

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2006-2008

Se puede descargar en la siguiente dirección: http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.

Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 (1999) y modificadas por la Resolución VIII.13 de la 8ª Conferencia de las Partes Contratantes (2002) y Resoluciones IX.1, Anexo B, IX.6, IX.21 y IX. 22 de la 9ª Conferencia de las Partes Contratantes (2005).

1. Nombre y dirección del compilador de la ficha

Dr. Hem Nalini Morzaria Luna
Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.
Edificio Agustín Cortés s/n.
Fraccionamiento Las Conchas.
Puerto Peñasco, Sonora, México.
C.P. 83550
Tel. 638 382 0113 o 15
info@cedointercultural.org
www.cedointercultural.org

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE
RAMSAR.

DD MM YY

2. Fecha

Julio 23, 2008

--	--	--

--	--	--	--	--	--

3. País

México

4. Nombre del sitio Ramsar

Humedales de Bahía Adair

5. Designación de nuevos sitios Ramsar o actualización de los ya existentes

Esta FIR es para:

- a) Designar un nuevo sitio Ramsar

6. Sólo para las actualizaciones de FIR, cambios en el sitio desde su designación o anterior actualización:

NA

7. Mapa del sitio

- a) **Se incluye un mapa del sitio, con límites claramente delineados, con el siguiente formato:**
- i) **versión impresa** (necesaria para inscribir el sitio en la Lista de Ramsar): Si ;
 - ii) **formato electrónico** (por ejemplo, imagen JPEG o ArcView): Si
 - iii) **un archivo SIG con tablas de atributos y vectores georreferenciados sobre los límites del sitio:** Si

b) **Describa sucintamente el tipo de delineación de límites aplicado:** Por ejemplo, el límite coincide con el de un área natural protegida existente (reserva natural, parque nacional, etc.), o sigue una divisoria de captación de aguas, o una divisoria geopolítica como una jurisdicción de un gobierno local, sigue límites físicos como carreteras, una línea de costa o la ribera de un río, etc.

Los Humedales de Bahía Adair se extienden a lo largo de 76 km lineales de costa, desde Punta Borrascoso hasta el Estero La Cholla, e incluyen esteros, salinas y pozas. Los Humedales de Bahía Adair abarcan desde el nivel mas bajo de marea baja, siguiendo la línea de costa, hasta los 20 metros sobre la pleamar máxima (ZFMT), englobando a las marismas, y algunas salinas y pozas y englobando el perímetro de los pozos y salinas que se encuentran fuera de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZFMT). La mayor parte de los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, en la zona de amortiguamiento, y colindan con la Reserva de la Biosfera el Pinacate y Gran Desierto de Altar.

8. Coordenadas geográficas:

Los Humedales de Bahía Adair se extienden desde La Salina (31° 31' 17. 79" N – 114° 07' 26.58" O), cerca de Punta El Borrascoso (31° 29' 27. 52" N – 114° 03' 08.55" O) en la costa hasta el Estero La Cholla (31° 20' 25. 61" N – 113° 35' 55.18" O).

Las coordenadas del centro aproximado del sitio son (31° 34' 38. 49" N – 113° 53' 14.44" O). El mapa oficial del sitio presenta la cartografía básica correspondiente al área mencionada.

9. Ubicación general:

Los Humedales de Bahía Adair y se localizan en la costa noroeste del estado de Sonora, abarcando parte de los municipios de San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco. La costa presenta varios accidentes costeros, en la forma de estuarios negativos o esteros. Estos esteros son conocidos como El Borrascoso, Las Lisas, San Judas, Los Paredones, Cerro Prieto y La Cholla. En esta zona no existen habitantes permanentes, solamente una cooperativa pesquera que no es residente. La ciudad más cercana es Puerto Peñasco, y cuenta con 44,647 habitantes (INEGI, 2005), una de las colonias de esta ciudad se encuentra adyacente al Estero La Cholla. El municipio de San Luis Río Colorado cuenta con 157, 076 habitantes y Puerto Peñasco con 44,875 habitantes (INEGI, 2005). La mayor parte del polígono se encuentra dentro de las inmediaciones de la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

10. Altitud:

La altitud varía entre los 0 y 20 m sobre el nivel del mar. La mayor parte del área se encuentra a nivel del mar.

11. Área:

La superficie total del polígono alcanza las 42,429.77 hectáreas.

12. Descripción general del sitio

Los Humedales de Bahía Adair comprenden tres tipos de hábitats: los esteros, los pozos artesianos y las salinas.

Los esteros se caracterizan por presentar mayor salinidad en su interior que en la boca debido a la alta evaporación y falta de aporte de agua dulce (Glenn et al., 2006). El flujo de las mareas da como resultado una variedad de hábitats, incluyendo canales, marismas, planicies lodosas y salinas hipersalinas. Las marismas están cubiertas por una vegetación arbustiva de halófilas, tal como, *Allenrolfea occidentalis*, *Batis maritima*, *Distichlis palmeri*, *Frankenia salina*, *Monanthochloë littoralis*, *Arthrocnemum subterminalis*, *Suaeda esteroa*, y la endémica *Suaeda puertopenascoa* (Felger, 2000). Esta vegetación es la base de una alta productividad primaria que sostiene una diversa cadena trófica. Los canales y marismas sirven como áreas de desove y alimentación de especies comerciales de pesca (Glenn et al. 2006).

Los esteros mantienen la conectividad entre los ecosistemas terrestres y los acuáticos. En esta interfase se importan y exportan nutrientes y especies, que combinan atributos de ambos ecosistemas, y hacen un ambiente muy rico en nutrientes. Los esteros también sirven como zonas de anidación, descanso y alimentación a aves residentes y migratorias, como parte del Corredor Migratorio del Pacífico (Brusca et al., 2006).

Las zonas de marisma tienden a estar rodeadas de dunas no consolidadas y de planicies lodosas hipersalinas, de origen marino y evaporativo (Ezcurra, 1984). Estas planicies lodosas pueden presentar gruesas costras de sal y carecen de vegetación (Ezcurra et al., 1987). En las orillas de las planicies lodosas hipersalinas se encuentran manantiales artesianos, llamados pozos.

En los pozos aflora el agua dulce acumulada en el extenso acuífero contenido bajo el manto arcilloso de Gran Desierto; en estas zonas la permeabilidad de la capa arcillosa es mayor (Ezcurra, 1984). Los pozos son ecosistemas de alta importancia ecológica pues son el último hábitat disponible para especies adaptadas a sus condiciones particulares y porque proveen de agua dulce para los mamíferos y avifauna de la zona (CONANP, 2007).

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en el Gran Desierto de Altar, uno de los desiertos más áridos y extremos de Norteamérica. El Gran Desierto es demasiado árido incluso para las cactáceas, experto para pequeñas poblaciones de cholla, *Cylindropuntia* spp. (Ezcurra, 1984).

Cada uno de los hábitats que comprenden los Humedales de Bahía Adair presentan flora y fauna peculiar y caracterizada por un alto grado de especialización, debido a encontrarse en la interfase mar-tierra. Se han registrado 12 especies de animales en los Humedales de Bahía Adair que se encuentran bajo alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2002) y/o enlistadas por la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2005). Se registran también 5 especies de plantas y animales endémicas en los esteros.

Ver información adicional sobre importancia ecológica, flora y fauna, en numerales 21 y 22.

13. Criterios de Ramsar:

1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9

14. Justificación para aplicar los criterios seleccionados en la sección 13:

Criterio 1: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si contiene un ejemplo representativo, raro o único de un tipo de humedal natural o casi natural hallado dentro de la región biogeográfica apropiada.

Los Humedales de Bahía Adair reúnen una combinación de hábitats, marismas, canales, pozos artesianos, planicies hipersalinas, y planicies lodosas, todos ellos conectan al sistema terrestre con uno de los sistemas marinos más productivos del mundo, el Golfo de California, y enmarcado un ecosistema desértico extremadamente árido. De este modo, los Humedales de Bahía Adair presentan condiciones ambientales únicas. Existen especies únicas que sobreviven estas condiciones tal como las plantas halófilas (Glenn *et al.*, 2006). Esta combinación de hábitats y sus resultantes relaciones ecológicas le da a los Humedales de Bahía Adair un carácter singular, que merece ser reconocido internacionalmente.

Uno de los hábitats más importantes en los Humedales de Bahía Adair son los pozos artesianos de agua dulce. Estos pequeños oasis de agua dulce ocurren en medio de extensas salinas, desprovistas de vegetación, y en las inmediaciones del desierto más árido y extremo de Norteamérica, por lo tanto son microhábitats únicos, con sitios de descanso para las aves migratorias y algunos mamíferos (Felger, 2000).

Criterio 2: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vulnerables, en peligro o en peligro crítico, o comunidades ecológicas amenazadas.

