landbirds. Report to Cooperators. USGS Biological Resources Division, Colorado Plateau Research Station, Northern Arizona University, Flagstaff, AZ.
- van Rossem, A. J. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora, Mexico. *Occasional Papers of the Museum of Zoology* 21. Louisiana State University, Baton Rouge, LA.
- Varela-Romero, A, G. Ruiz-Campos, L. Yépiz-Velázquez y J. Alaníz-García. 2002. Distribution, habitat and conservation status of desert pupfish (*Cyprinodon macularius*) in the Lower Colorado River Basin, México. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 12:157-165.
- Vidal, O., R. L. Brownell, Jr. y L. T. Findley. 1999. Vaquita, *Phocoena sinus*. En: S. H. Ridgeway y R. Harrison (eds.). *Handbook of Marine Mammals. The Second Book of Dolphins and Porpoises*. Vol. 6, pp. 357-378. Academic Press, San Diego, CA.
- World Wildlife Fund. 2004. El Golfo de California: Prioridades de Conservación. Published by World Wildlife Fund México, Programa Golfo de California. Guaymas, Sonora, México. 70 pp.
- Zamora-Arroyo, F. 2002. Impacts of Instream Flows on the Colorado River Delta, Mexico: Spatial Vegetation Change Analysis and Opportunities for Restoration. Dissertation, Geography Department. Oregon State University.
- Zamora-Arroyo F., P. Culp, M. Moreno, E. Santiago, O. Hinojosa-Huerta, J. Butrón Méndez, M. Briggs, G. Anderson y P. Titus. 2005. Valoración del Impacto Ambiental en México del Revestimiento del Canal Todo Americano y Alternativas de Mitigación. Fase I. Diagnóstico general del proyecto de revestimiento del Canal Todo Americano. Sonoran Institute. 32 pp.
- Zamora-Arroyo, F., P. Nagler, M. Briggs, D. Radtke, H. Rodriguez, J. Garcia, C. Valdes, A. Huete y E. Glenn. 2001. Regeneration of native trees in response to flood releases from the United States into the delta of the Colorado River, Mexico. *Journal of Arid Environments* 49:49-64.

Apéndice 1: Metodología del taller

F A S E 1 : R E C O P I L A C I Ó N D E D A T O S

Antes del taller, los autores recopilaron y sintetizaron la información ya existente publicada y del dominio público acerca del Delta del Río Colorado. Los organizadores del taller utilizaron esta información para elaborar mapas preliminares de las características físicas y biológicas del Delta, incluyendo distribución de especies, zonas ecológicas y otros datos. Además, los organizadores del taller elaboraron una lista de las relaciones ecológicas clave identificadas para la región, misma que utilizaron como punto de partida para la discusión durante el taller. Asimismo, en esta fase se formó un comité consultor para ayudar con el diseño de la metodología del taller.

F A S E 2 : A N Á L I S I S

El análisis por parte de expertos y observadores tuvo lugar durante el taller, en octubre de 2002. La primera sesión consistió en identificar los objetos de conservación con base en el conocimiento de los participantes y la información preliminar preparada por los organizadores.

Un objeto de conservación se define como un conjunto de atributos biológicos y físicos, o una combinación de atributos bióticos y abióticos, que representan la biodiversidad del Delta y cuya conservación incrementa las oportunidades de conservar otros recursos vivos (Groves *et al.*, 2002). Los objetos de conservación pueden ser especies, comunidades, ecosistemas o atributos físicos como características hidrológicas importantes.

Para identificar los objetos de conservación, los participantes se dividieron en cinco grupos de acuerdo a su experiencia científica o enfoque taxonómico. Los expertos identificaron los objetos de conservación en un mapa y documentaron las principales características y los motivos para apoyarlos. Se aportó información adicional para cada objeto de conservación y se capturó una representación geográfica impresa o en mapas digitales. Los expertos identificaron objetos de conservación para cada uno de los siguientes grupos:

- Sistemas costeros y marinos
- Peces y mamíferos marinos
- Vertebrados terrestres (aves y otra fauna)
- Hábitat, vegetación y restauración
- Hidrología

Durante el resto del taller, expertos y observadores trabajaron en grupos interdisciplinarios para analizar relaciones ecológicas, amenazas y oportunidades para la conservación de cada una de las siete zonas ecológicas. Al basar-

se únicamente en las relaciones ecológicas, los expertos agruparon objetos individuales en áreas de interés especial, consideradas importantes por sus características biofísicas y su conexión con uno o más objetos de conservación.

Los expertos analizaron amenazas y oportunidades de conservación para cada área de interés especial. Las amenazas se definen como impactos sobre los atributos biológicos (p. ej., desmonte, quema y explotación de la vegetación) o atributos físicos (p. ej., cambios en la morfología del río). Las oportunidades consisten en mejoras biológicas o físicas que pueden implementarse para mantener o aumentar las funciones ecológicas en el Delta. La reflexión minuciosa sobre la gravedad, intensidad y reversibilidad de las amenazas, así como sobre las oportunidades reales de conservación y restauración, les permitió comenzar a identificar áreas prioritarias para la conservación que requieren de acciones urgentes. Estas prioridades se dividieron en dos: aquellas que requieren acciones de protección y las que necesitan acciones de restauración. En esta etapa el papel de los observadores fue crucial por su conocimiento sobre el manejo del agua y las prácticas de uso del suelo. Para cada área prioritaria de conservación se documentaron amenazas y oportunidades. Cuando se contaba con información disponible, los expertos evaluaron y calcularon los requerimientos de agua necesarios para mantener y aumentar la integridad y las funciones ecológicas de estas áreas. Al reconocer en algunos casos que la información disponible era insuficiente, expertos y observadores definieron prioridades para la investigación o la búsqueda de datos. El propósito fundamental era proveer información creíble y detallada sobre todas las áreas de conservación, más que una lista jerarquizada.

FASE 3: DESARROLLO DE LOS PRODUCTOS DEL TALLER

El comité organizador adoptó un enfoque de dos partes para ordenar, analizar y finalizar los productos esperados de este proceso. Ante la necesidad de compartir los resultados con los participantes y otros sectores interesados inmediatamente después del taller, en noviembre de 2002 se elaboró un informe preliminar con un resumen de los resultados, tal como fueron presentados en la sesión plenaria al final del evento.

En el taller se generó información que era necesario documentar con más detalle. Este informe incluye todos los resultados obtenidos en el taller e incorpora un análisis más profundo, así como información que no se encontraba disponible en el momento en que el taller se llevó a cabo. Los mapas han sido afinados con base en el análisis de la información registrada por los participantes en el evento. Para elaborar el informe final, los autores también consultaron a varios de los expertos que asistieron al taller. Además de la versión impresa del informe, los autores elaboraron un CD-ROM que incluye la base de datos SIG del taller, mapas, datos tabulares, el informe del taller y un mapa tamaño cartel que resume los resultados de manera gráfica.

Apéndice 2: Descripción de los objetivos de conservación

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
ESPECIES MARINAS						
Almeja del Delta del Río Colorado (<i>Mulinia coloradoensis</i>)	Población sustentable	Algo de información	Sin protección	Crítica	Sí	Su distribución se extiende hacia el sur, desde el Alto Golfo hasta la punta San Felipe
Camarón (<i>Litopenaeus stylirostris</i> y <i>Farfantepenaeus californiensis</i>)	Población sustentable	Buena	Sin protección	Crítica	No	La pesquería más importante del Alto Golfo de California
Pacific sharpnose shark (<i>Rhizoprionodon longurio</i>)		Buena		Disminución constante	No	Depredador dominante, solía ser muy abundante y de importancia comercial
Scalloped hammerhead shark (<i>Sphyrna lewini</i>)		Buena		Disminución intensa	No	Solía ser abundante; de importancia comercial; depredador dominante
White shark (<i>Carcharodon carcharias</i>)						Depredador dominante; se reproduce en el Alto Golfo
Delta silverside (<i>Colpichthys hubbsi</i>)	Mantener población estable; conservar los sitios de reproducción	Algo de información		Abundancia local	Sí	Especie endémica del extremo norte del Golfo; requiere más investigación respecto a la historia de vida; rango geográfico muy restringido
Pacific red snapper (<i>Epinephelus acanthistius</i>)	Aumentar el tamaño de la población; conservar el hábitat rocoso y fangoso de aguas profundas	Algo de información		Disminuyendo	No	Disminución de la especie debido a la pesca intensa
Gulf grouper (<i>Mycteroperca jordani</i>)	Mantener o aumentar el tamaño actual de la población	Buena		En aparente disminución	No	Depredador dominante de los arrecifes rocosos del Alto Golfo; indicador del estado de los arrecifes rocosos; especie de importancia comercial
Barred pargo (<i>Hoplopogrus guntheri</i>)	Aumentar y mantener la población; proteger los arrecifes rocosos	Buena		Desconocida	No	Agregaciones reproductivas en El Borrascoso; especie de importancia comercial; especie paraguas

