

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2014

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

Lorayne Meltzer, Emily Wittman, Héctor Pérez Puig

Prescott College, Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, A.C.

151 Calle Cádiz y Puerto Vallarta

Bahía de Kino, Sonora, México

Tel. (+52) 662 242 00 24

ecwittman@gmail.com, lmeltzer@prescott.edu, hppuig11@hotmail.com

<http://www.prescott.edu/kino-bay-center/index.html>

2. Fecha

Agosto 1, 2012

3. País

México

4. Nombre del sitio Ramsar

Humedales de la Laguna La Cruz

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

Designación como 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: (archivo adjunto).

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. Se incluye el archivo (capa ESRI) junto con esta FIR, el cual incluye la tabla de atributos, vectores del polígono y un archivo de metadatos que describen los límites georreferenciados del sitio propuesto.

b) El límite natural sigue el contorno del cuerpo de agua de acuerdo con el límite de la marea alta (pleamar) o donde llega el mayor embalse anual lo cual corresponde con la franja de los 20 m de la delimitación política de La Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) de la Laguna La Cruz (Figura 1).

02	02	13	2	1	5	4			
----	----	----	---	---	---	---	--	--	--



Los límites generales del sitio incluyen el hábitat de humedales, el cual es importante para el sustento ecológico del sistema e incluso de la economía de la región adyacente. Dentro de los límites del sitio también se incluye el área de la boca de la laguna, la cual es una importante área de sensible transición. En particular, el límite oeste de la laguna esta dado por las aguas adyacentes de Bahía de Kino, mientras que los límites norte, sur y este están enmarcados por elementos no naturales. La Laguna La Cruz se encuentra limitada al noroeste por el pueblo de Bahía de Kino el cual se encuentra a escasos 1.5 km. Su parte norte se encuentra limitada por la carretera estatal Sonora No. 26. En algunos puntos cercanos a la carretera es posible observar el acumulamiento de agua provocado por la influencia de mareas altas o por los escasos eventos de lluvias en la zona, principalmente durante verano. En su porción este-sureste la laguna está limitada por granjas camaronícolas.

8. Coordenadas geográficas:

Las coordenadas extremas del sitio:

Coordenadas Extremas	Longitud Oeste	Latitud Norte
1	-111°51'2.8764"	28°43'28.0236"
2	-111°52'17.562"	28°43'24.726"
3	-111°55'5.682"	28°45'50.7564"
4	-111°55'57.9396"	28°48'45.072"
5	-111°55'5.88"	28°49'42.7512"
6	-111°50'38.4468"	28°49'46.2576"

Las coordenadas del centro aproximado:

ID	Longitud Oeste	Latitud Norte
Centro aproximado	-111°52'52.6512"	28°47'14.766"

La proyección es UTM, zona 12 norte y el datum de referencia es WGS84.

9. Ubicación general:

La Laguna La Cruz, se encuentra ubicada en la región noroeste de México en la costa este del Golfo de California, en el estado de Sonora, municipio de Hermosillo, justo al sur del pueblo pesquero y turístico de Bahía de Kino. La Laguna La Cruz, de acuerdo a la Comisión de Ecología y Desarrollo del Estado de Sonora (CEDES) se encuentra en la Región Centro que es la Provincia Ecológica, o Subprovincia Fisiográfica Sierras y Llanuras Sonorenses, donde se encuentra la región de mayor importancia paisajística por su topografía. La localidad importante más cercana es la ciudad de Hermosillo, principal centro económico-administrativo e incluso capital del estado que se encuentra al este del estero aproximadamente a 107 Km. La población de Hermosillo, Sonora es de 784,342 habitantes (INEGI, 2010).

10. Altitud:

La altitud varía entre los 0 m y 5 m sobre el nivel del mar (con una media de 2 m). La mayor parte del área se encuentra a nivel del mar.

11. Área:

La superficie total del polígono del sitio designado es de 6665.146357 hectáreas tomando en cuenta los datos mencionados en las secciones 7 y 8 de este documento.

12. Descripción general del sitio:

La Laguna La Cruz (también conocida como Laguna costera La Cruz, Estero La Cruz o Estero Santa Cruz) es una laguna de tamaño medio inmediatamente al sur del pueblo de Bahía de Kino. Está compuesta por vegetación salina, mangles, planicies lodosas y marismas, así como también por canales permanentes. De acuerdo al tipo de circulación hidrológica la Laguna La Cruz es considerada un estero negativo o inverso sobre la costa este del Golfo de California. La Laguna La Cruz es el resultado de un proceso de formación de los últimos 10,000 años (Moreno *et al.*, 2005) e históricamente fue la desembocadura del Río Sonora. Su boca es de 1.1 Km de ancho y está dirigida hacia el oeste-suroeste de Bahía de Kino. Cuenta con una profundidad promedio de 1 m y los canales tienen una profundidad mayor a 5 m. En el estero se presentan mareas mezcladas semi-diurnas con una amplitud de 1 m (Valdez-Holguín, 1994). En el centro de la laguna se presenta una variedad de hábitats los cuales incluyen extensas planicies lodosas y arenosas inundadas por mareas (Grijalva-Chon *et al.*, 1996). A lo largo de sus canales se encuentran importantes áreas de mangle negro (*Avicennia germinans*) y en menor extensión de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el perímetro. Estas áreas de manglares son áreas críticas de alimentación y refugio de especies marinas y aves acuáticas. Asimismo dentro de la laguna existe una pequeña porción o "isla" de vegetación desértica sonorenses constituida por las especies: *Pachycereus pringlei*, *Cylindropuntia* spp., *Lycium* spp.; marismas cubiertas con *Allenrolfea* spp, *Salicornia* spp., *Frankenia palmeri*, *Sporobolus virginicus* y *Distichlis palmeri*, y una salina que es inundada sólo en mareas de primavera y en los meses de verano entre mayo y septiembre (Hannah, 2008). En general, se ha observado, que la comunidad de mangle se encuentra intacta, con excepción de manglares perturbados o cortados a lo largo del margen oeste de la laguna. La Laguna La Cruz también se caracteriza por ser un área de protección y crianza de larvas, post-larvas y juveniles de especies acuáticas y terrestres y un importante sitio de reproducción de 99 especies de peces que incluyen a muchas de importancia comercial (Grijalva-Chon *et al.*, 1996). Hemos reportado que la laguna es refugio para 84 especies de aves acuáticas muchas de las cuales se encuentran dentro de alguna categoría de protección en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010; Fleishman, 2011). Asimismo, la laguna es una importante fuente de recarga de los mantos acuíferos y forma una barrera natural que disminuye la fuerza del oleaje por eventos climáticos extraordinarios.

13. Criterios de Ramsar:

Criterios								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
X	X	X	X		X	X	X	

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.

La Laguna La Cruz mantiene uno de los bosques de manglar que se encuentran ubicados en los límites más norteños de su distribución en el Pacífico americano y son de los pocos que se encuentran dentro del Desierto Sonorense. A diferencia de otras zonas de manglar, los mangles de la Laguna La Cruz dependen directamente de las mareas ya que no reciben ningún aporte de ríos o arroyos permanentes, o lluvias considerables. Estos bosques de manglar son áreas de crianza, reproducción y alimentación tanto de recursos pesqueros que mantienen la economía de la comunidad (SUMAR, 2012) como de fauna residente y migratoria. Por ejemplo, la Laguna La Cruz forma parte de la ruta migratoria del Pacífico y es un sitio de descanso muy importante para las aves acuáticas migratorias especialmente para aves playeras, gaviotas y charranes (Fleischner y Gates, 2009). Además, la Laguna La Cruz reúne una combinación de hábitats, marismas, canales, planicies híper-salinas, planicies lodosas los cuales conectan al sistema terrestre con uno de los sistemas marinos más productivos del mundo, el Golfo de California (Glenn *et al.*, 2006).

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

La Laguna La Cruz es una importante zona de invernación, alimentación y reproducción de muchas especies de fauna que se encuentran protegidas por la legislación nacional e internacional. Todas las especies a continuación se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y algunas en la Lista Roja de la UICN y en los Apéndices I, II y III de CITES. La categoría de la Lista Roja de la UICN y el Apéndice de CITES al que pertenecen se da en resaltado y en paréntesis. :

1. Once especies de aves bajo alguna categoría de riesgo. Ocho, bajo la categoría de Protección Especial (Pr): el charrán elegante *Sterna elegans* (**Casi Amenazada**), el charran mínimo *Sterna antillarum* (**Preocupación menor**), la gaviota ploma *Larus heermanni* (**Casi Amenazada**), la gaviota pata amarilla *Larus livens* (**Preocupación menor**), el halcón peregrino *Falco peregrinus* (**Preocupación menor; Apéndice I de CITES**), el gavilán de cooperCooper *Accipiter cooperii* (**Preocupación menor**), el avetoro mínimo *Ixobrychus exilis* (**Preocupación menor**) y la garceta rojiza *Egretta rufescens* (**Casi Amenazada**); dos, bajo la categoría de Amenazadas (A): el ganso de collar *Branta bernicla* (**Preocupación menor**), el rascón picudo de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis*); y una, En Peligro de Extinción (P): el ostrero americano (*Haematopus palliatus frazari*) (Wittman, 2012).

El Programa de Monitoreo de Aves Acuáticas de Prescott College han identificado 19 especies de aves acuáticas anidando en La Laguna La Cruz (Fleishman, 2011; Wittman, 2012). Entre ellos, 5 se encuentra bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010; *Egretta rufescens*; , *Rallus longirostris yumanensis*, *Haematopus palliatus frazari*, *Ixobrychus exilis* y *Sterna antillarum* (Anexo, Tabla 3).

2. Dos especies de flora bajo la categoría de Amenazadas (A): el mangle negro *Avicennia germinans* (**Preocupación menor**) y el mangle rojo *Rhizophora mangle* (**Preocupación menor**). Aun cuando se desconoce la cobertura exacta (km² o hectáreas) de estos bosques de manglar en la Laguna La Cruz se reconocen como los manglares más septentrionales del mundo y como zonas esenciales que funcionan como criaderos para muchos animales (Hannah, 2008).
3. Una especie de tortuga que se encuentran bajo la categoría de En Peligro de Extinción (P) bajo la la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, en peligro de acuerdo a la Lista Roja de la UICN y además se encuentra en el apéndice I de CITES (CITES, 2012). : la tortuga marina prieta (*Chelonia mydas*).En La Laguna La Cruz hay zonas habituales de alimentación y descanso para ésta y el resto de las especies de tortugas marinas (Becerra, 2012).

4. Una especie de pez: la totoaba *Cynoscion macdonaldi* (**En peligro crítico**) que es el único pez marino incluido desde 1976 en la lista de especies En Peligro de Extinción (INE, 1996: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/2/agolfo.html>).
5. Una especie de invertebrado que se encuentran bajo la categoría de Protección Especial (Pr); el pepino de mar (*Isostichopus fuscus*) (Bruckner *et al.*, 2003).