Los humedales de Bahía Adair son hábitat crítico para las siguientes especies:

1. En los Humedales de Bahía Adair se han registrado 86 especies de aves (CEDO, Datos no publicados), incluyendo a *Egretta rufescens* (garceta rojizo), Gaviota Ploma (*Larus heermanni*), *Larus livens* (gaviota pata amarilla), *Asio flammeus* (búho cuerno corto),

Falco peregrinus (halcón peregrino), *Rallus longirostris yumanensis* (rascón picudo de Arizona), *Charadrius melodus* (chorlo chiflador), *Haliaeetus leucocephalus* (águila cabeza blanca), Gorrión Sabanero (*Passerculus sandwichensis*) y *Laterallus jamaicensis coturniculus* (polluela negra) que se encuentran bajo alguna categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002).

2. Herpetofauna como *Sauromalus obesus* (chuckwalla común), *Callisaurus draconoides* (lagartija cachora), *Phrynosoma mcallii* (lagartija cornuda cola plana o falso camaleón cola plana) sujetos a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002).
3. El pupo del desierto o cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), la cual es endémica de la región y se encuentra en el estatus en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002).
4. Tortugas marinas amenazadas y protegidas en México (SEMARNAT, 2002) y en el mundo (CITES, 2005): *Caretta caretta* (tortuga marina caguama), *Chelonia agassizi* (tortuga marina verde del pacífico o tortuga prieta), *Chelonia mydas* (tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca), *Dermochelys coriacea* (tortuga marina laúd), *Lepidochelys olivacea* (tortuga golfina o tortuga marina escamosa del Pacífico). Los esteros y zonas costeras sirven de zona de alimentación y descanso para las tortugas marinas.

Criterio 3: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica de una región biogeográfica determinada.

La heterogeneidad de ambientes existentes y condiciones oceanográficas en la zona ha propiciado la diversificación de plantas y animales adaptados a las condiciones particulares.

Los esteros son utilizados por tres especies endémicas de peces al Norte del Golfo de California el chupalodo chico (*Gillichthys seta*), la anchoa golfina (*Anchoa mundeoloides*) y el pejerrey sardina (*Leuresthes sardina*). Los pozos artesianos con agua dulce albergan a la especie pupo del desierto o cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), la cual es endémica de la región y se encuentra en el estatus en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2001.

Asimismo, existen dos especies de plantas que son endémicas, *Distichlis palmeri* endémica a la costa del Golfo de California, y *Suaeda puertopenascoa* la cual existe solamente en los esteros del norte de Sonora. En los Humedales de Bahía Adair se cuenta con la segunda población mayor de *Distichlis palmerii* en el Golfo de California (Felger, 2000).

Criterio 4: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico y/o en períodos en que prevalecen condiciones adversas.

Los humedales a lo largo de Sonora representan oasis en un ecosistema desértico y juegan un papel importante tanto para los ecosistemas marinos y como para los terrestres (Brusca et al., 2006). Son parte del Corredor Migratorio del Pacífico, y sirven de sitios de descanso, alimentación y anidación para aves incluyendo el playerito occidental (*Calidris mauri*), el palmoteador de Yuma (*Rallus longirostris yumanensis*), y la Avoceta Americana, (*Recurvirostra americana*; (Gómez-Sapiens y Soto-Montoya, 2006).

Los canales y marismas sirven como áreas de crianza para etapas larvales y juveniles de peces e invertebrados (Carrera y de la Fuente, 2003). Por ejemplo, en los esteros de la zona hay un importante reclutamiento de estados tempranos de peneidos de camarón de la especie *Litopenaeus stylirostris*. Se han encontrado reservorios de huevos, y se muestra una máxima concentración de hembras maduras en la zona costera fuera de los esteros en la costa de Sonora (Calderón-Aguilera et al., 2003). Estero La Choya es uno de los sitios más importantes de crianza para la jaiba, *Callinectes bellicosus*. Se estima que el área que será impactada se produce 375 toneladas anuales (25% de la producción pesquera de Puerto Peñasco).

La vegetación de marisma es exportada en forma de detritus al sistema marino, lo que contribuye al mantenimiento de cadenas tróficas en la zona marítima adyacente que incluye peces pelágicos menores, tortugas, aves y mamíferos marinos (Glenn et al. 2006).

Criterio 7: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonas, etapas del ciclo biológico, interacciones de especies y/o poblaciones que son representativas de los beneficios y/o los valores de los humedales y contribuye de esa manera a la diversidad biológica del mundo.

Desde el punto de vista ictiofaunístico, las comunidades de peces entran en los esteros dentro del polígono pertenecen al área clasificada por Walker (1960) como del Alto Golfo, delimitada al sur por una línea que va de Bahía San Francisquito hasta Bahía Kino en la costa continental pasando por la punta sur de la Isla Tiburón.

Debido a las condiciones extremas que se presentan en los Humedales de Bahía Adair se encuentran especies con características particulares como el pupo del desierto o cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), especie restringida a Sonora y Baja California en México y a los estados de California y Arizona en EUA. Los hábitats donde se encuentra el cachorrito del desierto, se consideran de importancia crítica pues esta especie en peligro de extinción se encuentra protegida en México y Estados Unidos, pues ha sido extirpada de sus hábitats naturales en Arizona, donde se encuentra sujeta a programas de reintroducción (USFWS, 2007).

Criterio 8: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si es una fuente de alimentación importante para peces, es una zona de desove, un área de desarrollo y crecimiento y/o una ruta migratoria de la que dependen las existencias de peces dentro o fuera del humedal.

Los esteros comprendidos en los Humedales de Bahía Adair son utilizados como zonas de alimentación por numerosas especies de peces residentes, o visitantes que entran a alimentarse,

reproducirse o durante periodos específicos de sus ciclos de vida. Su uso por estas poblaciones de peces está relacionado con la disponibilidad de alimento que se encuentra en estas agua y la complejidad del hábitat (Glenn et al. 2006).

Se han identificado 5 especies de peces que utilizan esta zona durante la marea alta: macabí (*Albula vulpes*), anchoa golfina (*Anchoa mundeoloides*), tepalcate (*Achirus mazatlanus*), chambo (*Chaetodipterus zonatus*), y lenguado ovalado (*Syacium ovale*). A nivel regional hay 11 especies adicionales que solamente entran a los esteros a alimentarse, reproducirse o buscando refugio durante la marea alta, incluyendo al burro rayado (*Orthopristis reddingi*), roncadador aleta manchada (*Roncador stearnsii*), burro almejero (*Haemulon sexfasciatum*), mojarra mancha negra (*Eucinostomus entomelas*), raya redonda (*Urobatis halleri*), berrugada aleta amarilla (*Umbrina roncadador*), chile cadena (*Synodus evermanni*), sierra golfina (*Scomberomorus concolor*), teniente (*Orthopristis cantharinus*), corvina aleta corta (*Cynoscion parvipinnis*; A. Iris Maldonado, Datos no publicados. Varias de estas especies son aprovechadas por las pesquerías tanto deportiva como comercial (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998).

Asimismo, en los Humedales de Bahía Adair destacan como residentes el grupo de los gobios, organismos que se encuentran adaptados a las condiciones extremas de los esteros en relación a salinidad, temperatura, y desecación, e incluyen especies endémicas (Brusca et al. 2006). Finalmente, también se han encontrado larvas de *Achirus mazatlanus*, *Albula vulpes*, *Cynoscion* sp., *Leuresthes* sp., y *Anchoa mundeoloides* (J. Spackeen, comunicación personal).

15. Biogeografía:

a) región biogeográfica:

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en el Desierto Sonorense, en la Provincia Biogeográfica que lleva el mismo nombre, Sonorense, dentro de la gran región biogeográfica Neártica (CONABIO, 1997). En México, el Desierto Sonorense se extiende entre los 25 y 35° N, en el oeste de Sonora, Baja California y Baja California Sur. La vegetación terrestre pertenece a la subdivisión fitogeográfica del Valle del Bajo Río Colorado (Turner y Brown, 1994). Esta subdivisión se extiende en Baja California hasta Bahía de los Ángeles, hacia la cuenca del río Colorado y el mar Salton, y hacia Sonora hasta el valle del Río Magdalena (Wiggins, 1980).

Desde el punto de vista ictiofaunístico, las comunidades de peces que visitan los esteros pertenecen al área reconocida por Walker (1960) como del Alto Golfo (“Upper Gulf”, en ingles), delimitada al sur por una línea que va de Bahía San Francisquito hasta Bahía Kino en la costa continental pasando por la punta sur de la Isla Tiburón.

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en la región del “Gran Desierto de Altar-El Pinacate” de acuerdo al Listado de Regiones Terrestres Prioritarias de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Arriaga et al. 2000). Santamaría del Angel et al. 1994. El área marina pertenece a la región del Golfo Norte de California, de acuerdo a sus

características de temperatura, salinidad, clorofila y profundidad Secchi particulares (Halfar et al. 2006).

b) Sistema de regionalización biogeográfica:

Arriaga, L., C. Aguilar, D. Espinosa y R. Jiménez (eds). 1997. Regionalización ecológica y biogeográfica de México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1997. Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. México.

16. Características físicas del sitio:

Geología/ Geomorfología. La región norte de los Humedales de Bahía Adair es de origen marino, formado por la acción de las mareas y corrientes, las cuales forman estuarios o esteros de poca profundidad, y crean salinas que se forman con la evaporación del agua de mar (Contreras, 1993).