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
ESPECIES MARINAS (continúa)						
Totoaba (<i>Totoaba macdonaldi</i>)	Recuperar y mantener la población	Algo de información	En peligro de extinción	Especie endémica en situación crítica; en general, población estable en número reducido; las condiciones para la recuperación no se conocen bien; existen avances importantes en la reproducción de la especie en cautiverio	Sí	La pesca de arrastre sigue afectando a la especie, principalmente a juveniles de menos de 30 cm de largo; la pesca deportiva afecta a individuos de mayor edad; las etapas adultas del ciclo vital no se conocen bien; podrían recuperarse las planicies lodosas mareales en el suroeste del Delta mediante la construcción de canales artificiales, a fin de proveer sitios de crianza
Curvina golfinia (<i>Cynoscion othonepterus</i>)	Conservar población saludable	Escasa	Sin protección	A pesar de la pesca intensiva, las poblaciones de esta especie siguen llegando en grandes cantidades, aunque hay un descenso en el número de individuos de talla grande	Sí, pero se requiere mejor documentación de la distribución y endemismo de la especie, con la información disponible	Depredador dominante, su presencia indica que las condiciones en el Delta aún ofrecen un hábitat importante para la reproducción; recolección comercial; reglamentación deficiente
Vaquita (<i>Phocoena sinus</i>)	Recuperar y mantener una población viable; cero mortalidad incidental	Algo de información; se recaba información nueva mediante estudios acústicos	IUCN en grave peligro de extinción, Cites I, NOM 059 en peligro de extinción	Crítica; población en disminución (tamaño actual de la población menor a 600 individuos)	Sí	Captura incidental alta en redes agalleras; investigación actual incluye descripción de distribución y hábitat y uso de métodos acústicos; esfuerzos actuales para la recuperación de la especie
Ballena azul (<i>Balaenoptera physalus</i>)	Mantener esta población endémica	Buena	NOM 059 Pr	Población local aislada; población probablemente estable	Aparentemente sí	Población única; estudios acústicos y genéticos indican que es un grupo endémico

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
ESPECIES MARINAS (continúa)						
Chanos (<i>Micropogonias megalops</i>)	Conservar poblaciones saludables	low	Sin protección	Crítica; indicios de pérdida de variabilidad genética en el Alto Golfo	Aparentemente sí	Necesario consenso sobre su endemismo; en México, la especie no está protegida y es explotada intensamente en el Alto Golfo
Delfín nariz de botella (<i>Tursiops truncatus</i>)	Identificar población potencialmente endémica	Algo de información	NOM 059 Pr	Los delfines del Delta parecen ser distintos a los delfines del sur	Población potencialmente endémica	Estudios genéticos en curso para saber si es un grupo endémico o una subespecie; investigación para utilizar a la especie como indicador de la salud del Alto Golfo
León marino de California (<i>Zalophus californianus</i>)	Identificar población potencial	Buena	NOM 050 Pr	Actuales datos genéticos y biológicos indican un grupo endémico o subespecie	Aparentemente sí	Los datos indican que los de la parte norte del Golfo están más estrechamente relacionados con los de las Galápagos que con los del sur del Golfo
ESPECIES DE AGUA DULCE						
Pez perrito del desierto (<i>Cyprinodon macularius</i>)	Conservar la población existente y restaurar el hábitat	Muy buena	En peligro de extinción en México, LE, GI	Estable en sitios específicos; disminuyendo al menos en un sitio	Si	Se encuentra en hábitats muy inestables y con varias especies introducidas abundantes
Carpita elegante (<i>Gila elegans</i>)	Recuperar la población y restaurar el hábitat	Escasa	Oficialmente extinta en México y en peligro de extinción en EE.UU.		Si	Programa de recuperación en la cuenca baja del Colorado en EE.UU.; recolectada en la corriente principal del Colorado en México, a finales del siglo pasado
Plagóptero plateado (<i>Plagopterus argentissimus</i>)	Recuperar la población y restaurar el hábitat	Escasa	Oficialmente extinta en México y en peligro de extinción en EE.UU.		Si	Programa de recuperación en la cuenca baja del Colorado en EE.U.U.; recolectado en la corriente principal del Colorado en México, a finales del siglo pasado
Matalote jorobado (<i>Xyrauchen texanus</i>)	Recuperar la población (objetivo de restauración)	Escasa	Oficialmente extinta en México y en peligro de extinción en EE.UU.		Si	Programa de recuperación en la cuenca baja del Colorado en EE. UU.; recolectado en la corriente principal del Colorado en México, a finales del siglo pasado

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
ESPECIES TERRESTRES						
Aves de marismas	Proteger las marismas existentes; crear nuevos humedales restaurando áreas degradadas del Río Hardy; controlar la expansión del pino salado; proteger del apacentamiento del ganado	Buena, pero requiere monitoreo a largo plazo	El palmoteador de Yuma protegido como especie amenazada en México y en peligro de extinción en EE.UU.; el ralito negro está en peligro de extinción en México y California, y como especie candidata en EE.UU.	El palmoteador de Yuma se encuentra en altas densidades pero en disminución, tal vez debido al deterioro del tule; el ralito negro se encuentra en números bajos; la Ciénega de Santa Clara parece estar tornando senescente, necesidad de restauración de áreas de hábitat potenciales, como el Río Hardy	Sí; el palmoteador de Yuma es endémico del Delta y la cuenca baja del Río Colorado	Para información adicional de otras especies, véase el Apéndice 3
Grupos de aves acuáticas anidantes	Mantener sitios adecuados para anidación, descanso y forraje	Se conoce condición actual, monitoreo en curso	Algunas especies protegidas bajo la Ley del Tratado sobre Aves Migratorias y Especies en Peligro de Extinción en México; golondrina marina mínima de California y garza rojiza clasificadas como amenazadas en México	Confinadas a Cerro Prieto, Isla Montague y planicies El Doctor y Flor del Desierto	No	Las colonias están sumamente localizadas; requieren sitios libres de depredadores terrestres y de modificaciones antropogénicas
Especies que dependen del hábitat ripario para su reproducción	Conservar el hábitat ripario de álamos y sauces; conservar áreas existentes, sobre todo follaje y heterogeneidad de especies; mantener continuidad y tramos de hábitat más extensos; controlar especies exóticas; extender el hábitat con más agua; evaluar el impacto de los tordos	Muy poca, se necesitan tasas vitales y abundancia	El mosquero saucero suroccidental y el cuco piquiamarillo son especies en peligro de extinción	Bosque ripario nativo limitado al 2% de su extensión histórica; los flujos de inundación de fines del siglo XX aumentaron la extensión de este hábitat, pero especies exóticas invasoras siguen degradando su calidad	No	Las especies incluyen el mosquero saucero suroccidental, el cuco piquiamarillo y el mosquero cardenal; véase el Apéndice 3 para información adicional y una lista de todas las especies

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
ESPECIES TERRESTRES (continúa)						
Aves migratorias terrestres	Crear y mantener un mosaico continuo de arbustos riparios, bosque, mezquite y matorral desértico micrófilo, utilizado por aves terrestres que migran al noroeste	Algunos datos sobre especies migratorias incluyendo cantidades, composición de especies, temporalidad, no hay datos de largo plazo; algunos puntos de conteo, redes de niebla y censos	Sin protección, excepto para especies que se encuentran en la Reserva de la Biosfera (El Doctor); algunas especies enlistadas (p. ej., mosquero saucero suroccidental) probablemente pasan como migratorias	Considerablemente reducida su extensión original; degradación por especies exóticas (p. ej., pino saldo); daño por ganado y bombeo de aguas subterráneas	No	La migración en gran escala de aves terrestres es básicamente un fenómeno primaveral (de marzo a principios de junio), también importante en menor grado en otoño e invierno; las aves migratorias podrían utilizar pino salado y otras especies exóticas, pero se desconoce su importancia relativa; la preservación y restauración del bosque ripario ayudará considerablemente a las aves migratorias (hay una amplia superposición de estos objetivos); numerosas especies de zumbadores, chipes, tångaras, gorriones, pinzones, piquigruesos, oropéndolas y aves de rapiña
Aves migratorias acuáticas	Asegurar que el Delta provea un hábitat adecuado para la invernación de aves migratorias acuáticas (incluyendo aves playeras)	Datos históricos y estudios actuales sobre poblaciones	Muchas especies incluidas en las listas de Estados Unidos o México y en la Ley del Tratado sobre Aves Migratorias	Hemisféricamente, su hábitat está amenazado y disminuyendo y presenta los efectos acumulativos de pérdida y degradación; el objeto está disminuyendo y depende parcialmente del Delta	No, es parte de la Ruta Migratoria del Pacífico	El pelicano blanco (la población occidental) es una especie paraguas y depende en gran medida de la bioregión del Delta (incluyendo el Mar Salton); gran cantidad de aves playeras utilizan el área como escala y para invernar; el Delta es un sitio de la Red de Reservas de Aves Playeras del Hemisferio Occidental (<i>Western Shorebird Reserve Network</i>)
Zona marina	Mantener la red alimentaria	Razonable	Protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Afectado por la actividad comercial; tal vez la disminución de la afluencia de agua dulce reduzca los nutrientes	No	Área de dispersión post-reproductiva para pelícanos, colimbo, golondrinas de mar y gaviotas; zona de alimentación para aves acuáticas anidantes