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 las condiciones oceanográficas en la Laguna La Cruz, han propiciado la diversificación de plantas y animales adaptados a estas condiciones particulares.

Existe un registro de 84 especies de aves acuáticas; asimismo es hábitat de una colonia de 10 especies de garzas, formada por cientos de parejas (Fleishman, 2011). La laguna está ubicada en la zona donde se tiene el registro de anidación más norteño de espátula rosada (*Platalea ajaja*) a lo largo de la costa del Pacífico de Norte América (Fleishman y Blinick, 2011).

La Laguna La Cruz por ser uno de los pocos esteros negativos del mundo que se encuentran en la región norte del Golfo de California (Glenn *et al.*, 2006) genera que las especies que lo habitan estén adaptadas para condiciones muy salinas, y puedan sobrevivir sin aportes de agua dulce regulares, como las plantas de *Frankenia spp* que se encuentra en muchas áreas en el estero (Hannah, 2008).

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.

Debido a la configuración, la posición de la barra de arena próxima a la boca y la comunidad vegetal hacen de la Laguna La Cruz un sitio que alberga condiciones óptimas para el refugio de fauna durante condiciones climáticas adversas (fuertes vientos y oleaje e incluso algunos efectos provocados por huracanes). Éstas mismas características brindan servicios ambientales al mismo pueblo de Bahía de Kino.

El humedal es una importante zona de crianza de multitud de especies, tanto de moluscos y crustáceos que abarcan desde especies microscópicas de plancton hasta macro-invertebrados. Las larvas viven en el estero hasta que están listos para unirse a la comunidad de zooplancton del Golfo de California. Las familias de peces Gobiidae, Atherinidae, Gerreidae y Engraulidae destacan a nivel larval y juvenil. Especies de las familias Urolophidae y Gobiidae se encuentran en diferentes estadios de desarrollo, lo que indica que tienen alta dependencia a la laguna para su ciclo vital. Esto demuestra la importancia para muchas especies de peces que hacen uso de la laguna como zona de refugio, alimentación y/o reproducción (Becerra, 2012). La rápida y continua liberación del agua provocada por las mareas ayuda a las larvas flotantes para ser expulsadas hacia el océano, donde seguirán con la próxima etapa de en su ciclo de vida. Si no fuera por las corrientes de marea, las larvas podrían estar expuestas a la depredación de aves y otros carnívoros marinos. La red de canales del estero les brinda a las larvas y juveniles de muchas especies una ligera ventaja para su supervivencia y crecimiento que pueden no encontrar en las zonas costeras (Grijalva-Chon, y Bazzara-Gardado, 1992). Cuando vuelve la marea alta, el agua que ingresa proporciona oxígeno a los sedimentos anaeróbicos. El agua también trae materia orgánica (alimento) para las comunidades bentónicas que habitan en los fondos lodosos. Este ciclo de reciclaje continuo de los sedimentos y los recursos hacen que el estero se mantenga relativamente sano (World of Earth Science <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3437800201.html>).

Más de 154 especies de aves, incluyendo 84 de aves acuáticas, se han registrado en la Laguna La Cruz (Fleishman, 2011). La laguna es parte del Corredor Migratorio del Pacífico y sirve como sitio de descanso, alimentación y anidación para aves incluyendo al playerito occidental (*Calidris mauri*), rascón picudo de Arizona (*Rallus longirostris yumanensis*) y la avoceta americana (*Recurvirostra americana*) (Gómez-Sapiens y Soto-Montoya, 2006). Asimismo, la laguna también es un sitio muy importante de descanso para las aves acuáticas migratorias, especialmente para aves playeras, gaviotas y charranes (Fleischner y Gates, 2009).

El aporte de nutrientes al medio marino de la Laguna La Cruz y su papel como zona de crianza contribuyen a la cadena trófica de la Región Oriental de Las Grandes Islas del Golfo de California, ésta región sustenta 35 (36%) especies de mamíferos marinos. Treinta y una de estas especies son cetáceos de los subordenes Odontoceti y Mysticeti. Esto representa poco más de un tercio de las especies de cetáceos del mundo. La región de Grandes Islas del Golfo es particularmente importante para especies residentes, transitorias y migratorias de cetáceos (Urbán *et al.*, 2005)

Criterio 6: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta de manera regular el 1% de los individuos de una población de una especie o subespecie de aves acuáticas.

En la laguna, las dunas y las planicies lodosas proporcionan sitios seguros de descanso para todas las especies de aves acuáticas y en combinación con la laguna ofrecen un importante hábitat de forrajeo. Es un sitio muy importante de descanso para las aves acuáticas migratorias especialmente para aves playeras, gaviotas y charranes, ubicado en la ruta migratoria del Pacífico. Se muestran los resultados del censo de aves realizado entre 2009 y 2011 en la Laguna La Cruz con niveles de abundancia mayores al 1% de la población total estimada (Anexo, tabla 1). De las 84 especies de aves acuáticas registradas, 9 de ellas tienen poblaciones en números mayores al 1% de su población total (Thomas *et al.* 2012 y Wetlands International 2013). Estas aves son el Charrán elegante (*Sterna elegans*), el Rayador americano (*Rynchops niger*), el Ostrero americano (*Haematopus palliatus*), el Chorlo nevada (*Charadrius alexandrinus*), el Charrán real (*Thalasseus maximus* syn. *Sterna maxima*), el Chorlo pico grueso (*Charadrius wilsonia*), el Charrán de Forster (*Sterna forsteri*), el Playero pihuhui (*Catoptrophorus semipalmatus*), y el Picopando canelo (*Limosa fedoa*). Por ejemplo, en el estero hay una significativa formación de parejas y actividad de copulación de *Sterna elegans*: se han censado hasta 13,000 especímenes que representan el 4.81% de la población anidante global que probablemente llegan cada primavera antes de que se vayan a anidar a Isla Rasa. Las observaciones de la Programa de Monitoreo de Aves Acuáticas de Prescott College indican que muchos o todos los individuales del Ostrero Americano (*Haematopus palliatus*) son el subespecies (*Haematopus palliatus frazari*); Si es correcto (necesita análisis genéticos), estos representan 38.57% de la población total (Wittman, 2012). Se han llegado a registrar más de 39,000 aves usando la laguna para alimentarse, descansar y anidar según el Programa de Monitoreo de Aves Acuáticas de Prescott College que ha llevado a cabo 50 visitas para realizar censos de aves desde el 2009 (Ver Anexo, Tabla 1; Fleishman, 2011; Wittman, 2012). En adición, 3 de las especies con abundancias más de 1% de su población total (el Chorlo Nevado, el Ostrero Americano, y el Chorlo Pico Grueso) anidan en La Laguna La Cruz (Fleishman, 2011; Wittman, 2012).

Criterio 7: Un humedal deberá ser considerado de importancia internacional si sustenta una proporción significativa de las subespecies, especies o familias de peces autóctonos, 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.

La Laguna La Cruz es importante para conservar la diversidad ictiológica de la entidad por ser el cuerpo de agua del estado de Sonora con mayor número de especies de peces registradas: 96 que corresponden a 34 familias y a 63 géneros (Grijalva-Chon *et al.*, 1996) (Ver Anexo, Tabla 2).

La familia Gobiidae es la más abundante del ictioplancton cuyos organismos juegan un papel significativo en el balance energético del ecosistema: son detritívoros y convierten energía potencial del detritus en energía utilizable por los niveles tróficos superiores (Castro y Grijalva Chon, 1992). La especie *Quietula guaymasiae* de la familia Gobiidae es una especie residente del ecosistema (Grijalva-Chon *et al.*, 1996). Esta especie según la IUCN (2012) está registrada con la categoría de Casi Amenazada bajo el criterio B, debido a que se localiza en una superficie estimada de menos de 3,000 km² de ambientes costeros del Golfo de California mismos que están disminuyendo por desarrollos costeros y acuicultura (Findley, 2010). Especies de peces como *Eucinostomus* spp. y *Gerres cinereus* de la familia Gerresidae, utilizan el estero para protección y alimentación en sus primeros estadios de desarrollo; *Leuresthes sardina*; *Sardinops sagax*; *Anchoa macrolepidota* y *Selene brevorti*, la usan como zona de alimentación, mientras *Urobatis maculatus*, *U. concentricus* y *U. halleri* de la familia Urolophidae que llegan a constituir la mitad de las capturas en los meses de invierno, son especies residentes. Asimismo, la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), aunque prácticamente extinta en la pesquería comercial, de la cual aparentemente su población se está recuperando; es una especie endémica del Golfo de California que se ha encontrado en aguas adyacentes a la Laguna La Cruz (Torre-Cosío, 2002).

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, como el que forma la Laguna La Cruz, se encuentran entre los ecosistemas más productivos del mundo, además que proveen refugio, sustrato y alimento a especies de las que dependen pesquerías comerciales, recreativas y aves migratorias. Los manglares que constituyen a la Laguna La Cruz tienen una gran influencia en la estructura de las comunidades marinas a su alrededor, ya que incrementan la biomasa de peces, crustáceos, moluscos y otros invertebrados de importancia comercial, que pasan parte de sus ciclos de vida en el manglar, por lo que la pérdida de estos ecosistemas es un factor que contribuye a la degradación de los océanos (Ogden, 1980 en Short y Wyllie-Echeverria, 1996).

“Las 99 especies de peces encontradas en Laguna La Cruz indican la alta riqueza de especies en este sistema. Este número de especies es mayor que lo reportado para otros cuerpos lagunares del estado de Sonora. Las especies más representativas según el índice de valor biológico, fueron: juveniles de *Leuresthes sardina* y juveniles y adultos de *Urolophus maculatus*. Las familias Gobiidae, Atherinidae, Gerresidae y Engraulidae fueron importantes a nivel larval y responsables de los valores mínimos de diversidad. Además, representantes de estas familias destacaron en etapa juvenil. De esta forma, los cambios en la diversidad estuvieron influenciados por la sucesión de especies dominantes. Especies de las familias Urolophidae y Gobiidae se encontraron en diferentes estadios de desarrollo, lo que indica que tienen alta dependencia del sistema para su ciclo de vida. Se sugiere que la Laguna la Cruz es importante para muchas especies de peces que hacen uso extensivo de ella como zona de refugio, alimentación y/o reproducción” (Grijalva-Chon *et al.*, 1992) (Ver Anexo, Tabla 2).

Debido a la cercanía entre la Laguna La Cruz y el Canal del Infiernillo (el cual cuenta con la designación como sitio RAMSAR) que puede ser de aproximadamente 30km, es probable que exista un flujo y traslapo de muchas de las especies que se han reportado en este último, como *Mugil cephalus*, *Urolophus* spp., *Sphoeroides annulatus*, *Leuresthes sardina*, entre otros (Torre-Cosío, 2002).