Clima: El clima de la región es de tipo BWhw desértico-seco (Contreras, 1993). La temperatura que se presenta va desde los 8°C en invierno y 42°C en verano (Valdés-Casillas *et al.* 1999). La región presenta dos estaciones, la de invierno de latitud media de noviembre a mayo, y la de verano subtropical de junio a octubre (Mosiño y García, 1974). Usualmente llueve en verano con un promedio anual de precipitación de 73 mm y altas tasas de evaporación (0.9 m/año; Álvarez-Borrego y Galindo Bect, 1974). Se presentan extraordinarias anomalías climáticas, tal como El Niño Oscilación del Sur (Valdés-Casillas *et al.* 1999). El periodo de lluvias se presenta tanto en verano como en invierno, pero éstas son muy esporádicas. El número de días de lluvia por año es de aproximadamente cinco (Lavin y Organista, 1988).

Vientos: Durante el invierno se presentan vientos del noroeste (aproximadamente 8-12 m/seg), dirigidos a lo largo del eje del golfo, los cuales son fríos y traen aire del desierto sobre el golfo. Los vientos que cruzan al golfo desde el Pacífico se ven afectados por la topografía de la península de Baja California y son particularmente intensos en el noroeste del golfo. Durante el verano las presiones a gran escala dirigen vientos débiles del sureste (2-5 m/seg) orientados a lo largo del golfo (Badan-Dagon *et al.*, 1985). La región puede estar sujeta a eventos climáticos extremos como tormentas tropicales, huracanes o marejadas, aunque son aislados y raros.

Fluctuaciones en el nivel del agua/variaciones de marea. Las fluctuaciones de marea son extremas en la parte Norte del Golfo de California. Se presentan ciclos de mareas diurnas y semidiurnas con amplias variaciones en el nivel del mar hasta cerca de 10 m (Kasper-Zubillaga, y Carranza-Edwards, 2005).

Química del agua y calidad. Los intervalos de salinidad son normales para la zona, con salinidades en el interior de los esteros de 35 UPS durante la marea alta y hasta 75 UPS en la

marea baja, causada por la alta evaporación y el bajo aporte de agua dulce (CEDO datos no publicados). En la región marina se presenta en el invierno un movimiento de convección por el cual el agua superficial más fría y salina del extremo norte se hunde y es acarreada cerca del fondo, con un componente de advección hacia el sur. Este movimiento de convección en invierno tiene un efecto fuerte en la distribución vertical de las diversas propiedades físicas y químicas del norte del golfo (Álvarez-Borrego y Schwartzloze, 1979).

Esta circulación termohalina junto con la mezcla por mareas, representa un mecanismo de fertilización natural para esta región (Lavin y Organista, 1988).

La calidad del agua se considera buena dado que la capacidad del recambio de la columna de agua es rápida y los aportes antropogénicos son mínimos y solamente se localizan en Bahía La Cholla.

Suelo: Predomina el suelo de tipo Solonchak que se caracteriza por su alto contenido de sales y por ser poco susceptible a la erosión. Este suelo se encuentra en la zona más cercana a la costa. Se encuentra también suelo Regosol eútrico y calcáreo que se caracterizan por no presentar varias capas, son claros y similares a la roca de origen. Su susceptibilidad a la erosión es muy variable y depende de la zona donde se les encuentre (Valdés-Casilla *et al.*, 1999).

17. Características físicas de la zona de captación:

Geología. La región Norte está formada por rocas sedimentarias de origen variado. Los esteros se formaron mediante la interacción de las mareas extremas del Norte del Golfo y la depositación intermitente de sedimento (Glenn *et al.*, 2006). Los esteros presentan depósitos lacustres en zonas de baja energía de oleaje, depósitos de origen eólico que se localizan en la costa y tierra adentro de la línea de costa y conforman dunas (Merriam, 1969). Los pozos artesianos, los cuales se formaron por la depositación de arenas y gravas de antiguos ríos, cubiertos por dunas compuestas por arcillas y salinas relativamente impermeables, las cuales actuaron como una barrera creando concavidades llamados pozos (Ezcurra, 1984).

Geomorfología. La topografía continental es regular y se caracteriza por amplias planicies de pendientes suaves que se extienden del mar hacia el continente, además de unos cuantos puntos con cierta altitud (200 m.s.n.m.; Álvarez-Borrego *et al.*, 1977). Existen dunas que se forman por la erosión eólica provocando movimiento en la arena.

Hidrología. Los Humedales de Bahía Adair se encuentran en la Región Hidrológica Sonora Norte (RH-8). Esta región ocupando casi todo el noroeste del estado, en una área que comprende del sureste de San Luis Río Colorado a las proximidades de Cananea, y de Punta Chueca (frente a la isla Tiburón) al Golfo de Santa Clara, representando el 30.7 % de la superficie de Sonora (INEGI, 2008).

Bahía Adair se encuentra en la cuenca Desierto de Altar-Río Bamori. Esta cuenca comprende la región más árida del país. En la cuenca, además de la parte del Distrito de Riego Río Altar-Pitiquito-Caborca, se localiza casi la mitad del de "Río Colorado". Ocupa una superficie de

11.86% del estado. Se presenta una precipitación media anual de 109 mm con un coeficiente de escurrimiento de 2.3%. (INEGI, 2008).

Aportes de agua dulce. Bahía Adair tiene afloramientos de agua dulce a lo largo de las salinas pero no hay ningún aporte de esta agua a los esteros, además existen pozos artesianos que contienen agua dulce esencial para abastecer a la riqueza de especies de aves y de algunos mamíferos, que en tiempos pasados fueron utilizados por la gente nativa (Ezcurra *et al.* 1988). Estos pequeños oasis ocurren a la mitad de la salina, rodeados de costras de sal en donde no crece nada de vegetación (Ezcurra *et al.* 1988).

Tipos de suelo. Predominan suelos del tipo solonchak y regosoles (CONANP, 2007).

Régimen de mareas. Se presentan ciclos de mareas diurnas y semidiurnas, con amplios rangos hasta cerca de 10 m (Kasper-Zubillaga, y Carranza-Edwards, 2005). Este intervalo da origen a corrientes de mareas con velocidades de 0.4 a 1.7 nudos a lo largo de las costas de Sonora y Baja California, respectivamente (Hendrickson, 1973); a la vez que se produce un fenómeno de homogeneización vertical de la columna de agua (Roden, 1959; Gaxiola-Castro *et al.*, 1978).

18. Valores hidrológicos:

El principal valor hidrológico en los Humedales de Bahía Adair es la presencia de un acuífero subterráneo de formación prehistórica, el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco. Este acuífero tiene las siguientes características (cifras en millones de metros cúbicos de agua anuales, Mm³): Recarga media anual, 41.4; descarga natural comprometida, 15.9; volumen concesionado de agua subterránea 94.16; volumen de extracción consignado en estudios técnicos 46.3; y disponibilidad media anual de agua subterránea 0.0, resultando en un déficit de -68.66 millones de metros cúbicos anuales (DOF, 2007).

Actualmente en los Humedales de Bahía Adair sólo hay recarga de aguas subterráneas en los pozos de agua dulce y afloramientos cerca de las salinas. En los demás no existen las condiciones necesarias para propiciar la filtración, principalmente debido a las altas temperaturas y escasa precipitación pluvial que se presenta en la zona. Tampoco hay presencia de ríos superficiales. Los esteros reciben agua son principalmente por ingreso de agua de mar que entra por una o dos bocas por flujo de mareas, o bien por filtración a través de las barras de arena.

Aunque no se tiene información de la zona, dadas las características físicas y biológicas de los humedales es posible asumir que estas zonas también contribuyen a la prevención de la erosión costera, la retención de nutrientes, y que contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua.

19. Tipos de humedales

a) Presencia

marino-costero: A • B • C • D • E • F • G • H • I • J • K • Zk(a)

continental: L • M • N • O • P • Q • R • Sp • Ss • Tp • Ts • U

Va • Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg • Zk(b)

b) Tipo dominante: Pantanos y esteros (H) y Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos (G); seguido en orden de importancia por Playas de arena o de guijarros (E), Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos (Sp), Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos (Ss), Manantiales de agua dulce, oasis (Y); aguas marinas someras permanentes (A)

20. Características ecológicas generales:

Los Humedales de Bahía Adair tiene gran importancia debido a la alta productividad y biodiversidad que albergan, por su función como sitios de reproducción, alimentación y desarrollo de especies marinas y terrestres. Estos humedales son zonas de anidación y alimentación para aves, son mitigadores de inundaciones y previenen la erosión costera (Brusca et al. 2006). En estos humedales se reproduce el camarón, la jaiba y otras especies de importancia comercial (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998).

Estos ecosistemas interactúan con la marea, dado que la amplitud alcanza los 10 m, exportando comida y energía en los ecosistemas circundantes, incluyendo a los desiertos y hábitat marinos, suministrando materiales orgánicos y elementos importantes en las cadenas tróficas (Okin et al. 2005). De este modo, los humedales representan verdaderos “oasis en el desierto”, concentrando alimento en un paisaje árido. Son sitios de descanso para aves migratorias, que proveen condiciones para anidación y alimentación (Glenn et al. 2006). Los humedales del Norte de Sonora son utilizados por 114 especies de aves migratorias (CEDO, datos no publicados).