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
PROCESOS MARINOS (BIOLÓGICOS y FÍSICOS)						
Ciclos vitales de invertebrados y vertebrados	Proteger el hábitat para proteger los ciclos vitales	Algo de información	Parte del hábitat protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Deficiente	N.A.	Amplios humedales estuarinos que requieren restauración por ser áreas de crianza clave para muchas especies; estos humedales se ven afectados por procesos en EE.UU. y México
Mezcla de agua dulce y marina	Restaurar grandes áreas de agua salobre	Algo de información	Protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Deficiente	N.A.	Estas áreas brindan alimento y protegen espacios de crianza para especies comerciales y en peligro de extinción; incluyen frentes salinos que sirven como barreras contra depredadores; el flujo de agua dulce depende de las políticas hídricas mexicanas y estadounidenses en el Río Colorado
Corrientes de marea	Preservar su función natural	Muy buena	Protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Buena	N.A.	Amenazado por propuestas de construcción de infraestructura para la generación de electricidad; las corrientes de marea son un mecanismo clave para el transporte de muchas especies en fases tempranas de vida
Humedales estuarinos	Restaurar extensos humedales estuarinos	Algo de información	Parcialmente protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Deficiente	N.A.	En el suroeste del Delta hubo grandes humedales estuarinos antes de la construcción de presas, principalmente durante inundaciones primaverales con flujos del río superiores a los normales; estos humedales se formaron en el pasado y podrían restaurarse para mejorar el hábitat
Niveles y flujos de aguas subterráneas	Restaurar y mantener	Escasa	Reglamentado	Se desconoce	N.A.	Los niveles y flujos de aguas subterráneas se ven afectados por el uso del agua y las políticas de EE.UU. y México; no hay información sobre el impacto de los flujos de aguas subterráneas en los humedales alejados del canal y en el hábitat ripario
Transporte de sedimentos	Predecir la geomorfología futura del Delta	Algo de información; se desconocen las dinámicas de depósito de sedimentos a partir de flujos de agua dulce	Protegido a través de la Reserva de la Biosfera	Se desconoce	N.A.	Cantidades de sedimentos equivalentes a los flujos naturales anteriores a la construcción de presas se desplazan desde el Delta hasta la parte norte del Golfo; dichos sedimentos provienen de la erosión de depósitos anteriores; se desconoce el impacto de esta erosión en la costa del estuario

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
HÁBITATS de AGUA DULCE						
Vegetación y rebalsas en el área del ferrocarril, desde Benito Juárez hasta cerca del cruce carretero del vado Carranza	Mantener el flujo de agua en el canal principal y rebalsas; mantener los niveles existentes del manto freático	Información disponible sobre cobertura de vegetación y aves; alguna información sobre aguas subterráneas	Sin protección; zona federal administrada por la CNA	Excelentes, con vegetación y áreas de lagunas	N.A.	Presencia de buenas alamedas y sauzales, y pequeñas lagunas formadas en rebalses; las principales amenazas son el desmonte de vegetación y los incendios
Humedales El Indio: área inundada detrás del bordo de la margen izquierda, desde el dren Plan de Ayala	Mantener y aumentar la extensión y las condiciones de este humedal incipiente	Necesaria información sobre cómo se operan compuertas y bombas; dónde se abren o dónde funcionan, y quién toma las decisiones	Sin protección; una parte es zona federal administrada por la CNA, otra parte esta concesionada a propietarios privados	Buenas, con alto potencial para la restauración	N.A.	En curso, esfuerzo de restauración para mejorar y aumentar el hábitat en los humedales El Indio
Líndero Internacional Norte al lindero sur (toda la sección limítrofe), lados mexicano y estadounidense del río en el corredor ripario	Conservar y restaurar el hábitat ripario; evaluar la viabilidad de designar tierras en la zona limítrofe como refugios internacionales de vida silvestre, como lo propuso la etnia cocopah	Información disponible sobre cobertura de vegetación y aves; se requiere comprensión de los derrames administrativos a través de la Presa Morelos; es necesario conocer la capacidad de transporte del canal	Sin protección; las principales son pérdida de vegetación por desmonte o disminución del manto freático	Excelentes, con vegetación y áreas de lagunas	N.A.	Un refugio de fauna silvestre ayudaría a proporcionar hábitat para aves migratorias de los humedales y hábitat ripario para aves migratorias neotropicales cantoras; todas forman parte de la Ruta Migratoria del Pacífico
Ciénega de Santa Clara	Preservar vegetación y hábitat para la fauna silvestre (especialmente el hábitat de humedal); establecer flujos permanentes hacia el humedal	Interacción con aguas subterráneas; evaluación de impactos bajo un cambio en la afluencia y calidad del agua	Protegida como parte de la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera	Excelentes condiciones de tule y lagunas de aguas someras	N.A.	
Área intermareal superior, 10 millas arriba y 20 millas abajo de la confluencia de los ríos Hardy y Colorado	Administrar los flujos a fin de maximizar la productividad del estuario, el hábitat para crianza de macro invertebrados, peces de importancia para las pesquerías, y la cadena alimenticia para mantener a las aves migratorias de los humedales	Se necesita elaborar un modelo hidrológico para evaluar desbordamientos; se requiere información sobre gradiente ripario y salinidad río arriba, mantenimiento y transporte de detritos en el área intermareal; necesario estudiar los efectos del agua dulce en el hábitat de crianza	Una porción está protegida como parte de la Reserva de la Biosfera	Flujos constantes insuficientes para mantener regímenes de salinidad productivos e inundaciones periódicas a fin de transportar materiales con detritos orgánicos para su incorporación en la cadena alimenticia del estuario	No, aunque algunas especies de peces e invertebrados son endémicos del Alto Golfo	

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
VEGETACIÓN y HÁBITATS TERRESTRES						
Limítrofe	Proteger y extender los bosques de álamos y sauces	Información disponible sobre cobertura de vegetación y aves	Ninguna, límite internacional	Alta densidad de sauces, importante para la conectividad	No, pero todas son especies nativas esenciales	Sitio de alta prioridad debido a la existencia de amenazas
San Luis-Puente del Ferrocarril	Proteger y extender las áreas riparias de álamos y sauces	Se necesita información sobre vegetación, calidad del agua y morfología del canal	Sin protección; administrada por la CNA con tierras agrícolas de propiedad privada	Sumamente modificado; la parte sur muestra intensa regeneración de árboles riparios nativos; número importante de árboles riparios de edad mediana y áreas con vegetación incipiente		Excelentes condiciones de morfología del canal para la regeneración de árboles nativos; la calidad del agua es mejor en este tramo que río abajo, numerosas oportunidades para la restauración riparia en la parte sur
Ferrocarril-Río Hardy	Proteger y restaurar bosques de álamos y sauces, humedales de marismas, y mezquites	Se necesita información sobre vegetación, calidad del agua y morfología del canal	Sin protección, terrenos administrados por la CNA	Sumamente modificado, pero de valor debido a que aún posee “flujos naturales” de drenaje agrícola; aguas subterráneas poco profundas	No, pero hay especies nativas presentes	En el área entre el puente del ferrocarril y el cruce del vado Carranza existen algunos humedales de marisma con lagunas y poco flujo del río; la planicie de inundación y la morfología del canal ofrecen considerables posibilidades de regeneración; las amenazas incluyen manejo de inundaciones, alineación del canal, falta de flujos, deterioro de la calidad del agua, tala de árboles antes de que alcancen la madurez e incendios
Río Hardy	Restaurar marismas y mezquital; mantener flujo del río y mejorar calidad del agua; incrementar bosque de álamos y sauces	Algo de información sobre aves; se requiere información sobre vegetación, aves, hidrología de flujos superficiales y subterráneos, peces y calidad del agua	Sin protección	Difícil mantener álamos y sauces debido a la alta salinidad de agua y suelo; buena área para aves playeras; en la parte sur predomina el pino salado, de valor desconocido para humanos y fauna silvestre	No, pero especies nativas presentes	Enormes cantidades de vegetación, principalmente pino salado; humedales semi-permanentes; muchas oportunidades de restauración de mezquite, álamos y sauces si se garantiza agua dulce adicional para el río
Ciénega de Santa Clara	Mantener por lo menos las condiciones actuales	Se necesita monitoreo ya que la vegetación es dinámica y no se han estudiado los cambios	Protegido como parte del núcleo de la Reserva de la Biosfera	Buena; tules muy viejos y con crecimiento excesivo	Sí, pasto salado y pez perrito del desierto	La Ciénega está conectada a los humedales El Doctor y juntos conforman los humedales de agua dulce más grandes del Desierto Sonorense