15. Biogeografía:

a) Región biogeográfica:

La Laguna La Cruz se encuentran inmerso en el Desierto Sonorense, en la Provincia Biogeográfica que lleva el mismo nombre, 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 Laguna La Cruz pertenece a tres diferentes subprovincias fisiográficas, la clasificada como *gran bajada con lomerío*, la cual es la zona noreste de la costa de Bahía de Kino que abarca desde el límite norte de Bahía de Kino hasta la parte central de la laguna. Ahí colinda con un área de *llanura deltáica salina*, que es el final del abanico deltáico de Hermosillo, en lo que era la desembocadura del Río Sonora, y alterna con un área de *sierra escarpada compleja* a la altura de Cerro Prieto y sus alrededores. El límite sureste de la Laguna La Cruz está conformado por *sierra escarpada compleja*, llegando hasta la localidad conocida como Los Morritos. (Moreno *et al.*, 2005).

b) Sistema de regionalización biogeográfica:

1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1997). Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. México.
2. Moreno, C., A. Weaver, L. Bourillón, J. Torre, J. Égido y M. Rojo. 2005. Diagnóstico Ambiental y Socioeconómico de la Región Marina-Costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable. Comunidad y Biodiversidad, Asociación Civil. Bahía Bacoichibampo s/n, Fracc. Lomas de Cortés, Guaymas, Sonora, 85450, México 88 pp.

16. Características físicas del sitio:

Geología/Geomorfología. Aunque no existe información específica sobre la geología o geomorfología de la Laguna La Cruz, creemos que podemos utilizar los estudios que se tienen de la región de Bahía de Kino para intuir algunos aspectos. Esta región presenta tres grupos principales de roca: sedimentarias del Paleozoico, volcánicas y plutónicas del Mesozoico; y volcánicas y volcanoclásticas del Cenozoico. Las rocas más antiguas son rocas sedimentarias y metasedimentarias del Precámbrico Tardío y del Paleozoico (Abbot, 2002 en Moreno *et al.*, 2005) (Ver Anexo, Figura 2). Bahía Kino presenta algunos afloramientos de andesitas y riolitas, y muchos y más extensos afloramientos de granitos y granodioritas formados durante el Mesozoico. Durante el Cenozoico se depositaron en la región, extensivamente andesitas, riolitas y vulcanoclastos en el Oligoceno y el Mioceno como aluvión en el Cuaternario. Este último es el tipo de rocas sedimentarias más común en la región de Bahía Kino y regularmente se encuentra embebido en cenizas volcánicas y lava (Moran, 1994 en Moreno *et al.*, 2005). Lo que sabemos de la Laguna La Cruz es que se formó en lo que era la desembocadura del Río Sonora hace unos 10,000 años. Por su origen y geomorfología, La Laguna La Cruz es una laguna costera del tipo I-C (III-A) según la clasificación de Lankford (1977). Esta laguna tiene su eje principal orientado del noroeste al sureste; en su parte nororiental una pequeña barra de arena; una boca permanente de un kilómetro de ancho; y no tiene descargas de ríos. El área total de la laguna es de aproximadamente 3,622 hectáreas (Glenn *et al.*, 2006) con un volumen de agua de alrededor de $58 \times 10^6 \text{ m}^3$; su profundidad promedio es de alrededor de 2m; en los canales de mayor profundidad de 5 m en la boca, y canales de un metro en marea baja (Gilmartin y Revelante, 1978; Castro-Longoria *et al.*, 1989 en Grijalva-Chon *et al.*, 1996). La laguna que se forma en el estero es de origen marino, formada por la acción de las mareas y corrientes, las cuales forman esteros de poca profundidad, y crean salinas que se forman con la evaporación del agua de mar (Contreras, 1993; Moreno *et al.*, 2005). El fondo está constituido principalmente de material fino del tipo limo y limo-arenoso (De la O *et al.*, 1985 en Grijalva-Chon *et al.*, 1996).

Clima: El clima de Bahía Kino en la clasificación de Köppen modificada por García es de tipo BWhw (x') clasificado como muy seco (Moreno *et al.*, 2005).

En esta región se distinguen claramente dos épocas: una cálida que se presenta durante junio a octubre con temperaturas de $29.6 \pm 1.9^{\circ}\text{C}$ (en ocasiones las temperaturas pueden superar los 38°C y en ocasiones los 43°C); y una fría, de diciembre a abril, con temperaturas de $17.3 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$; y una de transición que se observa en los meses de noviembre y mayo con temperaturas intermedias de 22.4 ± 1.6 y $24.9 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Robles y Marinone, 1987 en Moreno-Soto *et al.*, 2000). En esta región no existen ríos perennes, solamente los arroyos que se forman en las dos épocas de lluvias (verano e invierno-primavera) (Morales, 2010).

La región es considerada como Árida a extremadamente Árida con una precipitación anual promedio de 122 mm; la evaporación registra valores de 2.5 mm/día en diciembre hasta 8 mm/día en junio, con un promedio anual de 5.6 mm/día. En total la evaporación anual suma alrededor de 1,900 mm (Moreno *et al.*, 2005). La salinidad del agua marina es de 35 ppm, pero alcanza los 40 ppm en los esteros (Torre-Cosío, 2002).

Vientos: “No obstante que la naturaleza de los vientos dentro del Golfo de California es de tipo monzón, estos vientos cargados de humedad pasan sobre la zona sin descargarla. El ciclo anual dominante de vientos en la zona presenta fuertes vientos del sureste durante el verano (junio-agosto) que soplan noche y día, y fuertes vientos del noroeste en invierno (diciembre-febrero), que por lo regular soplan solo durante el día con duración de 2-5 días. Durante marzo y abril se presentan una calma relativa. Existen otros tipos de viento, los llamados localmente *westes* que provienen del oeste y que son comunes de octubre a febrero. Los *toritos* son vientos del este que se presentan en verano, al igual que los *chubascos* sólo que estos transportan humedad y en ocasiones provocan fuertes lluvias” (Moreno *et al.*, 2005).

Fluctuaciones en el nivel del agua/variaciones de marea. Las fluctuaciones de marea son extremas en el Golfo de California. Se presentan ciclos de mareas diurnas y semi-diurnas con amplias variaciones en el nivel del mar hasta cerca de 10 m (Kasper-Zubillaga y Carranza-Edwards, 2005). En el Canal del Infiernillo muy próximo a la Laguna La Cruz la amplitud de la mareas es grande y en algunas zonas llega a ser de hasta de 2.80 m (Merifield *et al.*, 1970 en Lancín 1985).

Química del agua y calidad. En la Laguna La Cruz los valores mínimos de temperatura (21.5°C) y los valores máximos de salinidad y pH fueron de $43 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$ y 7.42, respectivamente (Botello *et al.*, 1992). Según Castro y Grijalva-Chon (1992), la temperatura en el estero muestra una clara tendencia estacional con valores entre 32°C (septiembre) y 16°C . El agua del estero es hipersalina, su salinidad mensual promedio fluctúa entre 35 y $40 \text{ }^{\circ}/_{\infty}$; la concentración de fosfatos promedio es de 0.21 a 3.6 mM; los nitratos registran valores entre 0.42 a 3.8 mM; los valores de nitratos varían desde cantidades indetectables hasta de 0.38 mM; el seston total, inorgánico y orgánico presenta valores mínimos de 10.2, 7.0 y $3.0 \text{ g}/\text{m}^3$ y máximos de 62.0, 35.2 y $6.9 \text{ g}/\text{m}^3$, respectivamente. Temporalmente, los máximos y mínimos de las variables coincidieron solo parcialmente; y la variación espacial de las concentraciones, mostraron homogeneidad en varias ocasiones y en los meses en que no se presentó no mostró un patrón definido. Probablemente, la alta variabilidad del sistema se deba al fuerte intercambio producido por las mareas.

De acuerdo a Moreno-Soto (2000), la temperatura superficial del mar está correlacionada directamente con la temperatura ambiental ($r=0.99$), con valores promedios máximos en agosto de 30.9°C y mínimos en enero de 15.5°C . En los meses de mayo y noviembre las temperaturas fueron intermedias.

Los valores registrados de los principales factores fisicoquímicos y biológicos del agua presentaron también dos épocas con valores diferentes entre verano e invierno. La concentración del oxígeno disuelto fluctuó entre 1.27 y 6.83 ml l^{-1} . En verano, en general los valores fueron de $3.89 \pm 0.9 \text{ ml l}^{-1}$, y en

invierno $4.74 \pm 0.77 \text{ ml l}^{-1}$; la Chl a registra valores promedios mayores en verano: $1.56 \pm 0.84 \text{ mg m}^{-3}$ que en invierno: 0.06 a 6.55 mg m^{-3} ; y la productividad primaria neta, al igual que la Chl a presentó valores más altos en verano: $1.71 \pm 1.1 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ presentando un máximo en julio: $2.91 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ h y el mínimo en invierno: $0.42 \pm 0.33 \text{ ml O}_2 \text{ l}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (Moreno *et al.*, 2005).

Una de las situaciones que preocupan sobre la calidad del agua en la Laguna La Cruz es la descarga de los efluentes de las granjas camaronícolas que se encuentran muy próximas a este. Estos efluentes aportan al estero niveles significativamente altos de salinidad, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos inorgánicos, materia orgánica particulada, clorofila, bacterias y valores bajos de oxígeno disuelto y transparencia. Aún cuando la laguna tiene una capacidad para diluir la salinidad, presenta cambios generados por estos efluentes debidos a la acumulación de sólidos (totales e inorgánicos), materia orgánica, productividad primaria y biomasa bacteriana, lo cual afecta los procesos biogeoquímicos y las condiciones ambientales (Barraza, 2012).

Suelo: La edafología de la Laguna La Cruz está caracterizada por tres tipos de suelos: Regosol Éutrico, que se extiende hasta la orilla norte del estero. Ahí el suelo cambia a tipo Solochnak Órtico, rodeando al estero y extendiéndose unos 5 km hacia el sur. Y en la parte suroeste del estero se presentan suelos tipo Litosol como en la barra formada por la Punta San Nicolás (Ver Anexo, Figura 3; Moreno *et al.*, 2005).

En estudios de suelos realizados en la Laguna La Cruz, se distinguen tres zonas que muestran una gran variabilidad espacial en las cuantificaciones de arena, limo, arcilla, humedad, pH, conductibilidad eléctrica (CE), aniones y cationes. Los valores del sodio, potasio, calcio, magnesio, cloruros, sulfato, CE y humedad de suelo, varían en función de la influencia del agua de mar observándose los valores máximos en la zona ubicada más próxima al mar y disminuyendo hacia la zona más interna que tiene límites con suelos de tierra firme. Se observó que la distribución de sedimentos es de más gruesos en la boca (arena) a más fino (limo arenoso) conforme se aleja de esta hacia el interior. La materia orgánica es afín a la disminución del tamaño del grano del sedimento (Villalba y Pizzani, 1991).