Los humedales de Bahía Adair presenta la comunidad de especies de plantas halófilas más grande de la región. Asimismo, presentan pozos artesianos con agua dulce, aislados a lo largo de las expansivas salinas que rodean la parte oeste. Estos hábitats únicos soportan una vegetación y fauna enteramente diferente de lo que se encuentra en los alrededores del desierto. Los pozos proveen esencial agua dulce para aves y algunos mamíferos (Felger, 2000).

Los humedales proveen conectividad a tres niveles en el Golfo de California. En una escala regional conectan a las poblaciones de aves en Norte América, como parte del Corredor Migratorio del Pacífico. Proveen hábitat y alimento para aves migratorias, tales como el gallito marino, una especie protegida (*Sternula antillarum*; Mellink, et al. 1997).

Al nivel del paisaje, estos humedales costeros sirven como enlace entre el Desierto Sonorense y el ecosistema marino del Golfo de California. Por ejemplo, la herpetofauna y mamíferos terrestres, tales como el coyote (*Canis latrans*) subsidian sus dietas extensivamente con recursos marinos. El polvo del desierto también puede aportar nutrientes a la vegetación de la marisma (Okin et al. 2005). Los esteros exportan energía en la forma de materia orgánica, principalmente en la forma de detritus derivado de las plantas halófilas al ambiente marino.

Los hábitats en los esteros, incluyendo los canales, planicies lodosas, y la superficie de la marisma proveen de refugio, hábitat de crianza y alimento a una variedad de peces e invertebrados, incluyendo especies comerciales como la jaiba (*Callinectes* spp.), lenguados y lisas (*Mugil* spp.; CEDO datos no publicados).

21. Principales especies de flora:

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en el Gran Desierto de Altar, uno de los desiertos más áridos y extremos de Norteamérica (Ezcurra, 1984). El Gran Desierto es demasiado árido incluso para las cactáceas, exepcto para pequeñas poblaciones de cholla, *Cylindropuntia* spp.

En el desierto y la interfase humedal-desierto las comunidades vegetales son similares a otras zonas de la subdivisión fitogeográfica del Valle del Bajo Río Colorado. Cuatro grupos de vegetación (Ezcurra, 1984) se distribuyen alrededor de los humedales de Bahía Adair: Vegetación de suelos de regosol y dunas, serie *Larrea tridentata*, serie *Larrea tridentata* - *Ambrosia dumosa* y vegetación de las planicies hipersalinas y pozas. Las bajadas, planicies arenosas extensas formadas por sedimentos aluviales de textura intermedia que se encuentran en las pendientes de abanicos aluviales, están dominadas por *Larrea tridentata* (Felger, 2000). En las planicies arenosas se encuentra la asociación *Larrea-Ambrosia* típica de suelos arenosos o limosos.

Cerca de la costa, debido a la intrusión de agua de mar y el aerosol salino predominan *Atriplex* spp. y *Frankenia palmeri*. La zona de humedal está frecuentemente rodeada de dunas no consolidadas y de planicies lodosas hipersalinas, de origen marino y evaporativo (Ezcurra, 1984). Estas planicies lodosas pueden presentar gruesas costras de sal y carecen de vegetación (Ezcurra et al., 1987). En las orillas de las planicies lodosas hipersalinas se encuentran manantiales artesianos, llamados pozos.

La especie indicadora de los pozos es *Nitrophila occidentalis*, y junto con *Distichlis spicata* son las únicas especies que crecen alrededor de los pozos mas pequeños (Felger, 2000). En total la flora de los pozos de Bahía Adair consiste de 27 especies (Felger, 2000) y se caracteriza por la presencia de plantas de humedales de agua dulce como carrizo (*Phragmites australis*), *Ruppia maritima*, tule (*Typha dominguensis*), cachanilla (*Pluchea odorata*, *P. Sericea*), pata de grulla (*Scirpus americanus*, *S. maritimus*) y junco (*Juncus acutus*).

Otras especies comunes en los pozos incluyen a *Apocynum cannabinum*, hierba del diablo (*Aster intricatus*), escoba amarga (*Baccharis sergiloides*), rabo de mico (*Heliotropium curassavicum*), *Sarcobatus vermiculatus*, *Cyperus lacyigatus*, *Eleocharis rostellata*, , tornillo (*Prosopis pubescens*), *Lythrum californicum*, cola de zorra (*Polypogon monspeliensis*), sauce coyote (*Salix exigua*), hierba del manso (*Anemopsis californica*), hierba de burro (*Ambrosi dumosa*), chamizo (*Atriplex barclayana*) y zacatón alcalino (*Sporobolus airoides*). Las únicas especies no nativas registradas para los pozos son el pino salado (*Tamarix ramosissima*) y la palma datilera (*Phoenix* sp.; Felger, 1992; Ezcurra et al., 1988).

Las comunidades de plantas halófilas que se presentan en el estero, se caracterizan por crecer en lodo con bajas concentraciones de oxígeno, alta salinidad y sujetas a constante inundación. Esta vegetación crece de 50 a 60 cm de altura, y sólo unos cuantos miembros alcanzan 1 m de altura. La vegetación esta compuesta en gran parte de plantas suculentas y perennes que excretan sales. Las especies suculentas son: *Batis maritima*, *Salicornia bigelovii*, *Arthrocnemum subterminalis*, *Sarcocornia pacifica*, *Suaeda esteroa*, y *S. puertopenascoa*. *Atriplex linearis* no es suculenta, *A. barclayana* es semisuculenta, y las hojas más viejas de *Cressa truxillensis* frecuentemente son suculentas. *Frankenia salina* y dos plantas herbáceas, *Distichlis palmeri* y *Monanthochloë littoralis*, tienen órganos en sus hojas que excretan sales (Felger, 2000). *Distichlis palmeri* es una planta endémica de las costas del Golfo de California. Asimismo, *Suaeda puertopenascoa* es conocida únicamente en los esteros del norte de Sonora (Glenn *et al.*, 2006).

22. Principales especies de fauna:

Los Humedales de Bahía Adair están inmersos dentro de un mar con gran riqueza biológica y alta productividad en sus aguas, el cual es considerado uno de los cinco ecosistemas marinos con mayor productividad y biodiversidad del planeta (Brusca *et al.* 2006). Los humedales son hábitat importante para muchas especies animales acuáticas y terrestres. Asimismo los esteros proveen una conexión entre el sistema marino y el terrestre, y muchas especies marinas entran a alimentarse, reproducirse y descansar en los esteros (Glenn *et al.* 2006).

Entre las especies encontradas en la zona que están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2005) destacan las zonas de anidación del charrán mínimo (*Sternula antillarum*), así mismo, encontramos a la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), el búho cuerno roto (*Asio flammeus*), el águila cabeza blanca (*Haliaeetus leucocephalus*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el rascón picudo de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis*), la polluela negra (*Laterallus jamaicensis coturniculus*), el cachorrito del desierto (*Cyprinodon macularius*), la chuckwalla común (*Sauromalus obesus*), la lagartija cachora (*Callisaurus draconoides*), y la lagartija cornuda cola plana (*Phrynosoma mcallii*).

En la zona del Alto Golfo se encuentran volúmenes de zooplancton de hasta 25 ml/m³ durante el invierno, siendo los copépodos el grupo dominante. Los eufásidos *Nyctiphanes simplex* y *Nematocelis difficilis* se encuentran en invierno (Cummings, 1977; en CONANP, 2007).

En el caso de los invertebrados es posible encontrar moluscos y crustáceos, la clase Pelecipoda (almejas y ostiones) incluye alrededor de 61 especies de 26 familias, las mejor representadas son *Arcidae*, *Lucinidae*, *Cardiidae*, *Veneridae*, *Tellinidae* y *Semelidae*. Otros moluscos incluyen a la familia Cefalopoda (calamares y pulpos) representada por seis especies de dos familias (Beckvar *et al.*, 1987; CONANP, 2007).

En el grupo de los crustáceos se pueden encontrar cangrejos braquiuros. Así mismo, podemos ver decápodos importantes como los camarones peneidos (dos familias), carideos (seis familias) y los talasinoideos, con nueve especies conocidas (Witcksten, 1983; CONANP, 2007). Los esteros y las zonas costeras adyacentes son reconocidas por su importancia en la crianza de camarones (*Litopenaeus stylirostris*), en esta región se encuentra una alta abundancia (Calderón-Aguilera, *et al.* 2003).

Entre la ictiofauna se han identificado 10 especies que solamente entran a alimentarse y buscando refugios en los esteros, incluyendo la sierra (*Scomberomorus sierra*), manta mariposa (*Gymnura marmorata*), botete diana (*Spheroides annulatus*), mero negro gigante (*Stereolepis gigas*), macabí (*Albula vulpes*), chambo (*Chaetodipterus zonatus*), mojarra charrita (*Eucinostomus gracilis*), lenguado playero (*Syacium latifrons*), cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*), la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), y la manta arpón (*Mobula japonica*; CEDO Datos no publicados).