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
VEGETACIÓN y HÁBITATS TERRESTRES (continúa)						
Humadales El Indio	Reestablecer la vegetación nativa del humedal (mezquite, tules y pasto salado)	Se requiere mapa detallado de vegetación; determinar hidrología incluyendo fuentes y calidad de agua; evaluar el valor de la fauna silvestre	Protegido por la Reserva de la Biosfera	Altamente modificado con muchos pinos salados y tules	No, pero hay especies nativas presentes	Todo el flujo de agua es efímero (proveniente de drenaje agrícola)
Estanques de Cerro Prieto	Mantener las condiciones existentes en los estanques	Alguna información sobre aves y metales pesados	De propiedad privada, protegidos desde el exterior	Excelente pero inestable dado que fueron creados y son administrados por el hombre	Sí, pez perrito del desierto	La población más extensa del pez perrito del desierto habita en los estanques
Humadales El Doctor	Conservar los humadales y las áreas circundantes en terrenos elevados con vegetación nativa	Buena en cuanto a aves que utilizan estos humadales; alguna información sobre metales pesados; y sólo información limitada sobre hidrología	Protegido como parte del núcleo de la Reserva de la Biosfera	Excelente	Sí, para el pez perrito del desierto; plantas muy diseminadas, principalmente especies nativas	La combinación de lagunas con especies de plantas de humadales es muy importante; pozos y manantiales a lo largo de la falla; los manantiales son importantes refugios para el pez perrito del desierto y aves neotropicales; últimas muestras de especies nativas de flora del Delta, casi en su totalidad; la principal amenaza es el pastoreo del ganado

Nombre del objetivo	Meta del objetivo	Estado actual de la información	Situación jurídica	Condición del objeto	El objeto ¿es endémico?	Información adicional acerca del objeto
VEGETACIÓN y HÁBITATS TERRESTRES (continúa)						
Pasto salado (<i>Distichlis palmerii</i>)	Proteger el pasto salado del área en la desembocadura del Río Colorado; reestablecer flujos de agua dulce que permitan la germinación	Escasa; necesarios conocimientos básicos y sobre cambios en la cobertura de áreas de pasto salado en el Alto Golfo; el trabajo de Zamora Arroyo <i>et al.</i> (2002) ofrece algunos datos	Protegido como parte del núcleo de la Reserva de la Biosfera	Comunidad estable, pero necesita flujos del río que permitan la germinación	Sí, para el Alto Golfo	El pasto salado es uno de los principales biorrecursos de México, es esencial para la estabilización de las márgenes; la etnia Cucapá lo cosechaba como alimento
Humedales de la Mesa de Andrade	Conservar marismas y humedales riparios	Buena para tipos de hábitat y aves; alguna información sobre hidrología de aguas subterráneas	Se desconoce, aparentemente terrenos de propiedad privada	Excelente, mezcla de marisma (lagunas, pasto salado y tule) con hábitat de vegetación riparia (mezquite)	Hábitat de oasis único en el Delta	Depende de la infiltración de agua del Canal Todo Americano
Mesa de Sonora	Conservar el hábitat existente		Protegido como parte de la Reserva de la Biosfera	Excelente, con vegetación efímera en estado prístino; alta riqueza en especies		Muy importante, ya que se encuentra mayormente en su estado original; número mínimo de especies invasoras; las amenazas incluyen tráfico de vehículos en las dunas
Tierras agrícolas abandonadas	Restaurar hábitat ripario y de terrenos elevados	Escasa; se requieren datos sobre propiedad de la tierra y aguas subterráneas; el área parece estar llena de chamizo (<i>Atriplex lentiformes</i>)	Sin protección; tierra agrícola abandonada		N.A.	Grandes posibilidades de restauración para mezquite (<i>Prosopis glandulosa</i> y <i>Prosopis pubescens</i>), chamizo (<i>Atriplex lentiformes</i>) y humedales de agua dulce

Apéndice 3: Aves objeto de conservación

Tomado del Programa de conservación para las aves del Delta del Río Colorado, Pronatura Noroeste

Se eligieron objetos de conservación de aves a fin de definir las recomendaciones de manejo para la conservación de la avifauna y sus hábitats en el Delta del Río Colorado. Estos objetivos establecen los lineamientos para la definición de prioridades de conservación, ya que fueron definidos como grupos de aves con requerimientos de hábitat similares, por lo cual comparten presiones y necesidades similares. Se ha elaborado una lista completa de todas las especies y de las especies focales dentro de cada grupo para afinar aún más las implicaciones del manejo del hábitat y facilitar los esfuerzos de monitoreo y evaluación.

La lista final de objetos de conservación incluye siete grupos de aves:

- Aves de marismas
- Aves acuáticas coloniales
- Aves ribereñas
- Aves migratorias terrestres
- Aves migratorias acuáticas
- Comunidad aviar del pasto salado
- Comunidad aviar de la zona marina

A V E S D E M A R I S M A S

Estas aves dependen mayormente de la vegetación incipiente de las marismas de aguas dulce y salobre. Las especies focales para este objeto de conservación son el palmoteador de Yuma, el ralito negro, la garcita del tular y el rascón limícola. La meta general para este objetivo es mantener un sistema dinámico de áreas de marismas en el Delta del Río Colorado que garantice la preservación de estas aves. Entre las metas específicas se incluye la conservación de las marismas existentes (Ciénega de Santa Clara y El Doctor), la restauración o mejoramiento de las áreas degradadas (ríos Hardy y Colorado), el control de la

expansión del pino salado y proteger a las marismas del ganado. El palmoteador de Yuma es endémico de la cuenca baja del Río Colorado y del Delta, y está clasificado como especie en peligro de extinción en Estados Unidos y como especie amenazada en México (Eddleman y Conway, 1998; DOF, 2002). El ralito negro está clasificado en peligro de extinción en México y en California, y es una especie candidata a ingresar en la lista de Estados Unidos (California Department of Fish and Game, 1999; DOF, 2002).

Lista comentada de aves de marismas

ARDEIDAE – GARZAS Y AVETOROS

Garcita de tular (*Ixobrychus exilis*) - Least Bittern. En temporada de reproducción, residente común en la Ciénega de Santa Clara; poco común en los ríos Hardy y Colorado, y en los humedales de la Mesa de Andrade (Hinojosa Huerta *et al.*, 2002b).

RALLIDAE – RASCONES

Polluela negra, ralito negro (*Laterallus jamaicensis coturniculus*) - California Black Rail. En temporada de reproducción, residente poco común en la Ciénega de Santa Clara y El Doctor, con una población menor a 50 parejas (Hinojosa Huerta *et al.*, 2001b). Subespecie clasificada en peligro de extinción en México (DOF, 2002) y como taxón prioritario para la conservación en Estados Unidos (California Department of Fish and Game, 1999). Se detectaron aves aisladas en la laguna El Indio (25 de mayo, 2001), en el Río Hardy (30 de mayo, 2001), en el Río Colorado (9 de junio, 2002) y en un canal del ejido Luis Encinas Johnson (13 de junio, 2002).

Rascón picudo de Arizona, palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*) - Yuma Clapper Rail. En temporada de reproducción, residente común en la Ciénega de Santa Clara, con una población estimada en más de 4,850 individuos (Hinojosa Huerta *et al.*,

2001a). Poco común en otras áreas de humedales, entre ellas los ríos Hardy y El Mayor, El Doctor, la corriente principal del Río Colorado, las marismas del Canal Todo Americano y a lo largo de todos los drenes agrícolas del Valle de Mexicali. Subespecie endémica de la cuenca baja del Río Colorado y del Delta, clasificada como especie amenazada en México (DOF, 2002) y en peligro de extinción en Estados Unidos (Eddleman y Conway, 1998).

Rascón limícola (*Rallus limicola*) - Virginia Rail. En temporada de reproducción, residente común en la Ciénega de Santa Clara y El Doctor, cuyo número aumenta con los visitantes de invierno. En época reproductiva, especie poco común en los ríos Hardy y Colorado. Se encuentra bajo protección especial en México (DOF, 2002).

AVES ACUÁTICAS ANIDANTES

Este objeto de conservación incluye especies de aves acuáticas que se reproducen en grupos (colonias o semicolonias) en el Delta del Río Colorado. Entre ellas se encuentran 14 especies de tres familias: ardeidae, charadriidae y laridae. Las principales áreas de reproducción para estas aves son Isla Montague, Cerro Prieto y las salinas de El Doctor y la Ciénega de Santa Clara (Mellink *et al.*, 1996; Molina y Garrett, 2001; Peresbarbosa y Mellink, 2001). También se encuentran importantes colonias de garzas en algunos drenes del Valle de Mexicali (Mellink *et al.*, 2002). Las especies focales para este objetivo de conservación son el gallito piquigruoso, la gaviota reidora, el chorlito nívoo, el rayador americano y la garza nívoo.

La meta de conservación para este objeto es mantener áreas adecuadas de anidación, descanso y alimentación para dichas especies en el Delta del Río Colorado. Uno de los principales propósitos de conservación es proteger las áreas de reunión muy localizadas y proteger a las colonias de depredadores y perturbaciones antropogénicas.