El contenido proporcional de iones en el suelo es igual al existente en el agua por ser esta la principal fuente de sales hacia estos suelos. (Villalba y Pizzani, 1991).

17. Descripción sucinta de la cuenca de captación:

La cuenca de captación que podemos considerar es la misma bahía frente a las costas de Bahía de Kino y en cierta medida la parte sur del Canal del Infiernillo. Sin embargo, se debe considerar la influencia de la Región de las Grandes Islas del Golfo de California debido a sus aspectos físicos, oceanográficos y ecológicos. El Golfo de California, con sus características oceanográficas únicas, es uno de los mares con una alta biodiversidad y de los más productivos, que sustenta complejas y dinámicas redes tróficas en el planeta. La región costera y marina de Bahía de Kino y las Grandes Islas del Golfo de California contribuyen en gran medida a esta alta diversidad, como resultado de la interrelación de varios factores oceanográficos (por ejemplo, surgencias) y ecológicos, que originan una zona rica en nutrientes y una constante productividad primaria.

a) Superficie: Bahía de Kino ($28^{\circ}45' - 29^{\circ}57' \text{N}$ y $111^{\circ}54' - 112^{\circ}16' \text{W}$) cuenta con un área aproximada de 600 km^2 (Moreno *et al.*, 2005). Mientras que el Canal del Infiernillo tiene un área aproximada de 297 km^2 (Torre-Cosío, 2002). Bahía de Kino y el Canal del Infiernillo describen una forma de embudo, lo cual les confiere características muy particulares. Bahía de Kino presenta condiciones más oceánicas que el Canal de Infiernillo, debido a la influencia de aguas de zonas de gran profundidad, como la Cuenca de Tiburón, en la punta suroeste de la Isla Tiburón. En términos generales la bahía presenta una pendiente suave en dirección norte-sur (5–30 m) en la que se forman importantes áreas de surgencia por los fuertes vientos durante los meses de invierno.

b) Geología y características geomorfológicas generales; La mayoría de las características costeras de Bahía de Kino se formaron hace 5,000 a 6,000 años, lo que es muy reciente en escala geológica.

c) Tipos de suelo, en general; Las principales características costeras de Bahía de Kino son playas, acantilados, estuarios, barras de arena, dunas de arena y plataformas moldeadas por el oleaje, abanicos aluviales, bajadas y pedimentos (Moreno *et al.*, 2005). La costa continental del Canal del Infiernillo es arenosa, con excepción de Punta Ignacio, Punta Sargento y Cabo Tepopa, las cuales son áreas rocosas (Torre-Cosío, 2002).

d) Clima (incluida la caracterización del tipo de clima): El clima de Bahía Kino y el Canal del Infiernillo es de tipo BWhw (x') clasificado como muy seco (Moreno *et al.*, 2005). Este clima se distingue por una época cálida (junio a octubre con temperaturas arriba de los 29°C) y una fría (diciembre a abril, con temperaturas menores de los 15°C).

18. Valores hidrológicos:

Antes la Laguna La Cruz era la desembocadura natural del Río Sonora, sin embargo ya no existe este aporte de agua dulce. El escurrimiento de agua dulce superficial hacia la Laguna La Cruz es nulo y tiene muy poca importancia en la dinámica hídrica y sus funciones, ya que casi en su totalidad esta dinámica está basada en agua salada aporte de los ciclos de mareas y por influencia del viento (Botello *et al.*, 1992). Los ciclos de marea obedecen a periodos de 24 y 12 horas (ciclos diurnos y semi-diurnos). La dinámica hídrica del estero también es inducida los cambios asociados a mareas vivas y muertas, así como los ciclos estacionales y anuales determinan su variabilidad.

Los manglares y las dunas de La Laguna La Cruz absorben la fuerza de los vientos, lluvias y marejadas. Sin protección las playas se erosionan, los canales y esteros se alteran y las comunidades costeras se ponen en grave riesgo de sufrir inundaciones.

19. Tipo(s) de humedal(es):

a) Presencia

1. Marino-costero: A • E • F • G • H • I
2. Humedales continentales: Q • R • Sp • Ss
3. Humedales artificiales: 5 • 9

b) Tipo Dominante: Hay tres tipos de hábitat dominante en orden de mayor presencia: Pantanos y esteros (H); Humedales intermareales arbolados (I); y Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos (G).

20. Características ecológicas generales:

La Laguna La Cruz es reconocida por su importancia ecológica como fuente de productividad y área de vital importancia para procesos ecológicos como alimentación y reproducción de una gran cantidad de fauna marina y terrestre. La laguna es un componente importante del ecosistema costero de la región de Bahía de Kino. La Laguna interactúa con las mareas exportando alimento y energía a los ecosistemas desérticos y marinos circundantes, suministrando materiales orgánicos y elementos importantes para sustentar dinámicas y complejas redes tróficas (Okin *et al.*, 2004). De este modo, la Laguna La Cruz, puede considerarse como un verdadero "oasis en el desierto", concentrando alimento en un paisaje árido. Como ejemplo de su importancia al Laguna La Cruz se encuentra situada a largo del corredor del Pacífico, importante corredor migratorio de aves playeras que anidan en el noroeste de Norteamérica y que pasan la temporada invernal en el Golfo de California. Asimismo, el estero se encuentra entre dos

hábitats importantes para aves playeras, la región del delta del Río Colorado y las extensas marismas de Ensenada de Pabellones y Bahía de Santa María en el estado de Sinaloa; haciendo de la Laguna La Cruz un importante sitio de descanso, anidación y alimentación para las aves durante estas largas migraciones (Fleischner y Riegner, 1993), tales como el charrán mínimo (*Sterna antillarum*; Mellink, et al., 1997).

Los humedales que bordean la laguna realizan funciones importantes en el almacenamiento y buena calidad del agua y la protección contra inundaciones. Las plantas de los humedales y suelos también actúan como una barrera natural entre la tierra y el mar disipando las marejadas. Los mangles protegen de la erosión y estabilizan la línea de costera (SUMAR, 2012).

La Laguna La Cruz sirve 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 aporta nutrientes a la vegetación de la marisma (Okin et al., 2004). El estero exporta energía en la forma de materia orgánica, principalmente en la forma de detritus derivado de las plantas halófilas al ambiente marino.

Los hábitats de la Laguna La Cruz, 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.; Torre-Cosío, 2002).

21. Principales especies de flora:

La comunidad vegetal de la Laguna La Cruz está compuesta por especies de flora halófila que están bordeadas por arbusto del desierto de Sonora y comunidades de cactus (Ver Anexo, Figura 4). La estructura y composición de la comunidad vegetal en la Laguna La Cruz representa un ecotono entre las comunidades de manglares tropicales hacia el sur y las comunidades de marismas al norte. Las comunidades de manglar en el estero se caracterizan por mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). La marisma y las salinas son dominadas por las plantas de las familias Bataceae, Amaranthaceae, Frankeniaceae y Aizoaceae (Hannah, 2008). Tanto la marisma como las comunidades de manglares se encuentran en los extremos de su rango de tolerancia, sin embargo la diversidad de hábitats son un factor importante en la diversidad de aves acuáticas que usan La Laguna La Cruz. Desde ahora, no existen estudios sobre especies de plantas introducidas y/o invasoras.

22. Principales especies de fauna:

La Laguna La Cruz está inmersa dentro del Golfo de California reconocido por su gran riqueza biológica y alta productividad en sus aguas (Brusca et al., 2006). El área circundante a la Laguna La Cruz "...cuenta con una gran riqueza de invertebrados debido a la variedad de ambientes que incluyen aguas someras con fondo arenoso, zonas de manglar, áreas rocosas de baja, mediana y relativamente alta profundidad. Son 7 las especies de esponjas que habitan, además de 16 especies de cnidarios de las cuales 9 son anémonas. Los anélidos están representados por 12 especies, mientras que el grupo de los moluscos es uno de los grupos más diversos, con 21 especies de bivalvos de los cuales varios son de importancia comercial, y 18 gasterópodos; además de calypteridos, cromidoridos, poliplacóforos y el grupo de los cefalópodos con 4 especies, todas importantes desde el punto de vista económico. Otro grupo numeroso es el de los crustáceos con 3 especies de balanos, 3 de isópodos y 9 especies de camarón, de las cuales son explotados comercialmente en la región el camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), azul (*Penaeus stylirostris*) y el blanco (*Litopenaeus vannamei*), todos de gran valor comercial; y en menor importancia el camarón roca o cacahuete (*Sicyonia penicillata*). Hay 36 especies de cangrejos, entre las cuales está la jaiba verde (*Callinectes bellicosus*) que es una importante fuente de pesca comercial para los habitantes de la región. Los equinodermos están representados por 13 especies de estrellas de mar y 6 de erizos, además de 8 especies de pepino de mar, entre las cuales está el pepino de mar café

(*Isostichopus fuscus*), que no obstante de estar protegido por la NOM-059-SEMARNAT-2010 con el estatus de Sujeto a Protección Especial, es fuertemente explotado comercialmente en la zona de manera ilegal” (Felger y Moser, 1991; Moreno *et al.*, 2005).

La laguna La Cruz además de servir como un sitio de descanso y de alimentación, también anidan 18 aves acuáticas de acuerdo a los resultados del “Monitoreo de anidación de las aves acuáticas en el Estero Santa Cruz” del Prescott College (Fleishman, 2011; Wittman, 2012; Ver Anexo, Tabla 3). De estas especies, 6 se encuentran bajo alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Ver Anexo, Tabla 3; SEMARNAT, 2010).

Hay muchas otras especies de aves no acuáticas, como la matraca del desierto (*Campylorhynchus brunneicapillus*) que también hacen uso de algunas áreas del humedal para su anidación. En la región de Bahía de Kino, Sonora, se han registrado 292 especies de aves terrestres y marinas (Fleishman, 2011).

En aguas muy próximas a la Laguna La Cruz (a menos de 15 km de la boca), es común observar individuos de ballenas de aleta (*Balaenoptera physalus*) y ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en invierno y tursiones o toninas (*Tursiops truncatus*) durante todo el año (Pérez-Puig y Meltzer, 2012). Frente al lugar conocido como San Nicolás (a menos de 10 km al suroeste del estero) se han reportado numerosos grupos de ballenas de aleta alimentándose en superficie, lo cual hace a esta zona como una de las más importantes de la región para la alimentación de esta especie residente del Golfo de California (Pérez-Puig y Meltzer, 2012).

Todas las especies de ballenas y delfines presentes cerca de las aguas de la Laguna La Cruz cuentan con alguna categoría de protección. A nivel nacional todas las especies figuran como sujetas a Protección Especial (Pr) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010); mientras que a nivel internacional están enlistadas en diferentes categorías dentro de la Lista Roja de la IUCN (IUCN, 2012) y la CITES (CITES, 2012). Las ballenas *Balaenoptera physalus* está bajo la categoría de En Peligro de acuerdo a la Lista Roja de la IUCN y en el apéndice I de CITES mientras que las ballenas *Megaptera novaeangliae* y *Tursiops truncatus* se encuentran bajo la categoría de Preocupación menor y en los apéndices I y II de CITES respectivamente.