Los esteros de la zona son sitios de reproducción para peces como el tiburón amarillo (*Negaprion brevirostris*), la baya (*Mycteroperca jordani*), tiburón tripa, (*Mustelus lunulatus* y *Mustelus henlei*), manta arenera (*Dasyatis brevis*), guitarra (*Rhinobatus productus*), lenguado (*Paralichthys aestuarius*), bocadulce (*Menticirrhus nasus*), lisa (*Mugil cephalus*, *Mugil curema*), juancho (*Lobotes pacificus*), baqueta (*Epinephelus niphobles* y *Epinephelus acanthistius*). (Hastings y Findley, 2007; CEDO datos no publicados). Asimismo, se han encontrado larvas de *Achirus mazatlanus*, *Albula vulpes*, *Cynoscion* sp., *Leuresthes* sp., y *Anchoa mundeoloides* (J. Spackeen, comunicación personal).

Finalmente se encuentran especies de peces como el gobio aguzado (*Ctenogobius sagittula*), chupalodo chico (*Gillichthys seta*), gobio guaymense (*Quietula guaymasiae*; J. Spackeen, comunicación personal)) que se encuentran adaptados a las condiciones extremas de los esteros en relación a salinidad, temperatura, y desecación, y son residentes en los esteros (Brusca et al. 2006).

Entre los reptiles y anfibios podemos encontrar a la iguana del desierto (*Dipsosaurus dorsalis dorsalis*), la lagartija cola de cebrá (*Callisaurus draconoides draconoides*), el camaleón del Gran Desierto (*Phrynosoma mcallii*), la chuckwalla común (*Sauromalus obesus*), y la lagartija cornuda cola plana (*Phrynosoma mcallii*), así como algunos anfibios endémicos como *Bufo woodhousii woodhousii* y la *Rana catesbiana*. Respecto a los reptiles marinos existen registros de tortugas marinas, tal como: la tortuga perica (*Caretta caretta*), la prieta o verde (*Chelonia agassizi*), la siete filos o laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*; Honan, y Turk-Boyer, 2001; CONANP, 2007).

En los esteros en Bahía Adair se han registrado 86 especies de aves (CEDO datos no publicados). Entre estas especies destacan *Egretta rufescens* (garceta rojizo), Gaviota Ploma (*Larus heermanni*), *Larus livens* (gaviota pata amarilla), *Asio flammeus* (búho cuerno corto), *Falco peregrinus* (halcón peregrino), *Rallus longirostris yumanensis* (rascón picudo de Arizona), *Charadrius melodus* (chorlo chiflador), *Haliaeetus leucocephalus* (águila cabeza blanca), Gorrión Sabanero (*Passerculus sandwichensis*) y *Laterallus jamaicensis coturniculus* (polluela negra) que se encuentran bajo alguna categoría de protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002). Asimismo en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado se han reportado 315 especies de aves terrestres y acuáticas, principalmente en el Delta del Río Colorado y en La Ciénega de Santa Clara. Es posible que un mayor número de estas especies utilicen los humedales de Bahía Adair en su paso por la zona.

Además de las especies presentes en los humedales o que los utilizan directamente, su aporte de nutrientes al medio marino y su papel como zona de crianza contribuyen a la cadena trófica del Norte del Golfo, contribuyendo a su biodiversidad. Entre los peces que se encuentran en la zona marina en el Norte del Golfo se incluyen especies como el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), tiburón leopardo (*Triakis semifasciata*), raya de California (*Raja inornata*), y la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), una especie endémica del Golfo de California, incluida en la NOM-059- SEMARNAT-2001 bajo la categoría en peligro de extinción (Walker, 1960; CONANP, 2007). También se han registrado al menos 18 especies de mamíferos marinos en las aguas que rodean a la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (CONANP, 2007), entre los que se encuentran *Baleanoptera musculus* (ballena azul), *Eschrichtius robustus* (ballena gris), *Megaptera novaeangliae* (ballena jorobada), *Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella o tonina), *Zalophus californianus* (lobo marino), y la vaquita marina, *Phocoena sinus*, una especie endémica del norte del Golfo de California (Brownell, 1986; Vidal, 1990) considerada en la categoría en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2005).

23. Valores sociales y culturales:

Los humedales de Bahía Adair cuentan con importancia histórica y arqueológica, pues se ha encontrado evidencia que la región del Gran Desierto ha sido habitada desde hace 37,000 años o más (Hartmann, 2002). De principal importancia para las culturas prehispánicas fueron los pozos y tinajas pues servían de fuente de agua en esta región tan desértica. Las principales culturas recientes en el área fueron los Areneros y Pinacateños. Los Pinacateños aun habitaban la región cuando esta fue visitada por el Padre Kino en 1698 (Hartmann, 2002; Felger y Broyles, 2007).

Actualmente la zona presenta importancia cultural y religiosa para el grupo étnico Tohono O'dham, cuyos miembros habitan en las ciudades de Sonoyta, Puerto Peñasco y en Arizona, EUA. Esta etnia considera a los pozos y agujeros en particular como zonas sagradas asociadas a distintos rituales (Guzmán, O. comunicación personal).

Los Humedales de Bahía Adair también cuentan con importancia cultural para la población local por su papel en la producción pesquera de la región, particularmente por servir como hábitat para la crianza del camarón, *Litopenaeus stylirostris*, uno de los principales productos pesqueros (Calderón-Aguilera, et al. 2003). En los esteros se crían y alimentan peces de importancia comercial, como son la sierra (*Scomberomorus sierra*), el botete diana (*Spheroides annulatus*), el mero negro gigante (*Stereolepis gigas*), la cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*), la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), la baya (*Mycteroperca jordani*), el tiburón tripa, (*Mustelus lunulatus* y *Mustelus henlei*), la manta arenera (*Dasyatis brevis*), la guitarra (*Rhinobatus productus*), el lenguado (*Paralichthys aestivalis*), la lisa (*Mugil cephalus*, *Mugil curema*), y la baqueta (*Epinephelus niphobles* y *Epinephelus acanthistius*; Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998 y CEDO datos no publicados).

24. Tenencia de la tierra / régimen de propiedad:

a) dentro del sitio Ramsar:

La tenencia de la tierra es Zona Federal Maritimo Terrestre (ZFMT), terrenos ejidales (Ejido Salina de Gortari, Ejido López Collada y Ejido Tobollori), terrenos de posesión física, particular moral y particular físico. Los terrenos principalmente tienen hábitat de tipo marismas, planicies hipersalinas, planicie lodosa, otros terrenos están inmersos en el Gran Desierto de Altar y algunos contienen pozos artesanales. En algunos casos los planos catastrales de los predios están mal delimitados pues los límites se extienden sobre la ZFMT. La división de predios en la zona se presenta en el Anexo I.

b) en la zona circundante:

En el área circundante incluye terrenos ejidales y terrenos de posesión particular moral y particular físico.

25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua):

a) dentro del sitio Ramsar:

El uso del suelo es para aprovechamiento sustentable en área natural protegida, hotelero e inmobiliario en litoral, conservación, salitrales, zona inundable, investigación científica, educación ambiental, pesca artesanal, ostricultura y ecoturismo.

Dentro del polígono no se presentan asentamientos humanos, por lo que no hay uso de agua directamente dentro de los Humedales de Bahía Adair. Se extrae agua del acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco es el principal en las inmediaciones de Bahía Adair. El agua del acuífero es utilizada por los poblados de Sonoyta y Puerto Peñasco.

b) en la zona circundante:

El uso del suelo es principalmente para predios ejidales y particulares que no tienen ningún uso.

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran en la Región Hidrológica Sonora Norte (RH-8). El acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco es el principal en las inmediaciones de Bahía Adair. Los usos de agua en la cuenca son 60.40% agrícola, 37.20% público urbano, 1.28% industrial y 0.72% pecuario y 0.4 % otros. Las principales problemáticas de la cuenca incluyen el suministro de Agua Potable para garantizar el crecimiento de Puerto Peñasco, la sobreexplotación e intrusión salina en el acuífero Sonoyta-Puerto Peñasco y el insuficiente tratamiento de aguas residuales (Castillo-Gurrola, 2003, CONAGUA, 2007).

La zona se encuentra en las inmediaciones del Distrito de Riego 037 Altar-Pitiquito-Caborca. El distrito tiene un bombeo anual de 599 Mm³ de agua con abastecimiento de los mantos subterráneos de 97 centímetros (CIAD, 2006). El uso del suelo en el municipio de Puerto Peñasco es 10.5% agrícola, 39.8% ganadero, 12.3 % agropecuario y 37.4 % otros usos. Mientras

que el municipio de San Luis Río Colorado 0.5% agrícola, 7.6% ganadero, 23.5 % agropecuario y 68.4 % otros usos (incluye reserva de la biosfera, turístico, recreativo, acuícola).

26. Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar:

En el extremo Norte no hay factores adversos que hayan afectado las características del lugar. Las áreas adyacentes a los humedales son intransitables por estar conformadas por planicies lodosas. Por lo tanto el área mantiene características ecológicas únicas, no encontradas en ningún otro lugar, un ambiente que no ha sido significativamente alterado por el humano. Actualmente no existe una densidad poblacional significativa, ya que la cooperativa pesquera no es residente.

En 2006-2007 se construyó una carretera costera que comunica a Puerto Peñasco con el Golfo Santa Clara. Esta carretera incrementará el acceso y el impacto humano en el extremo Norte de los Humedales de Bahía Adair. La Carretera Costera corre paralela a las vía del tren, que separa a las Reservas de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado y la del Pinacate y el Gran Desierto de Altar.

El extremo sur de los Humedales de Bahía Adair ha sufrido mayores impactos humanos por su cercanía a Puerto Peñasco. En particular el Estero La Cholla ha sufrido los mayores impactos. En 2001, se rellenó el extremo norte del estero para la construcción de un campo de golf, destruyendo áreas de marisma y canales. En 2005-2006 se planteó la construcción de un complejo residencial sobre el extremo sur de Estero La Cholla, pero la SEMARNAT no aprobó el proyecto.

b) en la zona circundante:

La zona se encuentra ante una gran presión de desarrollo debido a su cercanía con el estado de Arizona, EUA y el resultante flujo de turistas. La región de Puerto Peñasco ha observado un incremento poblacional significativo en los últimos 10 años, así como un aumento en el número de proyectos de desarrollo turístico. Los esteros se encuentran amenazados por proyectos para la construcción de marinas.

27. Medidas de conservación adoptadas:

a) Los Humedales de Bahía Adair se encuentran parcialmente inmersos en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo y Delta del Río Colorado. Esta reserva fue oficialmente decretada el 10 de junio de 1993, con una superficie de 934,756-25-00 ha incluye aguas de jurisdicción federal del Golfo de California. En el decreto del 7 de junio de 2000, la Reserva quedó incluida en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP). El Programa de Manejo de la Reserva fue elaborado durante 1994-1995 y presentado en junio de 1996.

Parte del polígono también colinda con la Reserva de la Biosfera El Pinacate y el Gran Desierto de Altar, la cual en 1995 fue decretada por el Programa el Hombre y la Biosfera (MAB) de la UNESCO.

Las medidas de conservación que existen por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) para la Reserva de la Biosfera Alto Golfo y Delta del Río Colorado, son las siguientes:

- **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Aguas Costeras Bahía Adair.** Esta ubicada en las costas del municipio de Puerto Peñasco, en una superficie de 72, 630.96; las actividades compatibles: 1. productivas de pesca; 2. turismo incluyendo el buceo autónomo o libre y los recorridos en embarcaciones con fines turísticos; 3. las de investigación en materia de pesquerías; 4. uso de artes de pesca selectivas como trampas y otras actividades pesqueras que no impliquen la técnica de arrastre; 5. uso de vehículos todo terreno en sitios señalados; 6. maricultura con especies nativas que no provoque alteraciones en la línea de costa ni a los ecosistemas; y 7. aprovechamiento de conchas de organismos muertos de caracol tornillo o conchas de bivalvos podrán autorizarse siempre y cuando se realice de manera artesanal, sin el empleo de maquinaria. Los aprovechamientos mediante la técnica de buceo con hooka deberán darse por buzos capacitados. La Zona Federal Marítimo Terrestre no se destinará a los usos para el establecimiento de infraestructura turística. En esta subzona se permite el tránsito de embarcaciones, se podrán establecer arrecifes artificiales y se pueden desarrollar actividades de educación ambiental, investigación y monitoreo científico; también se permite el establecimiento de campamentos pesqueros, así como el establecimiento de señalización. En esta subzona no está permitida la construcción de obra pública o privada, la modificación de flujos de marea ni la perforación de pozos (CONANP, 2005).
- **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Humedales de Bahía Adair.** Corresponde a una superficie de 18,106.16 ha, integrada por ambientes marinos y terrestres, con importancia por su capacidad como sitios de alimentación y reproducción de numerosas especies marinas y aves. Las actividades que se realizan en esta subzona no impactan significativamente el entorno, son los recorridos turísticos, maricultura y piscicultura de especies nativas y la pesca con artes de pesca selectivas. Se permiten aprovechamientos forestales y las actividades pesqueras de bajo riesgo de captura incidental, así como la construcción de infraestructura, el control de especies nocivas, el cultivo de especies halófilas, las actividades de educación ambiental, la investigación, el monitoreo y el establecimiento de señalización. No se permite la agricultura, la apertura de nuevos caminos, el aprovechamiento de bancos de material, el cambio de uso de suelo, el confinamiento de residuos, el establecimiento de campamentos pesqueros temporales, la construcción de obra pública o privada, incluyendo el desarrollo inmobiliario, la acuicultura en estanquería, la exploración y explotación minera, la ganadería, la modificación de dunas o de la línea de costa, ni de los flujos de mareas, así como la perforación de pozos, las carreras terrestres con vehículos motorizados, ni el

establecimiento de sitios de uso de vehículos todo terreno, así como el uso de aerobotes o pateras (CONANP, 2005).

- **Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales: Salitrales Bahía Adair (exploración).** Se permite el desarrollo de actividades productivas como la exploración minera, la acuicultura de especies nativas y la ganadería, bajo esquemas de control y regulación estrictos. Los desarrollos de granjas acuícolas no deberán pasar la capacidad de carga del ecosistema en donde se ubiquen. Se aplicarán elementos técnicos y tecnológicos que aseguren un mínimo impacto al ambiente y a las especies, garantizando que no se aporten nutrientes o desperdicios al ecosistema. Los volúmenes de extracción de agua del subsuelo deberán ser tales que no afecten los mantos freáticos, ni los procesos geohidrológicos naturales. Para la construcción de canales deberán emplearse técnicas que no impliquen su funcionamiento a cielo abierto como la conducción entubada o techada. Los cárcamos de bombeo deberán contar con técnicas que limiten o impidan la succión de las especies o sus larvas. Se permite el desarrollo de actividades ganaderas, de exploración minera, de ecoturismo, educación ambiental y restauración de ecosistemas. No están permitidas las actividades de aprovechamiento de bancos de materiales ni de explotación minera, así como el confinamiento de residuos, la modificación de dunas, línea de costa ni flujos de marea así como la perforación de pozos ni los recorridos ni carreteras con vehículos motorizados (CONANP, 2005).
- **Subzona de Aprovechamiento Especial de Salitrales en Bahía Adair.** Se permite la ejecución de obras públicas o privadas para la instalación de infraestructura o explotación de recursos naturales, como explotación de sal por evaporación y explotación de trona, que originen beneficios públicos, que mantengan armonía en el paisaje, que no provoquen desequilibrio ecológico grave y que estén sujetos a estrictas regulaciones de uso de los recursos naturales. Se permite la investigación y el monitoreo, la educación ambiental y la realización de senderos interpretativos, así como el establecimiento de señalización. No está permitido el aprovechamiento cinegético o la extracción de subproductos de flora y fauna silvestres así como el aprovechamiento de bancos de material, la acuicultura, la apertura de brechas y caminos, el cambio de uso de suelo, el confinamiento de residuos, los desarrollos inmobiliarios; tampoco se permite el desarrollo de recorridos o carreras en vehículos motorizados ni el establecimiento para el uso de vehículos todo terreno, ni la modificación de la línea de costa, flujos de marea o la perforación de pozos (CONANP, 2005).

b) Cuando proceda, enumere la categoría de áreas protegidas de la UICN (1994) que son de aplicación en el sitio (marque con una cruz la casilla o casillas correspondientes):

Ia ; Ib ; II ; III ; IV ; V ; VI

Ia Reserva Natural Estricta: área protegida manejada principalmente con fines científicos. Área terrestre y/o marina que posee algún ecosistema, rasgo geológico o fisiológico y/o especies destacados o representativos, destinada principalmente a actividades de investigación científica y/o monitoreo ambiental.

Ib Área Natural Silvestre: área protegida manejada principalmente con fines de protección de la naturaleza. Vasta superficie de tierra y/o mar no modificada o ligeramente modificada, que conserva su carácter y su influencia natural, no está habitada de forma permanente o significativa, y se protege y maneja para preservar su condición natural.

VI Área Protegida con Recursos Manejados: área protegida manejada principalmente para la utilización sostenible de los ecosistemas naturales. Área que contiene predominantemente sistemas naturales no modificados, que es objeto de actividades de manejo para garantizar la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica a largo plazo, y proporcionar al mismo tiempo un flujo sostenible de productos naturales y servicios para satisfacer las necesidades de la comunidad.

c) ¿Existe algún plan de manejo oficialmente aprobado? ¿Se aplica ese plan?

La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado cuenta con un Programa de Conservación y Manejo elaborado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. El plan de manejo esta disponible en versión electrónica en http://www.conanp.gob.mx/programa_manejo.html. Durante el periodo 1996-2003 se ha trabajado mediante Programas Operativos Anuales (POA) con los que se han atendido asuntos pesqueros, lo que ha requerido de una coordinación institucional, inspección y vigilancia, principalmente en el caso de la protección de la vaquita y a las pesquerías de camarón y curvina golfina.