Lista comentada de aves acuáticas anidantes

ARDEIDAE – GARZAS Y AVETOROS

Garza nívoo (*Egretta thula*) - Snowy Egret. En temporada de reproducción, residente común en Isla Montague, Cerro Prieto (Molina y Garrett, 2001; Palacios y Mellink, 1992) y algunas colonias de garzas en los álamos y pinos salados del Valle de Mexicali (Mellink *et al.*, 2002). Visitante común del Delta del Río Colorado y los humedales costeros.

CHARADRIIDAE – CHORLITOS

Chorlito nívoo (*Charadrius alexandrinus nivosus*) - Snowy Plover. En temporada de reproducción, residente poco común en las salinas de El Doctor, la Ciénega de Santa Clara y los estanques de Cerro Prieto. Las poblaciones occidentales han disminuido desde la década de 1920 (Powell, 1998). Esta especie está clasificada como amenazada en México (DOF, 2002) y en peligro de extinción en Estados Unidos (Powell, 1998).

LARIDAE – PÁGALOS, GAVIOTAS, GOLONDRINAS DE MAR Y RAYADORES

Gaviota reidora (*Larus atricilla*) - Laughing Gull. En temporada de reproducción, especie bastante común en Isla Montague (Palacios y Mellink, 1992) y Cerro Prieto (Molina y Garrett, 2001). Visitante muy común en verano y raro en invierno, en toda la región.

Gallito piquigruoso (*Sterna nilotica vanrossemi*) - Gull-billed Tern. El estado de la subespecie occidental *vanrossemi* es incierto, pero probablemente su número esté disminuyendo. Se encuentra bajo consideración para incluirse en la lista de especies en peligro de extinción en Estados Unidos (Parnell *et al.*, 1995). En temporada de reproducción, especie común en Isla Montague y los estanques de Cerro Prieto. Visita asiduamente la corriente principal del Río Colorado, el Río Hardy, canales y drenes en busca de alimento. Estas colonias,

junto con la población del Mar Salton, constituyen el bastión de la especie en su área de distribución septentrional (Molina y Garrett, 2001).

Golondrina marina mínima (*Sterna antillarum*) - Least Tern. En temporada de reproducción, especie poco común, con colonias en Isla Montague, El Doctor y los humedales costeros al norte de San Felipe y Puerto Peñasco (Palacios y Mellink, 1996). Visitante no muy común en primavera y verano en otros humedales y áreas costeras; ave transitoria casual en otoño y visitante de la costa en invierno (Russell y Monson, 1998). Especie bajo protección especial en México (DOF, 2002).

Rayador Americano (*Rhynchops niger*) - Black Skimmer. En época de reproducción, especie común en Isla Montague (Peresbarbosa y Mellink, 1994) y Cerro Prieto (Molina y Garrett, 2001). Ave transitoria bastante común y visitante de la costa en invierno, particularmente en El Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco.

AVES RIBEREÑAS

Este objeto de conservación incluye aves que se reproducen en zonas ribereñas, con énfasis especial en especies que dependen del hábitat ribereño para la anidación. Las especies elegidas comprenden una gran variedad de tipos de hábitat, desde bosques de álamos y sauces maduros hasta mezquiales, arboledas de sauces colonizadores jóvenes, chamizo y cachanilla. El propósito de esta selección es ofrecer una base para la restauración y el mantenimiento de un sistema ribereño diverso y ecológicamente funcional en el Delta.

La meta de este objeto es proteger el hábitat de estas aves, particularmente alamedas y sauzales, pero también los mezquiales que ocupan las terrazas en la planicie de inundación. Es importante mantener el follaje (estructura de la vegetación) y la heterogeneidad de especies en la planicie del Río Colorado, así como mantener la conectividad y grandes tramos de hábitat. El área objetivo abarca la planicie de inundación del río, delimitada por

el sistema de diques que atraviesa el Valle de Mexicali, se inicia al norte en la Presa Morelos y se extiende hasta la confluencia de los ríos Hardy y Colorado.

Las especies focales para este objeto abarcan 18 aves de 13 familias. Esta lista incluye especies que en temporada de reproducción fueron residentes comunes en el Río Colorado en México, pero que se han extinguido, como por ejemplo el mosquero saucero, el pijijí canelo y la tångara roja. También incluye algunas especies que, en época reproductiva, actualmente son raros u ocasionales en la región, tales como el cuco piquiamarillo y el viro de Bell. También se encuentran en la lista especies que han regresado o que han incrementado su número en respuesta a la repoblación de la vegetación en la planicie de inundación y algunas poblaciones de especies que siguen siendo comunes, pero cuyas fluctuaciones indican la salud del ecosistema. El estado de muchas de estas especies apenas se está determinando y todavía es incierto en algunos casos.

Lista comentada de aves ribereñas

ANATIDAE – PATOS, GANSOS Y CISNES

Pijijí canelo (*Dendrocygna bicolor*) - Fulvous Whistling Duck. En temporada de reproducción, antiguo residente en el Río Colorado (Bancroft, 1922; van Rossem, 1945), pero no existen registros recientes. Después del periodo reproductivo pueden encontrarse visitantes procedentes de las áreas de anidamiento del Valle Imperial en el Río Colorado y del Valle de Mexicali (Patten *et al.*, 2001).

ACCIPITRIDAE – HALCONES, MILANOS Y ÁGUILAS

Águila pescadora (*Pandion haliaeetus*) - Osprey. En temporada de reproducción, residente poco común a lo largo del Río Colorado. Fuera del periodo reproductivo, residente bastante común en todo el Delta y las áreas costeras.

CUCULIDAE – CUCOS Y CORRECAMINOS

Cuco piquiamarillo (*Coccyzus americanus occidentalis*) - Yellow-billed Cuckoo. Las poblaciones

occidentales han disminuido drásticamente (Hughes, 1999) y la subespecie está casi extinta en el Delta del Río Colorado. Registros recientes durante la temporada reproductiva (un par en julio de 1995, Patten *et al.*, 2001; un individuo en junio de 2000; dos pares en julio de 2001; dos machos cantores en junio de 2002; y seis machos cantores en 2003) sugieren que los cucos podrían anidar en los manchones ribereños restaurados del Río Colorado. Se está considerando la inclusión de la subespecie occidental en la lista de especies en peligro de extinción de Estados Unidos (U.S. Fish and Wildlife Service, 2001).

STRIGIDAE – BÚHOS

Tecolote occidental (*Otus kennicottii*) - Western Screech Owl. Antiguamente, especie abundante en el Río Colorado, en temporada de reproducción (Russell y Monson, 1998); en la actualidad, residente poco común durante dicho periodo.

PICIDAE – CARPINTEROS

Carpintero collarajo desértico (*Colaptes chrysoides*) - Gilded Flicker. Antiguamente, residente poco común en los ríos Hardy y Colorado (Grinnell, 1928), pero no existen registros recientes.

TYRANNIDAE – MOSQUEROS

Mosquero saucero, papamoscas saucero (*Empidonax traillii*) - Willow Flycatcher. La subespecie en peligro de extinción *E. t. extimus* anteriormente se reproducía a lo largo de los ríos Colorado y Hardy (Unitt, 1984). Desde 1928, no se ha detectado actividad reproductiva alguna, a pesar de haberse realizado estudios extensivos entre 1998 y 2003 (García Hernández *et al.*, 2001; Hinojosa Huerta *et al.*, 2002a).

Brasita, mosquero cardenal, pájaro bule, chapaturrín (*Pyrocephalus rubinus flammeus*) - Vermilion Flycatcher. En temporada de reproducción, residente bastante común en las áreas ribereñas de los ríos Colorado y Hardy, y en la laguna El Indio. Apparentemente casi extinta en el Delta del Río Colorado durante su temporada reproductiva (Patten *et al.*, 2001),

aunque la población local ha aumentado probablemente debido a la repoblación de vegetación en las áreas ribereñas, como respuesta al caudal de alimentación.

Copetón gorjicenizo (*Myiarchus cinerascens*) - Ash-throated Flycatcher. En temporada de reproducción, especie poco común en el Río Colorado. Ave transitoria común y visitante poco frecuente en invierno.

VIREONIDAE – VIREOS

Vireo de Bell (*Vireo bellii*) - Bell's Vireo. Antiguamente era una especie común en el Río Colorado durante la temporada reproductiva (Rosenberg *et al.*, 1991); en la actualidad su presencia durante el periodo de reproducción es escasa en los manchones ribereños que quedan en el Río Colorado. Especie transitoria poco común en primavera en El Doctor y el Río Colorado.

MIMIDAE – SINSONTES Y CUITLACOCHE

Cuitlacoche crisal (*Toxostoma crissale*) - Crissal Thrasher. En temporada de reproducción, especie residente bastante común en el Río Colorado.