Desde ahora, no existen estudios específicos sobre especies introducidas y/o invasoras, pero los Cooperativas Ostionerías se cultivan las ostras japonesas (*Crassostrea gigas*). Es una especie no nativa que se produce y se distribuye en forma larvaria por el Centro Regional de Estudios Marinas del Estado de Sonora (CREMAS). El impacto del aumento de una especie no nativa aquí es desconocido (Meltzer, 2012). En adición, hay muchos gatos y perros domésticos que andan en el estero y tiene ciertos impactos en la fauna (Fleishman, 2011 y Wittman, 2012).

23. Valores sociales y culturales:

“Los primeros habitantes de la región de Bahía de Kino, fueron los integrantes de la comunidad indígena de los Comcaác o Seris, ya que se pueden fechar vestigios arqueológicos en la zona de hasta 2,000 años. Estos indígenas habitaban las zonas centrales del actual territorio del Estado de Sonora, principalmente frente a la costa y en las islas del Golfo de California, cubriendo un territorio extenso que limitaba al sur con el Río Yaqui y al norte con el Desierto de Altar” (Sheridan, 1999).

Evidencias de estos vestigios, en forma de puntas de flechas y pedazos de vasijas se han encontrado por jóvenes del Club de Ecología “Xapoo” (club de la preparatoria de Bahía de Kino acompañados por el Programa de Educación Ambiental de Prescott College) durante actividades de educación ambiental y campañas de limpieza de playas en algunas zonas dentro del estero (Robledo-Mejía *et al.*, 2012). Se desconoce si existan estudios formales sobre arqueología en la Laguna La Cruz o en sus alrededores.

“La consolidación de Bahía de Kino como centro de población ha estado siempre estrechamente ligada al uso de los recursos marinos en sus alrededores (entre ellos sin duda la Laguna La Cruz). La población de Bahía de Kino ha dependido de estos recursos para su desarrollo económico, a través de la pesca comercial y la pesca deportiva” (Moreno *et al.*, 2005). Existe un moderado uso humano en la Laguna La Cruz, representado por actividades de pesca artesanal. Familias visitan el estero para acampar y pasar tiempo al aire libre. La zona presenta una importancia cultural y religiosa para la gente local, lo cual es representado por un pequeño santuario cerca de la boca del estero.

24. Tenencia de la tierra /régimen de propiedad:

El Sitio está constituido por la Zona Federal Marítimo Terrestre cuya administración le corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Existen varias concesiones autorizadas por la SEMARNAT en la laguna, la mayoría de estas se encuentran a lo largo de la barra de arena próxima a la boca y al sureste del estero (Ver Anexo, Figuras 5a y 5b).

a) Dentro del Sitio Ramsar:

Terrenos Nacionales, posesión y Propiedad Privada.

b) En la zona circundante:

Terrenos Nacionales y Propiedad Privada

La Tenencia de la Tierra la constituye en su mayoría se terrenos de propiedad particular o privada tanto dentro como en la zona circundante del sitio Ramsar, una pequeña porción de terreno en posesión y con varias concesiones otorgadas por la SEMARNAT en la Zona Federal Marítimo Terrestre, en su mayoría para realizar actividades de Pesca y Acuicultura, así con porción de Terrenos Nacionales por confirmar.

25. Utilización actual del suelo (incluido el aprovechamiento del agua):

a) Dentro de la laguna e incluido en el sitio designado

i) Usos extractivos y campos pesqueros:

El principal uso que tiene el humedal propuesto es la extracción de los recursos pesqueros, realizada por pescadores de las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, Cooperativas Ostioneras y pescadores libres. De acuerdo con los pescadores locales, dentro del sitio sólo operan 10 de las 40 pangas registradas por temporada para la pesca de jaiba o camarón, las demás solo usan el estero para atracar. Sin embargo, las 40 pangas usan zonas de la laguna como zona de atracamiento y para trasladarse a sus áreas de pesca (Meltzer, 2012).

ii) Uso ostrícola:

Aproximadamente 350 metros de la ZOFEMAT de la parte noroeste de la Laguna La Cruz, seis cooperativas o grupos cultivan ostión en cajas flotantes (alrededor de 600) (Meltzer, 2012).

iii) Turismo y actividades recreativas.

La Laguna La Cruz recibe una gran cantidad de turistas durante las vacaciones de verano, los fines de semana y en días festivos que viajan con el objeto de gozar del paisaje; de los mariscos que se venden en dos o tres restaurantes adyacentes a la laguna, y de acampar (algunas familias). Muchos niños también la usan para jugar en los manglares y capturar peces u otros animales.

En la porción noroeste de la laguna existe cierto desarrollo donde se encuentran casas, algunos pequeños hoteles y varios restaurantes de mariscos que atraen a cientos de turistas durante los fines de semana en los meses de verano (Meltzer, 2012).

iv) Usos para fines educativos y de investigación:

La Laguna La Cruz ha constituido un sitio para el desarrollo de investigaciones por personal de Departamento de Investigación Científica y Tecnológica (DICTUS) de la Universidad de Sonora en su unidad Bahía de Kino. El Centro de Estudios Culturales y Ecológicos de Prescott College A.C., también realiza investigaciones en la laguna, principalmente desarrolla un Programa de Monitoreo de Aves Acuáticas. Además, el Centro trabaja con estudiantes universitarios que realizan estudios sobre los humedales en la laguna, ya que es un lugar importante como laboratorio natural y para que estudiantes locales aprendan a valorar su medio ambiente y sus recursos (Meltzer, 2012).

b) En la zona circundante y fuera del sitio

i) Uso camaronícola:

El área este y sur de la Laguna La Cruz está rodeado por granjas camaronícolas y de acuerdo al Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A. C. existen 16 instalaciones con más de 4,057 hectáreas de estanques (COAES, 2010). De éstas, cuatro granjas, que tienen una superficie total de 1,650 hectáreas, extraen agua para sus operaciones de un canal de llamada que se comunica con la laguna. Las cuatro granjas descargan sus efluentes en el mar a través de un canal localizado a menos de 500 metros de la boca del estero, lo cual pone en riesgo a las especies que constituyen la biota de la laguna debido a los procesos de sedimentación y eutrofización derivados de las descargas.

ii) Uso urbano y residencial:

A 1.5 km del sitio se encuentra la comunidad de Bahía de Kino que tiene una población de 6,000 habitantes.

iii) Uso agrícola:

A 5 km del humedal se desarrollan actividades agrícolas.

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

Como todas las zonas de transición crítica, los esteros son muy susceptibles a la perturbación natural y antrópica. La Laguna La Cruz es uno de los tres esteros más importantes, por su extensión y condición en la costa central de Hermosillo, Sonora. Y es uno de los esteros al cual se debe enfocar una particular atención de conservación. La Laguna La Cruz es un humedal aún rico y productivo pero durante los últimos 20 años ha sido sumamente impactado por el desarrollo camaronícola, la sobre pesca y la contaminación. Existe un camino de terracería que bordea el estero, muy próximo a los manglares que impiden su avance y extensión. Se presentan periódicamente inundaciones durante eventos de mareas extremas que junto con el uso que hace la gente del camino de terracería provocan un acumulamiento de basura provocando la contaminación del estero y la atracción de depredadores hacia las aves que anidan en los manglares. Hay una práctica común de tala de los manglares para obtener la madera o crear accesos a lugares de pesca. En muchas secciones del estero no existe la frontera de los 20 m estipulada por la ZOFEMAT para proteger los manglares. Las aves que históricamente han anidado muy cerca de la frontera del estero, actualmente están experimentando una mayor presión por parte de las actividades humanas (Fleishman, 2011; Wittman, 2012).

El impacto ecológico más importante sobre los esteros en Sonora proviene de las granjas camaronícolas, y la Laguna La Cruz no es la excepción. Ya se había mencionado que la porción este y sur de la laguna

está rodeado por 16 granjas camaronícolas (COSAES, 2010; Ver Anexo, Figura 6) que drenan sus estanques en la área de la boca de la laguna y descargan por sus efluentes niveles significativamente altos de salinidad, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos inorgánicos, materia orgánica particulada, clorofila, bacterias y valores bajos de oxígeno disuelto y transparencia (Barraza, 2012) que ponen en riesgo la riqueza biológica a través de la sedimentación y eutrofización.

Aún cuando las mareas son las responsables del flujo de materia orgánica, en algunas zonas dentro del estero existe un problema con la sedimentación producto de los efluentes de las camaronícolas cercanas las cuales están provocando un azolvamiento de algunos de los canales, están disminuyendo su profundidad y cambios en la circulación de agua.

La calidad de agua ha sido impactada por los efluentes y también por la basura generada, la cual está caracterizada por diferentes tipos de plásticos y de una gran cantidad de trampas usadas para la captura de jaiba. A través del tiempo el nivel en la actividad de la pesca artesanal ha incrementado dentro y fuera de la laguna. Debido a que muchas de las especies que se reproducen en la laguna son capturadas como pesca incidental por las actividades de pesca de arrastre (89.6% en Meltzer *et al.*, 2011), los niveles de productividad dentro de la laguna parecen verse afectados.

27. Medidas de conservación adoptadas:

La Laguna La Cruz no cuenta con ningún Decreto como Área Natural Protegida ni cuenta con un Plan de Manejo. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora, el cuerpo de la laguna está incluido en una zona de "Restauración" y el límite coincide con una zona de "Aprovechamiento" (CEDES, 2008) (Ver Anexo, Figura 7). Existen varias herramientas legales pertinentes para la conservación de los esteros en México incluyendo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), pero hasta la fecha ninguna organización ha puesto atención en aplicarlas a la Laguna La Cruz (Diario Oficial de la Federación, 2003; Estrada, 2007).

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:

En nuestro conocimiento no existen planes oficiales de conservación o manejo que hayan sido propuestos o implementados específicamente para la Laguna La Cruz. Existe el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora (CEDES, 2008) que ha sido publicado; sin embargo, no sabemos que exista algún plan de manejo o acción publicada o implementada para las zonas designadas como de "Restauración" o "Conservación" en la laguna. Como mencionamos en las secciones 29 y 30 de ésta FIR, las instituciones de investigación locales y los grupos organizados de la comunidad han demostrado el conocimiento, datos, organización y compromiso para proteger la Laguna La Cruz, pero sin la participación de las dependencias de gobierno con injerencias en la laguna, son crítico los esfuerzos de conservación en esta área donde las amenazas de la acuicultura y otras formas de desarrollo llaman la atención. La designación Ramsar es necesaria para enfocar nuestra atención en alcanzar planes de conservación oficiales y programas de co-manejo en la Laguna La Cruz.