La declaratoria de la Reserva y el Programa de Manejo publicados oficialmente han sido considerados en la elaboración de varios ordenamientos legales: la Norma Oficial Mexicana NOM-012-PESC-1994, por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California; la Norma Oficial Mexicana NOM-002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos; la Carta Nacional Pesquera (INP, 2000) y los Avisos Secretariales referentes a las temporadas de veda de camarón, así como las restricciones de pesca en la Zona Núcleo en los permisos que expide la SAGARPA para el aprovechamiento de recursos pesqueros dentro del Área Natural Protegida.

En 1997, se estableció el Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA), además la Reserva participó en la conformación del IV Grupo de Trabajo sobre asuntos ambientales del Delta del Río Colorado.

En 2000 se incrementaron los ordenamientos legales para la protección de los ecosistemas, comunidades y poblaciones silvestres, al regular el uso de pesca no selectiva dentro de ANP.

Este programa es un instrumento de planeación, administración y operación de las áreas protegidas que permite establecer las bases para regular las actividades que ellas se realizan, incluyendo los lineamientos generales y específicos para lograr la conservación incluyendo el uso sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad.

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:

El Centro Intercultural de Estudios de Desierto y Océanos, A.C. Se llevan acabo Proyectos de Conservación Costera y Desarrollo Sustentable:

- **Diagnóstico social y ambiental para la aplicación de herramientas de conservación de tierras privadas en torno a tres esteros del Golfo Norte de California, Sonora.** En este proyecto se incluye a Bahía Adair, con el propósito de conservar a largo plazo a través del uso de herramientas legales de tierras privadas, desarrollando incentivos que permitan a los propietarios aprovechar sus terrenos sin dañar los ecosistemas esenciales, así mismo, es necesario aumentar la participación comunitaria en el conocimiento, el cuidado, y la conservación de los humedales.
- **Corredor de Esteros NaturArte: una red de conservación y ecoturismo para los humedales del Golfo Norte de California.** Este proyecto pretende fortalecer la dependencia económica de grupos comunitarios sobre los ecosistemas esenciales en el Golfo Norte de California para su conservación a través de una red ecoturística que integre capacitación, desarrollo económico local, monitoreo ambiental y mercadotecnia.
- **Red de Monitoreo del desarrollo turístico en el Noroeste Costero Mexicano – Sección Sonora Norte.** Hace un análisis al desarrollo turístico en la zona costera, incluyendo a la de Bahía Adair, identificando proyectos de alto impacto ambiental, y estudiando los impactos de la Escalera Náutica, ya que Puerto Peñasco es uno de los destinos turísticos con mayor crecimiento en México, por lo tanto, los impactos ambientales han sido muy fuertes, provocando la destrucción de hábitat esenciales (humedales), cinturones de pobreza y marginación, externalidades asumidas por gobiernos municipales, y agotamiento del recurso de agua. Se pretende proponer acciones que encaminen a su turismo más sustentable en el noroeste costero mexicano.
- **Conservación de la Zona Federal Marítimo Terrestre de los humedales del Norte de Sonora.** Busca obtener concesiones de la Zona Federal Marítimo Terrestre, como herramienta legal. Se pretende obtener el Acuerdo de Destino de Bahía Adair para la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); y la Concesión de Bahía San Jorge.
- **Conservación Privada de Tierras.** Pretende implementar la herramienta de servidumbres ecológicas para la conservación a largo plazo. Se requiere planear el uso de suelo de una forma responsable y su particularidad es que cualquier persona que quiera utilizar esta tierra tiene la obligación legal de cumplir con las restricciones especificadas en un contrato.
- **Fondo de Conservación de Esteros de Peñasco.** Es otra herramienta desarrollada por CEDO para contar con recursos económicos para proteger a los esteros antes y después del establecimiento de las herramientas de conservación.

29. Actividades de investigación e infraestructura existentes:

El Centro Intercultural de Estudios de Desierto y Océanos, A.C. esta llevando a cabo las siguientes actividades de investigación (2007-2009):

- **Ecología histórica de los humedales del Norte del Golfo de California.** Este proyecto analiza las actividades de pesca comercial actuales e históricas en los humedales costeros de la zona a través del conocimiento ecológico local de residentes y pescadores, así mismo analiza la condición ecológica de los humedales a través de los conocimientos científicos y naturalistas, con registros orales y escritos.
- **Caracterización de las redes tróficas en tres esteros del Norte del Golfo de California.** Este proyecto tiene el propósito de identificar las fuentes de material orgánico que sirven como base de los consumidores en tres esteros y explorar las relaciones entre los hábitat de marisma, canales y el ambiente marino, además de explorar la variabilidad espacial y temporal en la cadena trófica de los esteros, y desarrollar modelos ecológicos simples que describan las relaciones entre los esteros y el ambiente terrestre, incluyendo su importancia en las pesquerías comerciales.

Por parte de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, existe el siguiente programa de investigación:

- **Monitoreo de Aves Playeras en Humedales Prioritarios de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.** Este programa inicio en agosto del 2005. Ha podido documentar el uso de hábitat de las especies migratorias y residentes en los humedales, y ha generado información que puede ser difundida con el objetivo de promover la conservación de los hábitats. Aporta datos que pueden ser integrados a los esfuerzos que actualmente se realizan a nivel mundial para determinar estatus y tendencias de las poblaciones de aves playeras.

En 1999 se completo el un proyecto multinacional (México, Estados Unidos y la Nación Tohono O'odham) de "Mapeo y Manejo de los Humedales Costeros de Puerto Peñasco, Sonora". Este proyecto tuvo como objetivos generar el primer mapa de los humedales costeros en la zona de Puerto Peñasco, una evaluación de los recursos en los humedales, un inventario de actividades humanas en los humedales y áreas relacionadas. Asimismo identifico a los usuarios de los humedales y los conflictos entre ellos, busco definir un plan de manejo en los humedales e involucrar a las comunidades locales en el proyecto y facilitar su participación en las decisiones locales.

Los resultados específicos del proyecto "Mapeo y Manejo de los Humedales Costeros de Puerto Peñasco, Sonora" fueron la integración de cartografía digital básica de los humedales, incorporando sus elementos acuáticos y terrestres, la compilación y generación de información temática para la integración de una base de datos, incluyendo información ambiental, biológica y socio-económica y las actividades de campo en los humedales.

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) que se relacionen con un beneficio del sitio:

- **Proyecto de Educación Ambiental “Juventud hacia un Golfo Norte Sustentable”.** Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.: Programa Integral Comunitario de Educación Ambiental, en el cual se intenta consolidar una cultura ambiental positiva en la juventud de las comunidades del Golfo Norte de California, Sonora para involucrarlos activamente en la protección y desarrollo sustentable de la zona costera y recursos marinos. Este programa trabaja con estudiantes de 5to grado de las escuelas en los poblados de Golfo de Santa Clara y Puerto Peñasco, adyacentes a los Humedales de Bahía Adair.
- **Centro de Visitantes y Exhibiciones.** Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C.: Consiste en educar a visitantes y residente de Puerto Peñasco sobre la historia natural y la importancia ecológica de esta región.

31. Actividades turísticas y recreativas:

Los esteros al sur de la zona, La Cholla y Cerro Prieto son especialmente atractivos para el turismo debido a su cercanía a la ciudad de Puerto Peñasco. En estas zonas se llevan a cabo actividades acuático-recreativas, captura manual de moluscos, ecoturismo o turismo de bajo impacto, educación ambiental, pesca deportiva, observación de flora y fauna, recorridos en embarcaciones con fines turísticos y paseos en vehículos todo terreno. La mayor parte de los turistas que visitan el área son norteamericanos.

La construcción de la Carretera Costera, que conecta al Golfo de Santa Clara con Puerto Peñasco, incrementará el acceso de turistas a otras zonas.

32. Jurisdicción:

Territorial. Los Humedales de Bahía Adair se localizan en Estado de Sonora, dentro de los municipios de San Luis Río Colorado y Puerto Peñasco. Se encuentra en la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado.

Administrativa. La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado es manejada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). En cuestiones de medio ambiente también están involucrados el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

33. Autoridad responsable del manejo:

Los Humedales de Bahía Adair se encuentran inmersos en la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. El manejo se encuentra a cargo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) a través de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). Actualmente el Director es José Rafael Campoy Favela. Correo: agolfo@conanp.gob.mx; jcampoy@conanp.gob.mx. Las oficinas de la reserva se localizan en Av. Jalisco No. 903 entre Calle 9 y 10, Colonia Sonora, C.P. 83404, A.P. 452, San Luis Río Colorado, Sonora. Tels. y Fax: (653) 536 3757 / (653) 536 8131

34. Referencias bibliográficas:

Álvarez-Borrego, S. y L.A. Galindo-Bect. 1974. Hidrología del Alto Golfo de California I. Condiciones durante Otoño. *Ciencias Marinas* 1(1): 46-64.

Álvarez-Borrego, S., L.A. Galindo-Bect y B. P. Flores-Baez. 1977. *Hidrología del Alto Golfo de California*. In: Manrique F. A. (ed.) Memoria V Congreso Nacional de Oceanografía. Guaymas, Sonora, México, 22-25 Octubre 1974. pp. 19-51.

Álvarez-Borrego, S. y R. A. Schwartzloze. 1979. *Masas de agua del Golfo de California*. *Ciencias Marinas* 6(1): 43-63.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México.

Beckvar, N.R, D. Norris, D. y S. Suter. 1987. *Keys to the shells of Bahía La Cholla, Sonora, México*. In: Flessa, K. (ed.) Paleocology and Taphonomy of Recent to Pleistocene Intertidal Deposits Gulf of California: Paleontological Society, Special Publ., No. 2, Univ. Tennessee. Pp 62-103.

Brownell, R. L. 1986. *Distribution of The Vaquita Phocoena sinus, in Mexican Waters*. *Mar. Mammals Sci.* 2: 299-305.

Brusca, R.C., Cudney-Bueno R., Moreno-Báez M. 2006. *Gulf of California Esteros and Estuarios Análisis, State of Knowledge and Conservation Priority Recommendation*. Final Report to the David and Lucile Packard Foundation by the Arizona-Sonora Desert Museum. Pp 60.

Calderon-Aguilera L.E., Marinone S.G., Aragón-Noriega, E.A. 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.

Castillo-Gurrola, J. 2003. Aplicación de diferentes métodos para estudiar la intrusión salina en acuíferos de Sonora, México. *Tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros: Países mediterráneos*. 3-10 p.

CIAD, 2006. Programa Especial Concurrente para el desarrollo rural sustentable. Distrito de desarrollo rural 139 - Caborca, Sonora. Equipo Técnico. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Dra. María del Carmen Hernández M., M.C. David Romero E., M.C. Araceli Andablo, M.C. Karla Romo, M.C. Antonio Ulloa M. y M.C. Jorge I. León Balderrama (coord.) 200 pp.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2005. Appendices I, II and III. United Nations Environment Program. Génova, Suiza. 48 pp. (Disponible en <http://www.CITES, 2005.org/eng/app/appendices.pdf>)

CONAGUA, 2007. Cédulas Consejos de Cuenca. Comisión Nacional del Agua. Subdirección General de Gerencias Regionales. Gerencia de Consejos de Cuenca. Subgerencia de Planeación. 26 pp.

CONANP, 2005. Propuesta de Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. México.

CONANP 2007. *Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado*. México. 319 pp.

Contreras E. F. 1993. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. Departamento de Hidrología División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. México. 415 pp.

Cudney-Bueno, R. & P. Turk-Boyer. 1998. Pescando entre Mareas del Alto Golfo de California. CEDO. 166 pp.

DOF, 2007. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Acuerdo por el que se da a conocer el resultado de los estudios de disponibilidad media anual de las aguas subterráneas de 50 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológicas que se indican. Diario Oficial de la Federación. Lunes 13 de Agosto del 2007.

Ezcurra, E. 1984. The Vegetation of El Pinacate, Sonora. A quantitative study. Ph.D. University College of North Wales, Bangor, Gwynedd, UK. 117 pp.

Ezcurra, E., M. Equihua y J. Lopezportillo. 1987. The Desert Vegetation of El-Pinacate, Sonora, Mexico. *Vegetatio* 71(1): 49-60.

Ezcurra, E., R.S. Felger, A.D. Russell y M. Equihua. 1988. *Freshwater Islands in a Desert Sand Sea: The Hydrology, Flora and Phytogeography of the Gran Desierto Oases of Northwestern Mexico*. *Desert Plants* 9(2). 64 pp.

Felger, R. S. 1992. *Synopsis of the Vascular Plants of Northwestern Sonora, Mexico*. *Ecologica*, 2(2): 11-14.

Felger, R.S. 2000. *Flora of the Gran Desierto and Rio Colorado of Northwestern Mexico*. The University of Arizona Press. Tucson. AZ.

Felger, R.S. y Broyles B. 2007. *Dry Borders*. Great Natural Reserves of the Sonoran Desert. The University of Utah Press. Salt Lake City. 799 pp.

Gaxiola-Castro, G., S. Álvarez-Borrego y R. A. Schwartaloze. 1978. *Sistema de Bióxido de Carbono en el Golfo de California*. *Ciencias Marinas* 5(2): 25-40.

Glenn, E.P., Nagler, P.L., Brusca, R.C., Hinojosa-Huerta, O. 2006. *Coastal wetlands of the northern Gulf of California: inventory and conservation status*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 16: 5-28.

Gómez-Sapiens, M. M. y E. Soto-Montoya. 2006. Programa de monitoreo de aves playeras en humedales prioritarios de la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. Informe Final. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. 57 pp.

Halfar, J., Godínez-Orta, L., Mutti, M. Valdez-Holguin, J.E. Borges, J.M. 2006. *Carbonates calibrated against oceanographic parameters along a latitudinal transect in the Gulf of California, Mexico*. Sedimentology 53 (2): 297-320

Hartmann, W. 2002. *The mystery of the Hohokam Origins and Disappearance*. Noticias del CEDO. Vol. 10 No.1: 36-41.

Hastings, P. y L. T. Findley, 2007. *Marine fishes of the Upper Gulf of California Reserve, Northern Gulf of California*. In: Felger, R. y B. Broyles (eds.). Dry Borders, great natural reserves of the Sonoran desert. Univ. of Utah Press. 364-382 pp.

Hendrickson, J. R. 1973. *Study of The Marine Environment of The Northern Gulf of California*. Technical Report to Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, Maryland. 106 pp.

Honan, E. y P. Turk-Boyer, 2001. *Reports of olive ridley Lepidochelys olivacea nesting in the Northern Gulf of California*. Report presented at Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, A.C., Ensenada, B.C. 6 pp.

INEGI, 2005. II Censo de Población y Vivienda 2005. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.inegi.gob.mx. Consultado el 23 de Julio del 2008.

INEGI, 2008. Mapa de regiones hidrológicas. Sonora. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.inegi.gob.mx. Consultado el 23 de Julio del 2008.

Kasper-Zubillaga, J.J. y A. Carranza-Edwards. 2005. Grain size discrimination between sands of desert and coastal dunes from northwestern Mexico. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 22 (3): 383-390

Lavin, M. F. y Organista. 1988. *Surface Heat Flux in The Northern Gulf of California*. J. Geoph. Res. 93 (C11): 14033-14038.

Merriam, R. 1969. *Source of Sands Dunes of Southern California and Northwestern*. Sonora, México. Geol. Soc. America Bull. 80: 531-534.

Mellink, E., E. Palacios, & S. Gonzalez. 1997. *Nonbreeding waterlands of the Mexican portion of the Río Colorado, Mexico*. Journal of Field Ornithology 68: 113-123.

Mosiño, P. y E. García. 1974. *The climate of Mexico*. En: World Survey of Climatology, Vol. 2, Climates of North America. R. A. Bryson y F.K. Hare (eds.) Elsevier, New York. 345-404 pp.

Okin, G.S., Mahowald, N. Chadwick, O.A. and Artaxo, P. 2005. Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems. *Global Biogeochemical Cycles* 18

Roden, G. I. y Groves, 1959. *Recent oceanographic investigations in the Gulf of California*. *Mar. Res. J.* 18(1): 10-35.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 (antes NOM-059-ECOL-2001) Que establece las especificaciones de protección ambiental de las especies nativas de México de flora y fauna silvestres en categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* (6 de marzo de 2002).

Turner, R. y D. Brown. 1994. Sonoran desertscrub. Pp. 181-221 en: D. Brown (ed.) *Biotic communities: Southwestern United States and northwestern Mexico*. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah. 342 pp

Valdés-Casillas *et al.* 1999. *Mapping and Management of Coastal Wetlands of Puerto Peñasco, Sonora: A Multinacional Project*. Arizona State University; Center for Conservation of Natural Resources (CECARENA), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey – Campus Guaymas (ITESM-CG); Pronatura Sonora. 34 pp.

Vidal, O., 1990. *Population biology and exploitation of the vaquita, Phocoena sinus*. *Int. Whal. Commn., Sci. Document.* SC/42/SM22. Pp 30.

U.S. Fish and Wildlife Service. Desert pupfish (*Cyprinodon macularius*); species profile. <http://ecos.fws.gov/speciesProfile/SpeciesReport.do?spcode=E044>. Accesado el 28 de julio del 2008.

Walker, B.W. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Systematic Zoology* 9(3): 123-133.

Wiggins, I. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California. 1025 pp.

Witcksten, M.K. 1983. *A monograph on the shallow water caridean shrimps of the Gulf of California, México*. Allan Hancock Foundation Monographs in Marine Biology, 13: 59.

Comunicaciones personales

Iris-Maldonado, Abigail. Programa de Investigación en Humedales Costeros. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. Puerto Peñasco, Sonora. Correo: clabiriso@hotmail.com

Spackeen, Jenna. Programa de Investigación en Humedales Costeros. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C. Puerto Peñasco, Sonora. Correo: j.spackeen@gmail.com

Guzmán, Ofelia. Etnia Tohono O'dham.