PARULIDAE – CHIPES

Chipe de Lucy (*Vermivora luciae*) - Lucy's Warbler. Anteriormente era una especie común en todo el Delta, en época de reproducción (Russell y Monson, 1998), pero no existen registros recientes. Escasa presencia transitoria en el Río Colorado y El Doctor.

Chipe amarillo (*Dendroica petechia*) - Yellow Warbler. Anteriormente era un residente común en el Delta del Río Colorado durante el periodo reproductivo (Grinnell, 1928; van Rossem, 1945); en la actualidad es un visitante raro en verano, cuya reproducción no está confirmada. Especie transitoria común en El Doctor y el Río Colorado. Visitante poco común en invierno, con sólo un registro en Mexicali (Patten *et al.*, 2001).

Gritón pechiamarillo (*Icteria virens*) - Yellow-breasted Chat. En época de reproducción, especie poco común en los ríos Hardy y Colorado. Ave transitoria poco común en primavera y otoño en el matorral desértico costero, El Doctor y el Río Colorado.

THRAUPIDAE – TÁNGARAS

Tángara roja (*Piranga rubra*) - Summer Tanager. Anteriormente, especie común en los ríos Hardy y Colorado durante el periodo reproductivo (Grinnell, 1928; Miller *et al.*, 1957), pero no se ha documentado ninguna actividad reproductiva reciente. Sólo existen dos registros recientes: una hembra en el Río Hardy, en abril de 1984 (Patten *et al.*, 2001) y un macho en el Río Colorado, en septiembre de 1999 (van Riper III *et al.*, 1999).

EMBERIZIDAE – TOQUÍES, GORRIONES Y ESCRIBANOS

Gorrión cantor (*Melospiza melodia*) - Song Sparrow. En época de reproducción, residente común en todo el Delta del Río Colorado.

CARDINALIDAE – CARDENALES

Picogrueso azul (*Guiraca caerulea*) - Blue Grosbeak. En periodo reproductivo, especie común en las áreas ribereñas del Río Colorado.

ICTERIDAE – MIRLOS

Bolsero de Bullock (*Icterus bullockii*) - Bullock's Oriole. En época de reproducción, común a lo largo del Río Colorado. Presencia transitoria común en Puerto Peñasco, Río Sonoyta y El Doctor.

AVES MIGRATORIAS TERRESTRES

Este objeto de conservación incluye especies de aves terrestres que se reproducen en Estados Unidos y Canadá e invernán en el sur de México y Centro América, y para las cuales

el Delta del Río Colorado representa una escala importante a lo largo de su migración rumbo al norte. La meta de este objetivo es mantener un mosaico continuo de corredores ribereños, arbustos desérticos y bosques micrófilos que son utilizados por estas aves en su migración de primavera a través del Gran Desierto, la región del Alto Golfo y el Delta del Río Colorado. Esta meta también beneficia a los migrantes otoñales y a las especies que pasan el invierno en el Delta del Río Colorado. Muchas de estas especies de aves migratorias terrestres también se benefician con las metas y las recomendaciones de manejo para las aves ribereñas.

Las especies focales de este objeto incluyen diez aves de siete familias. Como en el caso de las aves ribereñas, en esta selección se ha incluido una variedad de aves que abarca distintos requerimientos de hábitat. No obstante, se ha puesto énfasis en las especies migratorias más comunes a fin de contar con una muestra de tamaño suficiente para obtener resultados significativos sobre tendencias y supervivencia durante los esfuerzos de monitoreo.

Lista comentada de aves migratorias terrestres

TROCHILIDAE – ZUMBADORES

Zumbador rufo (*Selasphorus rufus*) - Rufous Hummingbird. Ave transitoria poco común en primavera y escasa en otoño en áreas costeras, Pinacate y Delta del Río Colorado.

TYRANNIDAE – MOSQUEROS

Mosquero saucero, papamoscas saucero (*Empidonax traillii*) - Willow Flycatcher. Los mosqueros sauceros occidentales (*E. t. adastus*, *E. t. brewsteri* y *E. t. extimus*) son aves migratorias comunes durante primavera (de mayo a mediados de junio) y otoño (de agosto a principios de octubre), notables en El Doctor y los sauzales del Río Colorado.

Mosquero occidental (*Empidonax difficilis*) - Pacific Slope Flycatcher. Es el mosquero migratorio más abundante en el Delta del Río Colorado, sobre todo en primavera. Abunda en El Doctor desde mediados de marzo hasta mediados de mayo.

VIREONIDAE –VIREOS

Vireo gorgojeador (*Vireo gilvus*) - Warbling Vireo. Ave muy abundante en otoño y transitoria en primavera en El Doctor y los ríos Colorado y Sonoyta.

REGULIDAE – REYEZUELOS

Reyezuelo sencillo (*Regulus calendula*) - Ruby-crowned Kinglet. Visitante común en invierno en toda la región.

TURDIDAE – ZORZALES

Zorzalito de Swainson (*Catharus ustulatus*) - Swainson's Thrush. Ave transitoria común en primavera y poco común en otoño en El Doctor, el Río Colorado y el matorral desértico costero.

PARULIDAE – CHIPES

Chipe amarillo (*Dendroica petechia*) - Yellow Warbler. Ave transitoria común en El Doctor y los ríos Colorado y Sonoyta. Visitante excepcional en invierno, con sólo dos registros en Puerto Peñasco (Russell y Monson, 1998) y uno en Mexicali (Patten *et al.*, 2001).

Chipe rabadilla amarilla (*Dendroica coronata*) - Yellow-rumped Warbler. Ave transitoria común y residente invernala en el Delta del Río Colorado, Río Sonoyta, Pinacate y el matorral desértico costero.

Chipe de Wilson (*Wilsonia pusilla*) - Wilson's Warbler. El más abundante de los chipes migratorios. Ave transitoria común en primavera y otoño en todo el matorral desértico costero, El Doctor y los ríos Sonoyta y Colorado.

THRAUPIDAE – TÁNGARAS

Tángara occidental (*Piranga ludoviciana*) - Western Tanager. Común en primavera y transitorio en otoño a lo largo del matorral desértico costero, El Doctor y los ríos Sonoyta y Colorado.

COMUNIDAD DE AVES DEL PASTO SALADO

Este objeto de conservación incluye aves que dependen o que comúnmente utilizan las áreas de pasto salado del Delta del Río Colorado, en particular el pasto salado endémico (*Distichlis palmerii*). Este tipo de pasto cubre las márgenes del río cerca de su confluencia con el Alto Golfo y también cubre un área importante de la Isla Montague (Glenn *et al.*, 2001). La meta es mantener las áreas de pasto salado endémico remanentes en el Delta.

Una gran variedad de aves utiliza esta área, pues provee alimento y material para anidar, en donde no crece ningún otro tipo de vegetación. Entre las aves de esta área se encuentran gansos, patos, aves playeras, garzas y garcetas, gaviotas y golondrinas de mar, así como el gorrión sabanero de pico largo, endémico de esta región, residente dependiente de las áreas de pasto salado del Delta, y ave sujeta a protección especial en México (DOF, 2002). Como tal, dicha ave fue elegida como la única especie focal para este objeto de conservación, puesto que su conservación garantiza la preservación de las áreas de pasto salado en beneficio de otras especies de fauna silvestre.

El pasto salado puede sobrevivir con agua salada, pero requiere de agua dulce para reproducirse sexualmente y germinar (Felger, 2000). Por ello, su distribución se ha reducido de manera considerable. Las poblaciones del gorrión sabanero de pico largo también han disminuido, como se ha observado en la costa de California, en donde pasa el invierno (Unitt, 1984) y en sus áreas de reproducción (Mellink y Ferreira Bartrina, 2000), aunque su abundancia y tendencias actuales se desconocen. A pesar de que la totalidad del área cubierta por el pasto salado endémico está protegida dentro del núcleo de la Reserva de la Biosfera, su principal amenaza se origina aguas arriba.

Lista comentada de la comunidad aviar del pasto salado

Gorrión sabanero (*Passerculus sandwichensis*) - Savannah Sparrow. Visitante común en invierno en toda la región. El gorrión sabanero de pico largo (*P. s. rostratus*) se reproduce comúnmente en Isla Montague, Cerro Prieto, Ciénega de Santa Clara, El Doctor y las marismas

saladas costeras, aunque está amenazado y su número esta disminuyendo (Mellink y Ferreira Bartrina, 2000). Es una subespecie que se encuentra bajo protección especial en México (DOF, 2002).

COMUNIDAD DE AVES DE LA ZONA MARINA

Este objeto de conservación incluye aves que dependen de las áreas marinas abiertas del Alto Golfo de California, en particular en cuanto a zonas para alimentación, dispersión posreproductiva e invernación. La meta de este objetivo es mantener la red alimenticia productiva en estas áreas marinas que mantienen una diversidad de aves y otra fauna silvestre.