29. Actividades e infraestructura de investigación:

El Centro de Estudios Culturales y Ecológicos Prescott College A. C. (Centro), el cual funciona como una estación de campo ubicada en la región desde 1991, tiene como misión la protección de especies y hábitats prioritarios a través de la integración de ciencia aplicada, educación, intercambio de información y participación comunitaria. Desde la década de 1970's, el Centro ha realizado investigaciones y estudios con respecto a la avifauna de la región, plasmado en 1990 con la creación del Programa de Monitoreo de las Aves Acuáticas. Con las investigaciones realizadas por el Programa se

proporciona información esencial sobre la abundancia y distribución de especies prioritarias que utilizan los hábitats críticos y brinda elementos para evaluar la salud de los ecosistemas (Wittman *et al.*, 2012). Con esta información el Programa aporta elementos para dar solución a retos de conservación a través de publicaciones, educación comunitaria y colaboraciones locales.

En la Laguna La Cruz el Centro ha realizado los siguientes proyectos:

- Censo de las aves acuáticas en el Estero Santa Cruz
- Censo de aves playeras en el Estero Santa Cruz
- Monitoreo de anidación de las aves acuáticas en el Estero Santa Cruz
- Composición de la colonia de aves zancudas (Ciconiiformes) en el Estero Santa Cruz
- Productividad del águila pescadora (*Pandion haliaetus*)

Asimismo, el Centro ha apoyado investigaciones sobre la fauna presente dentro de la Laguna La Cruz, por ejemplo podemos citar los realizados por la Dra. Denise Pope del Trinity University quien ha estado estudiando la conducta de diferentes especies de cangrejos desde el 2006 (Pope y Haney, 2007).

Es importante mencionar los estudios realizados por el Departamento de Investigación Científica y Tecnológica (DICTUS) de la Universidad de Sonora referentes a la calidad del agua dentro y fuera de la Laguna La Cruz.

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) referentes al sitio o en su beneficio:

El Programa de Educación Ambiental y Liderazgo Comunitario (PEA) del Centro de Estudios Culturales y Ecológicos Prescott College A. C. (Centro) fomenta el liderazgo juvenil y la participación comunitaria en el desarrollo económico, social y ecológico. El PEA ha sido el responsable de crear y mantener una plataforma educativa en las escuelas de la comunidad y en colaboración con los demás programas del Centro se facilitan clases, salidas de campo, talleres, eventos comunitarios y acompañamiento juvenil. Actualmente el PEA llega a 600 niños y jóvenes de 6 a 17 años de edad de manera constante durante todo el ciclo escolar. Algunas actividades y proyectos que el PEA realiza con relación a la Laguna La Cruz son clases y prácticas en las Primarias (Clases en 4to y 6to grado), actividades de clubes de ecología y limpiezas comunitarias (Robledo-Mejía *et al.*, 2012).

Uno de los eventos organizados por el Centro con mayor énfasis a la Laguna La Cruz y del cual se origina la firme decisión de conservarla fue el “Taller de Herramientas Legales para la Conservación del Estero Santa Cruz”. En el cual participaron miembros de la comunidad de Bahía de Kino, instituciones gubernamentales y asociaciones de la sociedad civil. Además de las presentaciones y discusiones, algunos miembros del Centro proyectaron su corto documental “Voces del Estero Santa Cruz” sobre el estero, en términos de su importancia para la comunidad local y los cambios que se han producido. Este video se puede ver en línea a <<http://www.youtube.com/watch?v=SckX-3RO3tU>> (Prescott College, 2012). Los propósitos de este taller incluyeron adquirir un conocimiento común, fortalecer nuestra capacidad para planear y formar alianzas de colaboración institucional y comunitaria para promover la conservación y aprovechamiento sustentable de la Laguna La Cruz y generar estrategias de valorización para otros humedales como los del territorio Comca’ac y el Estero El Cardonal.

31. Actividades turísticas y recreativas:

Mientras que el pueblo de Bahía de Kino es una zona muy atractiva para el turismo, no muchos de ellos pasan el tiempo en la Laguna La Cruz. “La actividad turística que se desarrolla en Bahía de Kino se realiza básicamente en el área norte de la bahía o en Kino Nuevo como se le llama localmente” (Moreno *et al.*,

2005). La época con mayor afluencia de turistas en la Laguna La Cruz es durante “La Semana Santa” y lo hacen principalmente para visitar los restaurantes cercanos (entre marzo-abril).

32. Jurisdicción:

En la Laguna La Cruz tienen jurisdicción los tres niveles de gobierno. Está ubicado en el municipio de Hermosillo, perteneciente al estado de Sonora, y por ser una laguna costera posee una zona federal con jurisdicción de diferentes instituciones del Gobierno Federal. La dependencia encargada de administrar el sistema lagunar es la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). También tienen competencia las siguientes dependencias federales: Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Marina.

Federal:

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
Héctor Ulises Cristópulos Ríos
Delegado Federal en Sonora
Calle Paseo Río Sonora Sur, Centro de Gobierno, edificio Hermosillo, 2º Nivel, fraccionamiento Río Sonora, C.P. 83270, Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2592702 y 2592725
delegado@sonora.semarnat.gob.mx
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
César Alfonso Lagarda Lagarda
Director General del Organismo de Cuenca Noroeste
Comonfort y Paseo cultura, Centro de Gobierno, Edificio México, Col. Villa de Seris, C.P. 83280, Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2130345
Cesar.lagarda@conagua.gob.mx
- Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA)
De la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
José Luis Moreno Gómez
Subdelegado de Pesca en Sonora
Boulevard Luis Encinas Johnson No. 399, C.P. 83040, Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2122213 Ext. 74520
luis.moreno@conapesca.gob.mx
- Secretaría de Marina (SEMAR)- RN-4 Región Mar de Cortés
Rubén Medina Muro
Vicealmirante C.G. DEM
Calle 29 Punta de Lastre s/n, colonia Centro, CP 85400, Guaymas, Sonora
Tel. 01 (622) 2229588 y 2222178
Rn4@semar.gob.mx

Estatal:

- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura (SAGARHPA)
Héctor H. Ortiz Ciscomani
Secretario

Centro de Gobierno Sonora Norte, 2do. Nivel, Boulevard Paseo Río Sonora y Comonfort, C.P. 83280, Hermosillo, Sonora.
Tel. 01 (662) 2172681
Hector.ortiz@sonora.gob.mx

- Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES)
Lic. Oscar René Téllez Leyva
Comisionado Ejecutivo
Reyes y Aguascalientes esq., Colonia San Benito, C.P. 83190, Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2139534

Municipal:

- H. Ayuntamiento de Hermosillo
C.P. Alejandro López Caballero
Alcalde
Boulevard Hidalgo y Comonfort, colonia centenario, C.P. 83260, Hermosillo, Sonora.
Tel. 01 (662) 2893000
Alejandro.lopezcaballero@hermosillo.gob.mx

33. Autoridad responsable del manejo:

M. en C. Lorayne Meltzer, Co-directora
Prescott College, Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, A.C.
151 Calle Cádiz y Puerto Vallarta
Bahía de Kino, Sonora, México.
Tel. 01 (662) 242- 0024
lmeltzer@prescott.edu

Biól. Carlos Castillo Sánchez, Director Regional
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Dirección Regional Noroeste y Alto Golfo de California
Plutarco Elías Calles No. 176 Esq. Con Ignacio Comonfort, Colonia Centenario, C.P. 83260, Hermosillo, Sonora.
Tel. 01 (662) 213-9926
01 (662) 213-9949 ext. 18201
ccastill@conanp.gob.mx

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
Héctor Ulises Cristópulos Ríos
Delegado Federal en Sonora
Calle Paseo Río Sonora Sur, Centro de Gobierno, edificio Hermosillo, 2° Nivel, fraccionamiento Río Sonora, C.P. 83270, Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2592702 y 2592725
delegado@sonora.semarnat.gob.mx

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
César Alfonso Lagarda Lagarda

Director General del Organismo de Cuenca Noroeste
Comonfort y Paseo cultura, Centro de Gobierno, Edificio México, Col. Villa de Seris, C.P. 83280,
Hermosillo, Sonora
Tel. 01 (662) 2130345
Cesar.lagarda@conagua.gob.mx

34. Referencias bibliográficas:

- Barraza, G.R.H., 2012. *Ponencia presentada en el "Taller de Herramientas para la Conservación del Estero Santa Cruz"*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora, 25-Feb-2012.
- Becerra, C. 2012. Grupo Tortuguero de Bahía de Kino. *Ponencia presentada en el "XIV Reunión Anual del Red para la Conservación del Tortugas Marinas"*. Loreto, BCS, México.
- Bruckner et al., 2003. *Conservation strategies for sea cucumbers: Can a CITES Appendix II listing promote sustainable international trade?* SPC Beche-de-mer Information Bulletin #18 – May 2003.
- Brusca, R.C., Cudney-Bueno, R. y M. Moreno-Báez. 2006. *Gulf of California Esteros and Estuarios Analysis, State of Knowledge and Conservation Priority Recommendations*. Final Report to the David and Lucile Packard Foundation by the Arizona-Sonora Desert Museum. Pp 60.
- Castro L. y J.M. Grijalva Chon. 1992. *Variabilidad espacio-temporal de nutrientes y seston en la laguna costera La Cruz, Sonora*. Ciencia y Mar. 17 (2): 83-97.
- CEDES, 2008. *El Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora*. CEDES. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F. 202 p.
- Clay, R. et al., 2010. *Conservation Plan for the American Oystercatcher (Haematopus Palliatus) throughout the Western Hemisphere*, Manomet, Massachusetts, Manomet Center for Conservation Science.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), 2012. *Appendices I, II and III. United Nations Environment Program*. Génova, Suiza. 48 pp. [online] Availableat:<<http://www.CITES,2012.org/eng/app/appendices.pdf>
<http://www.cites.org/eng/resources/species.html>> [Accessed 16 July 2012].
- 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.
- COSAES. 2010. *Comité de Sanidad Acuicola del Estado de Sonora, Acciones Sanidad: Camarón*. Agosto. [online]. Available: <http://www.cosaes.com/> [Accessed 2 July 2012].
- Diario Oficial de la Federación. 2003. *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico*. Pp 38-54. México, D.F.
- Estrada, J.L.Q., 2007. *Propuesta de acción para la gestión integrada en la costa de Hermosillo, Sonora*. El Colegio de Sonora.
- Felger, R.S. y M.B. Moser. 1991. *People of the Desert and the Sea: Ethnobotany of the Seri Indians*. The University of Arizona Press. Tucson. Second Edition.

- Findley, L. 2010. *Quietula guaymasiae*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 06 April 2013.
- Fleischner, T. L., y H.R. Gates. 2009. *Shorebird Use of Estero Santa Cruz, Sonora, México: Abundance, Diversity and Conservation Implications*. *Waterbirds*, 32(1), 36-43. doi: 10.1675/063.032.0104.
- Fleischner, T. L., y M. Riegner. 1993. *Winter birds of Bahía Kino, Central Gulf of California Coast, Sonora, Mexico*. *Ecológica*, 3, 29-34.
- Fleishman, A.B. 2011. *Birds of the Bahía Kino Region, Sonora, Mexico: Coastal Areas from Puerto Lobos to San Carlos and the Midriff Islands*. Version 2.0. Prescott College Center for Cultural and Ecological Studies, Bahía Kino, Sonora.
- Fleishman, A.B. 2011. *Nesting Waterbirds Along the Hermosillo Coast*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora.
- Fleishman, A. B. y N.S. Blinick. 2011. *Northerly Extension of the Breeding Range of the Roseate Spoonbill in Sonora, México*. *Western Birds* 42:243-246.
- Gilmartin, M. y N. Revelante. 1978. *The phytoplankton characteristics of the Barrier Island Lagoons of the Gulf of California*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*: 7(1):29- 47.
- Glenn, E.P., Nagler, P.L., Brusca, R.C. y O. Hinojosa-Huerta. 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.
- Grijalva-Chon, J., Bazzara-Gardado, R., 1992. *Distribución y Abundancia de las Post larvas y Juveniles de los Camarones del Genero Penaeus en Bahía Kino y Laguna La Cruz, Sonora, México*. *Ciencias Marinas*, 18(3): 153-169.
- Grijalva-Chon, J., Nunez-Quevedo, S. y R. Castro-Longoria. 1996. *Ichthyofauna of La Cruz coastal lagoon, Sonora, México*. *Ciencias Marinas*, 22, 129.
- Hannah, D. 2008. *Community Vegetation Mapping of Estero Santa Cruz*. Plant Ecology Class, Prescott College Center for Cultural and Ecological Studies, Bahía Kino, Sonora.
- INEGI. 2010. *Censo de población y vivienda 2010*. Disponible [online] en: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/default.aspx?tema=me&e=26> [Accessed 15 July 2012]
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 06 April 2013.
- 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.
- Lancín, M. 1985. *Geomorfología y Génesis de las flechas Litorales del Canal de Infernillo, Estado de Sonora*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geología. *Revista* 6 (1): 52-72.
- Mellink, E., Palacios, E. y S. Gonzalez. 1997. *Nonbreeding waterlands of the Mexican portion of the Río Colorado, Mexico*. *Journal of Field Ornithology* 68: 113-123.

- Meltzer, L., Blinick, N. S., Fleishman, A. B. y H. Pérez-Puig. 2011. *Impacts of commercial shrimp trawling on the coastal fishing community of Bahía de Kino, Sonora, México*. Conservation Science Symposium: Applying Science to the Conservation and Management of Natural Resources on the Baja California Peninsula and the Gulf of California, Loreto, BCS, México, 25 - 27 May 2011.
- Meltzer, L, Blinick, N.S. y A.B. Fleishman. 2012. *Management Implications of the Biodiversity and Socio Economic Impacts of Shrimp Trawler By-Catch in Bahía de Kino, Sonora, Mexico*. PLoS ONE 7(6): e35609. doi:10.1371/journal.pone.0035609.
- Meltzer, 2012. *Land Use Description of Estero Santa Cruz*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora.
- Morales, F., 2010. *Cuenca General del Rio Sonora*. [online] Available at <<http://www.scribd.com/doc/45995182/Capitulo-1>> [Accessed 8 July 2012]
- Moreno, C., Weaver, A., Bourillón, L., Torre, J., Égido, J. y M. Rojo. 2005. *Diagnóstico Ambiental y Socioeconómico de la Región Marina-Costera de Bahía de Kino, Isla Tiburón, Sonora México: Documento de trabajo y discusión para promover un desarrollo sustentable*. Bahía Bacochibampo s/n, Fracc. Lomas de Cortés, Guaymas, Sonora 85450.
- Moreno-Soto, J. C., Valdez-Holguín, J.E. y R. Cervantes-Duarte. 2000. *Cambio diurno y estacional de la clorofila a y algunas variables físicoquímicas en la laguna La Cruz, Sonora, México*. Océánides 15(1): 25-33.
- Okin, G. S., Mahowald, N., Chadwick, O.A. y P. Artaxo. 2004. *Impact of desert dust on the biogeochemistry of phosphorus in terrestrial ecosystems*. Global Biogeochem. Cycles, 18, GB2005, doi:10.1029/2003GB002145.
- Palacios, E., Silva, E.S. y M.C. Green. 2010. *Conservation of Priority Wading Birds Breeding in Western México, specific to Reddish Egrets*. La Paz, Baja California Sur: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), Texas State University, San Marcos.
- Pérez-Puig, H. y L. Meltzer. 2012. *Distribución y abundancia del rorcuál común (Balaenoptera physalus) en Bahía de Kino y la Región de las Grandes Islas del Golfo de California*. "XXXIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos" Celebrada en San Patricio Melaque, Jalisco, Guadalajara del 6 al 9 de mayo de 2012. Presentación oral.
- Pope, D. y B. Haney. 2007. *Field Guide to the Fiddler Crabs of Kino Bay, Mexico*. Trinity University.
- Robledo-Mejía, M. L., C. Navarro-Reyes, and Y. Ramírez-Pastrana (2012). *Environmental Education Program Final Report*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (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 julio de 2012).
- Sheridan, T. E. 1999. *Empire of Sand: The Seri Indians and the Struggle for Spanish Sonora, 1645 1803*. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

- Short, F. y S. Wyllie-Echeverria. 1996. *Natural and human induced disturbance of sea grasses*. Environmental Conservation 23 (1): 17-27.
- SUMAR. 2012. *Campaña de Servicios Ambientales*. Bahía de Kino, Sonora, México.
- Thomas, S. J.E. Lyons, B.A. Andres, E. Elliot-Smith, E. Palacios, J.F. Cavitt, J.A. Royle, S.D. Fellows, K. Maty, W.H. Howe, E. Mellink, S. Melvin & T. Zimmerman. 2012. Population size of Snowy Plovers breeding in North America. *Waterbirds* 35: 1-14.
- Torre-Cosío, J. 2002. *Inventory, monitoring and impact assessment of marine biodiversity in the Seri Indian territory, Gulf of California, Mexico*. Tesis Doctoral. The University of Arizona.
- United States Environmental Protection Agency, 2012. *Estuaries and Your Coastal Watershed* (factsheet). [online] Available at: <<http://water.epa.gov/type/oceb/fact5.cfm>> [Accessed 12 July 2012].
- Urbán, R. J., Rojas-Bracho, L., Guerrero-Ruiz, M., Jaramillo-Legorreta, A. y L. Findley. 2005. *Cetacean and conservation in the Gulf of California*. In: *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Cartron, J. E., Ceballos, G. and Felger, R. S. (Eds.). Oxford University Press, New York.
- Valdez-Holguín, J. 1994. *Daily variations of temperature, salinity, dissolved oxygen and chlorophyll a, in a hypersaline lagoon of the Gulf of California*. Ciencias marinas. Ensenada, 20, 123-137.
- Villalba A.I., y J.F. Pizzani. 1991. *Características edáficas de los suelos de transición en la laguna costera La Cruz, Sonora, México*. Res. I Congr. Latinoamer. en Admón. de la Zona Costera.
- Voces del Estero Santa Cruz. 2012. *Presentada en el "Taller de Herramientas para la Conservación del Estero Santa Cruz"*. Prescott College Center for Cultural and Ecological Studies 25-Feb-2012. <<http://www.youtube.com/watch?v=SCKX-3RO3tU>>
- Wetlands International (2013). *"Waterbird Population Estimates"*. Retrieved from wpe.wetlands.org on Saturday 6 Apr 2013.
- World of Earth Science. 2003. *Estuary*. [online] Available at:<<http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-3437800201.html>> [Accessed July 25th 2012]
- Wittman, E., Pérez-Puig, H. y L. Meltzer. 2012. *Research and Conservation Program Report 2009-2012*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora.
- Wittman, E. 2012. *Las Aves Acuáticas Amenazadas del Estero Santa Cruz: Abundancia, Diversidad, e Implicaciones para la Conservación*. Presented at the Conference "Herramientas para la Conservación del Estero Santa Cruz". Prescott College Kino Bay Center, Bahía de Kino, Sonora.
- Wittman, E. 2012. *Waterbird Monitoring Program, Estuarine Nesting Season Summary: Estero Santa Cruz, Estero Santa Rosa, & Estero Cardonal*. Prescott College Centro de Estudios Culturales y Ecológicos, Bahía Kino, Sonora.
- Wittman, E. 2012. *Waterbird Monitoring Program Overview with a Focus on the American Oystercatcher (Haematopus palliatus frazari) in The Gulf of California, Sonora, Mexico*. Trabajo presentado en la American Oystercatcher Working Group Meeting, 28 de Noviembre, 2012. Cedar Key, Florida.

ANEXOS: FIGURAS Y TABLAS

Tabla 1. Se muestran los resultados del censo de aves realizado entre 2009 y 2011 en la Laguna La Cruz con niveles de abundancia mayores al 1% de la población total estimada (Usando los datos de Wetlands International, 2013).

Nombre común	Nombre científico	Población Total	1% Threshold	Abundancia en Santa Cruz (conteo alto)	% Población total en Santa Cruz
Charrán elegante	<i>Sterna elegans</i>	270,000	2,700	13000	4.81%
Rayador americano	<i>Rynchops niger</i>	6,600 - 6,900	65	266	4.03%
Ostrero americano	<i>Haematopus palliatus</i>	10,700 - 11,300	110	135	1.26%
Ostrero americano (sub-especie)	<i>Haematopus palliatus frazari</i>	350	4	135	38.57%
Chorlo nevado	<i>Charadrius alexandrinus</i>	2,900	29	110	3.79%
Charrán real	<i>Thalasseus maximus</i>	11,000	110	455	4.14%
Chorlo pico grueso	<i>Charadrius wilsonia</i>	10,000	100	115	1.15%
Charrán de Forster	<i>Sterna forsteri</i>	24,000	240	316	1.32%
Playero pihuihui	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	90,000	900	1132	1.25%
Picopando canelo	<i>Limosa fedoa</i>	168,000	1700	1715	1.02%

Tabla 2. Lista de especies de peces que habitan temporal o permanentemente en Laguna La Cruz (Grijalva-Chon *et al.*, 1996).