Las especies focales para este grupo comprenden seis especies de cuatro familias: colimbo común, pelícano café, zambullidor orejudo, gaviota de Heermann, gaviota piquianillada y golondrina marina de Forster. Todas estas especies son visitantes comunes de la región fuera de la temporada reproductiva (Patten *et al.*, 2001; Hinojosa Huerta *et al.*, en prensa) y las fluctuaciones de su población podrían utilizarse como indicador de la salud de estas áreas marinas. Algunas aves acuáticas anidantes utilizan la zona marina para alimentarse, por lo cual también se beneficiarían con los esfuerzos de conservación.

Aunque las zonas marinas están incluidas ya sea como parte del núcleo o de las zonas de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera, existen en estas áreas varias amenazas para la avifauna; no obstante, la información sobre su magnitud e impacto es limitada. En particular, la magnitud de las pesquerías comerciales podría estar afectando a las poblaciones de aves marinas, al igual que la reducción de los flujos de agua dulce.

Lista comentada de la comunidad aviar de la zona marina

GAVIIDAE – COLIMBOS

Colimbo común (*Gavia immer*) - Common Loon. Visitante común en invierno y migratorio (primavera y otoño) en el Golfo. Visitante casual en verano en aguas de Puerto Peñasco, Ciénega de Santa Clara y Cerro Prieto.

PODICIPEDIDAE – ZAMBULLIDORES

Zambullidor orejudo (*Podiceps nigricollis*) - Eared Grebe. Visitante común en invierno en toda la región. Residente poco común en verano en la Ciénega de Santa Clara y Cerro Prieto, pero no se ha documentado actividad reproductiva alguna.

PELECANIDAE – PELÍCANOS

Pelícano café (*Pelecanus occidentales*). Brown Pelican. Fuera de temporada reproductiva, visitante común en toda el área costera y marina, durante todo el año. Tierra adentro es un visitante regular pero poco común en verano en Cerro Prieto y el Río Hardy, excepcional durante el invierno.

LARIDAE – PÁGALOS, GAVIOTAS, GOLONDRINAS DE MAR Y RAYADORES

Gaviota de Heermann (*Larus heermanni*) - Heermann's Gull. Fuera de temporada reproductiva, visitante común de la parte norte del Golfo, durante todo el año. Especie sujeta a protección especial en México (DOF, 2002).

Gaviota piquianillada (*Larus delawarensis*) - Ring-billed Gull. Ave transitoria común en invierno en toda la región; fuera de la época de reproducción, menos numerosa en verano, especialmente en el Delta del Río Colorado.

Golondrina marina de Forster (*Sterna forsteri*) - Forster's Tern. En época de reproducción, especie poco común en Cerro Prieto (Molina y Garrett, 2001). Visitante común en toda la región, durante todo el año.

AVES MIGRATORIAS ACUÁTICAS

Este grupo comprende especies de aves acuáticas que pasan el invierno en el Delta del Río Colorado o que se detienen ahí durante su migración. Se ha puesto énfasis en especies de

aves acuáticas y playeras que cada año se encuentran por cientos de miles en el Delta. La meta de este objeto de conservación consiste en garantizar que los humedales del Delta continúen proveyendo hábitat para estas especies.

Las especies focales para este objetivo incluyen 13 aves de cuatro familias: pelecanidae, anatidae, charadriidae y scolopacidae. Estas especies fueron seleccionadas para cubrir los principales tipos de hábitats acuáticos en el Delta, así como para incluir a las especies más representativas del grupo. A escala continental, las poblaciones de aves migratorias acuáticas han disminuido a causa de la pérdida de humedales y sus hábitats se encuentran amenazados y siguen disminuyendo (Kushlan *et al.*, 2002).

La pérdida de humedales en el Delta ha afectado drásticamente la abundancia de aves acuáticas que pasan el invierno en la región. Cientos de miles de patos y gansos de al menos 26 especies solían visitar la región en invierno (Kramer y Migota, 1989), pero el hábitat para las aves acuáticas que invernan ha quedado reducido a algunos miles de hectáreas durante los años secos del Delta (Glenn *et al.*, 1996). Conteos recientes realizados durante estudios aéreos en invierno calculan en cerca de 50,000 los individuos durante años húmedos (1993-1994) y poco más de 4,000 durante años secos (1995-1996) (U.S. Fish and Wildlife Service, 2001). Se han restaurado y mantenido humedales en lugares críticos, en especial en la Ciénega de Santa Clara y el Río Hardy, proveyendo así más de 8,000 hectáreas de hábitat para aves acuáticas, mismo que ahora sostiene a decenas de miles de individuos cada año (Hinojosa Huerta *et al.*, en prensa).

Dados los impactos acumulativos en estas especies, el Delta del Río Colorado representa una gran oportunidad para su conservación y recuperación. Esto es particularmente importante para las aves playeras, en especial en la desembocadura del Río Colorado y la Ciénega de Santa Clara. Cada año, más de 150,000 aves playeras de 32 especies visitan el Delta (Mellink *et al.*, 1997; Morrison *et al.*, 1992). Es por ello que el Delta forma parte de la Red de Reservas de Aves Playeras del Hemisferio Occidental (Western Hemisphere Shorebird Reserves Network, 1993) y también constituye un humedal de importancia internacional en la Convención de Ramsar (1998). Las poblaciones occidentales del pelíca-

no blanco americano también dependen en gran medida del Delta del Río Colorado durante el invierno y la migración (Patten *et al.*, 2001). En general, el Delta del Río Colorado es una parte esencial de la Ruta Migratoria del Pacífico, necesaria para la conservación de las poblaciones de aves acuáticas a lo largo del occidente de América del Norte (Anderson *et al.*, 2003).

Lista comentada de aves migratorias en el Delta

PELECANIDAE – PELÍCANOS

Pelícano blanco americano (*Pelecanus erythrorhynchos*) - American White Pelican. Visitante bastante común en invierno y primavera en la región del Delta del Río Colorado. Fuera de su periodo reproductivo, visitante poco común en verano.

ANATIDAE – PATOS, GANSOS Y CISNES

Ganso blanco (*Chen caerulescens*) - Snow Goose. Visitante bastante común en invierno en la Ciénega de Santa Clara y campos agrícolas adyacentes, aunque anteriormente era mucho más abundante (Leopold, 1989; Murphy, 1917; Saunders y Saunders, 1981).

Pato chalcuán (*Anas americana*) - American Wigeon. Visitante bastante común en invierno y casual en verano en el Delta del Río Colorado; ave transitoria común en la costa.

Cerceta castaña (*Anas cyanoptera*) - Cinnamon Teal. En época reproductiva, poco común en los ríos Hardy y Colorado y humedales de la Mesa de Andrade (Hinojosa Huerta *et al.*, 2002b). Visitante bastante común en invierno en la Ciénega de Santa Clara y transitorio común en toda la región.

Pato cucharón nortero (*Anas clypeata*) - Northern Shoveler. Visitante común en invierno en la Ciénega de Santa Clara y el Río Hardy. Fuera de su periodo reproductivo, visitante excepcional en verano.

CHARADRIIDAE – CHORLITOS

Chorlo gris (*Pluvialis squatarola*) - Black-bellied Plover. Ave transitoria común y visitante de la Ciénega de Santa Clara, El Doctor y la costa en invierno. Visitante poco común de las mismas áreas en verano.

SCOLOPACIDAE – PLAYERITOS Y FALAROPES

Patamarilla mayor (*Tringa melanoleuca*) - Greater Yellowlegs. Ave transitoria bastante común y visitante del Delta del Río Colorado y la costa en invierno.

Zarapito trinador (*Numenius phaeopus*) - Whimbrel. Visitante común en invierno y transitorio en el Valle de Mexicali, Delta del Río Colorado y áreas costeras. Algunos individuos regularmente pasan el verano en los campos de alfalfa del Valle de Mexicali.

Vuelvepiedras rojizo (*Arenaria interpres*) - Ruddy Turnstone. Ave transitoria bastante común y visitante de las áreas costeras de la parte norte del Golfo en invierno. Visitante casual en Cerro Prieto (Patten *et al.*, 2001).

Playero de marejada (*Aprisa virgata*) - Surfbird. Ave transitoria común en primavera y visitante poco común en invierno en la costa de la parte norte del Golfo.

Playerito occidental (*Calidris mauri*) - Western Sandpiper. Ave transitoria común y visitante en invierno a lo largo del Delta del Río Colorado y áreas costeras.

Costurero piquicorto (*Limnodromus griseus*) - Short-billed Dowitcher. Visitante común en invierno y transitorio en primavera; en otoño, transitorio bastante común. Es más numeroso en la Ciénega de Santa Clara.

Falarapo de Wilson (*Phalaropus tricolor*) - Wilson's Phalarope. Transitorio común en la costa y el Delta del Colorado y puede ser numeroso en Cerro Prieto. Visitante casual en invierno en la parte norte del Golfo.

Colaboradores

PARTICIPANTES

SAÚL ÁLVAREZ BORREGO

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

DANIEL W. ANDERSON

University of California—Davis

LARRY ANDERSON

Utah Division of Water Resources

JAVIER APARICIO MIJARES

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

JUAN CARLOS BARRERA GUEVARA

World Wildlife Fund—Programa Golfo de California

FRANCISCO BERNAL

Comisión Internacional de Límites y Aguas

MARK BRIGGS

Ecólogo especialista en restauración

RICHARD C. BRUSCA

Arizona—Sonora Desert Museum

TOM CARR

Arizona Department of Water

LUIS E. CALDERÓN AGUILERA

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

JOSÉ R. CAMPOY FAVELA

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas—Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

MA. DE LOS ÁNGELES CARVAJAL

Conservation Internacional—Gulf of California Program

JOSÉ LUIS CASTRO RUIZ

El Colegio de la Frontera Norte

MICHAEL COHEN

Pacific Institute

WAYNE COOK

Upper Colorado River Commission

STEVE CORNELIUS

Sonoran Institute

RICHARD CUDNEY

University of Arizona

HORACIO DE LA CUEVA

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

EXEQUIEL EZCURRA

Instituto Nacional de Ecología

RICHARD FELGER

Drylands Institute

KARL W. FLESSA

University of Arizona

MANUEL S. GALINDO BECT

Instituto de Investigación Oceanológicas—Universidad Autónoma de Baja California

JAQUELINE GARCÍA

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

KIMBALL L. GARRET

Natural History Museum of Los Angeles

MEREDITH DE LA GARZA

Pronatura Sonora

ED GLENN

University of Arizona

MÓNICA GONZÁLEZ

Asociación Ecológica de Usuarios del Río Hardy y Colorado

LORRI GRAY

Bureau of Reclamation

LAURA HERBRANSON

Bureau of Reclamation

ALEJANDRO HINOJOSA CORONA

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

OSVEL HINOJOSA HUERTA

Pronatura Sonora y University of Arizona

KATE HUCKELBRIDGE

University of California—Berkeley

SILVIA E. IBARRA OBANDO

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

ANDREA KAUS

University of California Institute for Mexico and the U.S.

STEVEN LATTA

Point Reyes Bird Observatory

ZANE L. MARSHALL

Southern Nevada Water Authority

LAURA MARTÍNEZ

ProEsteros

ROBERTO MEJIA ZERMEÑO

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

ERIC MELLINK BIJTEL

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada

ROBERT MESTA

U.S. Fish and Wildlife Service—Sonoran Joint Venture

KATHY C. MOLINA

University of California—Los Angeles

JANET MONACO

Southern Nevada Water Authority

FRANCISCO OYARZABAL TAMARGO

Consultor

EDUARDO PALACIOS

Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada—Baja California Sur

JAMES R. PEASE

Oregon State University

JENNIFER PITT

Environmental Defense

LORENZO ROJAS BRACHO

Instituto Nacional de Ecología

SUSANA ROJAS GONZÁLEZ DE CASTILLA

Pronatura, A.C.

MARTHA J. ROMÁN RODRÍGUEZ

Instituto del Medio Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora

CHARLIE SANCHEZ, JR.

U.S. Fish and Wildlife Service

SAM F. SPILLER

U.S. Fish and Wildlife Service

REY STENDELL

Salton Sea Science Office

CARLOS VALDÉS CASILLAS

Commission for Environmental Cooperation

FRANCISCO ZAMORA ARROYO

Sonoran Institute

JERRY ZIMMERMAN

Colorado River Board of California

ESPECIALISTAS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

JOSÉ MARIA BELTRÁN

Pronatura Noroeste

MARIA LÓPEZ

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

MARCIA MORENO-BÁEZ

University of Arizona

PAM NAGLER

University of Arizona

IVÁN E. PARRA SALAZAR

World Wildlife Fund—Programa Golfo de California

MIRIAM REZA GAONA

World Wildlife Fund—Programa Golfo de California

EQUIPO DE LOGÍSTICA

ROCÍO BRAMBILA VÁZQUEZ

Coordinadora de Logística

YAMILETT CARRILLO

Pronatura Sonora and University of Arizona

MIRIAM LARA

Pronatura Sonora

CHERYL LORD-HERNÁNDEZ

Sonoran Institute

NORMA RAMOS DELGADO

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

JUAN RIVERA DÍAZ

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

MARTÍN SALGADO

Centro Regional de Investigación Pesquera—Guaymas

GERARDO SÁNCHEZ BON

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo

ENRIQUE ZAMORA

Pronatura Sonora

CRÉDITOS DE LAS FOTOGRAFÍAS E ILUSTRACIONES

ARIZONA GAME AND FISH DEPARTMENT, GEORGE ANDREJKO

28 mosquero saucero del suroeste

CHARLES BERGMAN

portada, 5, 69 papamoscas negro; portada, 47 pez perrito del desierto; portada, ii, 12, 17 garza nívea; 16 delfines; 18 palmoteador de Yuma; 35 zambullidor orejudo; 63 tecolote llanero; 65 final del Río Colorado (parte media); 67 avoceta cuello negro

STEPHEN BUCHMANN

portada, 9, 64 mariposa dama pintada (también en el icono de oportunidades); portada, i, 10, 68 hoja de álamo; portada, 42 flores de palo verde; 20 amapolas mexicanas

JESÚS CAMACHO

61 vaquita

JOSÉ CAMPOY

portada, 38 pelicano blanco; portada, 57 totoaba; 54 curvina golfina

KARL FLESSA

portada 10, 12, 13, 57 almeja del Delta del Río Colorado

HÉCTOR GARCÍA

6 Ciénega de Santa Clara

TOR HANSEN

54 dibujo de totoaba

OSVEL HINOJOSA HUERTA

iv huella de pie en la arena; v huella de mano; 20 (segunda de arriba a la derecha), 40 (arriba a la izquierda) Ciénega de Santa Clara

ED NORTHAM

37 helecho flotante

CHUCK MINCKLEY

44 pez perrito del desierto

TERRY MOODY

portada agua; portada, 53 coral; ii, 45 tule; 9 cráneo de vaquita (también en el icono de amenazas); 12, 19 hoja de álamo; 13 agave fantasma (también en el icono del agua)

MARCIA MORENO BÁEZ

3 Mesa de Andrade (izquierda); 46 Mesa de Andrade (arriba), tules en la Mesa de Andrade (abajo)

JOAQUÍN MURRIETA

31 incendios en el corredor ripario (arriba a la izquierda); 47 Estanques de Cerro Prieto

ED PEMBLETON

iii, 26 corredor ripario del Río Colorado en México; 2 puesta de sol; 4 Río Hardy; 12, 21 Presa Morelos; 41 silueta de pájaro; 58 Golfo de Santa Clara

JENNIFER PITT

6 sesión del taller

JIM RORABAUGH

27 cuco pechiamarillo

BARBARA TELLMAN

49 pino salado

UNIVERSITY OF ARIZONA COOPERATIVE UNIT

43 ralito negro de California

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE

40, 50 palmoteador de Yuma

CARLOS VALDÉS CASILLAS

4 planicie inundable cerca del final del Río Colorado (parte media); Río Hardy; 20 Río Hardy (arriba a la derecha); 22 Presa Morelos; 27 bosque de álamo-sauce; 34 parte alta del Río Hardy, canoa; 64 el Río Colorado durante la inundación de 1998 (izquierda); 14, 66 final del Río Colorado (arriba a la derecha); 71 Río Hardy; 74 Alto Golfo de California

WORLD WILDLIFE FUND

55, 56, 73 Alto Golfo de California

WORLD WILDLIFE FUND, GUSTAVO YBARRA

portada, 14 pelicano; portada, 9, 12, 15, 60, 74 vaquita; 62 vaquita (2a, 3a, 4a de la derecha); 14, 62 Rocas Con-sag; 16 ballena azul; 40 garza nívea; 50 pescador; 52 delfines; 53 botes de pesca a pequeña escala; 59 redes de pesca, ballena azul; 65 flota camaronera (derecha); 66 Bobo café (arriba a la izquierda), ballena azul (en medio)

FRANCISCO ZAMORA ARROYO

1, 2 (derecha) navegación ecoturística en la Ciénega de Santa Clara; 3, 42 Dren Riito, cerca de la Ciénega de Santa Clara (en medio); marisma de la Ciénega de Santa Clara; 4 (izquierda), 30 (izquierda) canal piloto en el corredor ripario en México, 20 marisma de la Mesa de Andrade (arriba a la izquierda); Río Hardy (abajo a la derecha), Río Colorado (abajo a la izquierda), Ciénega de Santa Clara (segunda de arriba a la izquierda); 29 Presa Morelos; 30 Río Colorado a la altura del vado Carranza; 31 puesta de sol en un área de rebalsa en el corredor ripario; 32 Río Colorado, río abajo del puente de ferrocarril (izquierda), tángara occidental (derecha); 36 humedal artificial El Tapón (izquierda), mezquite joven en Campo Guajardo—Río Hardy; 41 Ciénega de Santa Clara; 43 humedales El Doctor (arriba); 44 gritón pechiamarillo; 45 garceta nocturna coroninegra; 46, 72 Mesa de Andrade (en medio).