NI	Especie	Nombre común	Familia	Hábitat
1	<i>Rhinobatos productus</i>	pez guitarra o payaso	Rhinobatidae	
2	<i>Urobatis concentricus</i>	raya redonda de manchas	Urolophidae	
3	<i>Urobatis halleri</i>	raya redonda de agujón	Urolophidae	
4	<i>Urobatis maculatus</i>	raya redonda manchada	Urolophidae	
5	<i>Dasyatis longus</i>	raya diamante	Dasyatidae	
6	<i>Dasyatis brevis</i>	raya látigo coludo	Dasyatidae	
7	<i>Gymnura marmorata</i>	raya mariposa de California	Gymnuridae	
95	<i>Achirus mazatlanus</i>	sol de Mazatlán	Soleidae	
9	<i>Arengula thrissina</i>	sardinita plumilla	Clupeidae	
10	<i>Sardinops sagax</i>	sardina monterey	Clupeidae	alimentación
11	<i>Engraulis mordax</i>	anchoveta nortea	Engraulidae	
12	<i>Anchoa lucida</i>	anchoa ojitos	Engraulidae	
8	<i>Albula sp</i>	macabí	Albulidae	
13	<i>Anchoa mundeoloides (antes schultzi)</i>	anchoa	Engraulidae	
15	<i>Anchovia macrolepidota</i>	anchoa de escama grande	Engraulidae	alimentación
14	<i>Anchoa sp</i>	anchoa	Engraulidae	
17	<i>Synodus scituliceps</i>	picuda	Synodontidae	
18	<i>Gobiesox papillifer</i>	peje sapo	Gobiesocidae	
16	<i>Anchoviella miarcha</i>	miarcha	Engraulidae	
61	<i>Anisotremus davidsonii</i>	burro piedrero	Hamulidae	
54	<i>Bairdiella icistia</i>	corvineta ronco	Sciaenidae	
45	<i>Calamus brachysomus</i>	pez pluma	Sparidae	
46	<i>Chaetodipterus zonatus</i>	paguala peluquero	Ephippidae	
33	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	jurel orqueta	Carangidae	
90	<i>Citharichthys spp.</i>	lenguado	Paralichthyidae	
78	<i>Clevelandia ios</i>	gobio	Gobiidae	
24	<i>Colpichthys regis</i>	pejerrey charal	Atherinidae	
85	<i>Cyclopsetta querna</i>	lenguado dentón	Paralichthyidae	
48	<i>Cynoscion arenarius</i>	trucha blanca	Sciaenidae	
30	<i>Epinephelus labriformis</i>	cabrilla piedrera	Serranidae	
50	<i>Cynoscion macdonaldi</i>	totoaba	Sciaenidae	
49	<i>Cynoscion parvipinis</i>	corvina azul	Sciaenidae	
52	<i>Cynoscion sp A</i>		Sciaenidae	
34	<i>Oligoplites mundus</i>	zapatero	Carangidae	crianza
53	<i>Cynoscion sp B</i>		Sciaenidae	
51	<i>Cynoscion xanthulus</i>	corvina de boca amarilla		
37	<i>Selene brevoorti</i>	jorobado mexicano	Carangidae	alimentación
44	<i>Diapterus peruvianos</i>	mojarra de aletas amarillas	Gerridae	
32	<i>Diplectrum pacificum</i>	serrano cabaicucho	Serranidae	
31	<i>Epinephelus sp</i>		Serranidae	
89	<i>Etropus crossotus</i>	lenguado ribete	Paralichthyidae	

38	<i>Eucinostomus entomelas</i>	mojarra	Gerridae	
40	<i>Eucinostomus currani</i>	mojarra tricolor	Gerridae	
39	<i>Eucinostomus gracilis</i>	mojarra charrita	Gerridae	
42	<i>Eucinostomus spp.</i>		Gerridae	
41	<i>Eucisnotomus dowii</i>		Gerridae	
79	<i>Evermannia zosterura</i>	gobio	Gobiidae	
43	<i>Gerres cinereus</i>	mojarra plateado	Gerridae	
76	<i>Gillichthys mirabilis</i>	gobio	Gobiidae	
63	<i>Haemulon flavigatatum</i>	ronco manchado	Hamulidae	
64	<i>Haemulon sexfasciatum</i>	ronco almejero	Hamulidae	
71	<i>Halichoeres sp</i>		Labridae	
91	<i>Hipoglossina stomata</i>	lenguado bocón	Paralichthyidae	
57	<i>Hoplopagrus guntheri</i>	pargo coconaco	Lutjanidae	
20	<i>Hyporhamphus sp</i>	pajarito	Hemiramphidae	
19	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	pajarito plateado	Hemiramphidae	
72	<i>Hypsoblennius sp</i>		Bleniidae	
94	<i>Hypsopsetta guttulata</i>	platija diamante	Pleuronectidae	
23	<i>Leuresthes sardina</i>	pejerey sardina	Atherinidae	
77	<i>Llypnus gilberti</i>	gobio	Gobiidae	
56	<i>Lutjanus peru</i>	pargo rojo del Pacífico	Lutjanidae	
68	<i>Mugil sp</i>	Lisa	Mugilidae	crianza
35	<i>Oligoplites sp</i>	zapatero	Carangidae	
60	<i>Orthopristis refulgens</i>		Hamulidae	
58	<i>Orthopristis chalceus</i>	burrito corcovado	Hamulidae	
66	<i>Mugil curema</i>	liseta	Mugilidae	crianza
67	<i>Mugil Cephalus</i>	Lisa cabezona	Mugilidae	crianza
59	<i>Orthopristis reddingi</i>	burrito roncacho	Hamulidae	
28	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	cabrilla de roca	Serranidae	
29	<i>Paralabrax sp</i>	cabrilla	Serranidae	
86	<i>Paralichthys californicus</i>	lenguado de California	Paralichthyidae	
87	<i>Paralichthys woolmani</i>	lenguado huarache	Paralichthyidae	
88	<i>Paralichthys aesturarius</i>		Paralichthyidae	
47	<i>Parapsettus panamensis</i>	curaca zapatero	Ephippidae	
93	<i>Pleuronichthys ritteri</i>	platija moteada	Pleuronectidae	
92	<i>Pleuronichthys verticalis</i>	platija espinosa	Pleuronectidae	
70	<i>Polydactylus approximans</i>	barbudo azul	Polynemidae	
62	<i>Pomadasy s macracanthus</i>	ronco bacoco	Hamulidae	
75	<i>Quietula guaymasiae</i>		Gobiidae	
26	<i>Scorpaena sp</i>	escorpión	Scorpaenidae	
99	<i>Sphoeroides sp</i>	botete	Tetraodontidae	crianza
69	<i>Sphyraena sp</i>	barracuda	Sphyraenidae	
21	<i>Strongylura stolzmani</i>	agujón	Belonidae	
97	<i>Symphurus atramentatus</i>	lengua tintorera	Cynoglossidae	
96	<i>Symphurus fasciolaris</i>	lengua listada	Cynoglossidae	
27	<i>Syngnathus auliscus</i>	agujita	Syngnathidae	
22	Tipo no identificado A		Belonidae	
25	Tipo no identificado A		Atherinidae	
73	Tipo no identificado A		Bleniidae	
74	Tipo no identificado A		Clinidae	

80	<i>Tipo no identificado A</i>		Gobiidae	
81	<i>Tipo no identificado B</i>		Gobiidae	
82	<i>Tipo no identificado C</i>		Gobiidae	
83	<i>Tipo no identificado D</i>		Gobiidae	
84	<i>Tipo no identificado E</i>		Gobiidae	
36	<i>Trachinotus paitensis</i>	pámpano paloma	Carangidae	
55	<i>Umbrina roncador</i>	verrugato de aleta amarilla	Sciaenidae	
98	<i>Sphoeroides annulatus</i>	botete tamborín	Tetraodontidae	crianza
65	<i>Xenistius californiensis</i>	pajarillo	Hamulidae	
<p>Los nombres comunes de los peces que no se les asignó en las publicaciones fueron obtenidos de: Siri, Mario y Roberto Escobar-Fernández. 1997. Nombres vernáculos y científicos de los peces del Pacífico mexicano. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C.</p>				

Tabla 3. Especies de aves que anidan en la Laguna La Cruz y su correspondiente estatus de conservación a nivel nacional de acuerdo a NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre Científico	Estatus de protección dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Ardea herodias</i>	
<i>Egretta thula</i>	
<i>Egretta caerulea</i>	
<i>Egretta tricolor</i>	
<i>Egretta rufescens</i>	Pr
<i>Ardea alba</i>	
<i>Bubulcus ibis</i>	
<i>Butorides virescens</i>	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	
<i>Nyctanassa violacea</i>	
<i>Eudocimus albus</i>	
<i>Platalea ajaja</i>	
<i>Panadoin haliaetus</i>	
<i>Rallus longirostris</i>	A
<i>Charadrius wilsonia</i>	
<i>Charadrius vociferus</i>	
<i>Haematopus palliatus (frazari)</i>	P
<i>Sterna antillarum</i>	Pr

Ixobrychus exilis

Pr



Figura 5a: Concesiones actuales en la Laguna La Cruz.



Figura 5b: Concesiones en trámite adyacentes a la Laguna La Cruz.

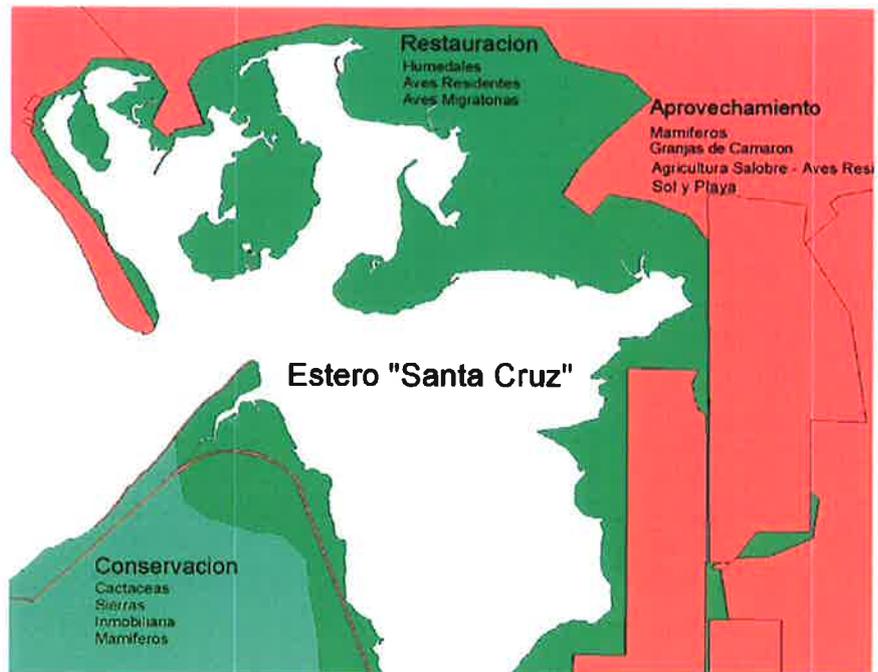


Figura 7: Políticas ambientales y lineamientos ecológicos aplicados en la Laguna La Cruz según el Plan de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora, publicado por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES).