

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE
EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

EFECTOS ECOLÓGICOS Y GEOMÓRFICOS DE LA
DESTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DUNAS
COSTERAS EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA
BANDA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

TESIS
MAESTRO EN CIENCIAS

OSCAR EFRAIN GONZÁLEZ YAJIMOVICH

Ensenada, Baja California, México, noviembre de 1993

RESUMEN de la tesis de Oscar Efraín González Yajimovich presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN OCEANOGRAFIA con opción en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California México. Noviembre de 1993.

EFFECTOS ECOLÓGICOS Y GEOMÓRFICOS DE LA DESTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DUNAS COSTERAS EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA , MÉXICO.

Resumen aprobado por:


M. en C. Anamaría Escofet G.
Directora de Tesis

Con el fin de evaluar los efectos físicos y biológicos de la destrucción de las dunas costeras en la barra del Estero de Punta Banda (Baja California, México) se comparó el transporte de sedimento generado por viento y la abundancia de un ave asociada a las dunas en dos zonas adyacentes, una alterada y otra inalterada. El transporte de sedimento a través de la barra se estudió con trampas horizontales y verticales. Con trampas horizontales fue 150 veces mayor y con trampas verticales de dos a cuatro veces mayor a través de la zona alterada. El número de individuos del "chorlito nevado" *Charadrius alexandrinus* se determinó por dos tipos de muestreos: por transectos y por barrido total del área. Los resultados de ambos métodos mostraron que el número de chorlitos en la zona inalterada fue significativamente mayor que en la alterada (190 en la zona inalterada vs. 66 en la zona alterada por conteo por transectos; 1436 en la zona inalterada vs. 905 en la zona alterada por conteo por barrido total del área). La capacidad protectora de las dunas fue efectiva solamente en la zona donde las dunas se encuentran bien establecidas pero no en la región con dunas embrionarias. El abatimiento de las dunas aparece como la razón principal para explicar el menor número de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona alterada, aunque no se registro una desaparición total de ellos. Dado que el hábitat preferencial de esta especie es la postplaya, se sugiere que el mayor número de individuos de esta especie en la postplaya de la zona inalterada se debe a que la presencia de duna, aun de tipo embrionario, optimiza el uso del hábitat. El disturbio humano de tipo recreativo se relacionó en forma inversa con el número de individuos de *Ch. alexandrinus*, aunque no en forma significativa, sugiriendo que esta variable incide de manera secundaria en el uso del hábitat de *Ch. alexandrinus*. Tanto los efectos físicos como biológicos indican que se debe dar mayor atención, en los programas de manejo de zona costera, a la práctica común de destrucción de los sistemas de dunas.

ECOLOGICAL AND GEOMORPHIC EFFECTS OF THE DESTRUCTION OF THE
COASTAL DUNE SYSTEM IN THE SAND SPIT OF THE ESTERO DE PUNTA
BANDA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.

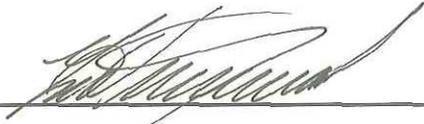
Abstract:

With the purpose of evaluating the physical and biological effects of the destruction of the coastal dunes in the sand spit of the Estero de Punta Banda (Baja California, Mexico), the sediment transport generated by wind, and the abundance of a bird specie associated with the dunes, were compared in two adjacent zones, one altered and one unaltered. The sediment transported across the sand spit was studied by means of horizontal and vertical traps. In the altered zone it was 150 times greater with horizontal traps, and two to four times greater with vertical traps. The number of individuals of the Snowy Plover, *Charadrius alexandrinus* was determined by two sampling methods: transects, and by a total sweep of the area. The results of both methods showed that the number of Plovers in the unaltered zone was significantly greater than in the altered (190 in the unaltered zone vs. 66 in the altered zone by transects counting; 1436 in the unaltered zone vs. 905 in the altered zone by a total sweep of the area). The protective capacity of the dunes was effective only in the zone where the dunes are well established, but not in the region with embryonic dunes. The abatement of the dunes appears to be the main reason in explaining the lesser number of individuals of *Ch. alexandrinus* in the altered zone, although a complete disappearance of these was not registered. Given that the preferred habitat of this specie is the backshore, it is suggested that the greater number of individuals of this specie in the backshore of the unaltered zone is due to the fact that the presence of the dune, even of embryonic type, optimizes the use of the habitat. The recreational type human disturbance was inversely related to the number of individuals of *Ch. alexandrinus*, although not significantly, suggesting that this variable influences, in a secondary fashion, the use of the habitat of *Ch. alexandrinus*. Both the physical and biological effects indicate that more attention should be given to the common practice of destruction of dune systems in coastal zone management programs.

TESIS DEFENDIDA POR: OSCAR EFRAIN GONZALEZ YAJIMOVICH
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITE:



M.C. ANAMARIA ESCOFET GIANSONE.- Director del Comité



DR. GUILLERMO VILLARREAL CHAVEZ.- Miembro del Comité



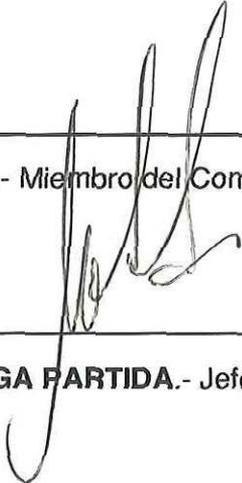
M.C. FRANCISCO SUAREZ VIDAL.- Miembro del Comité



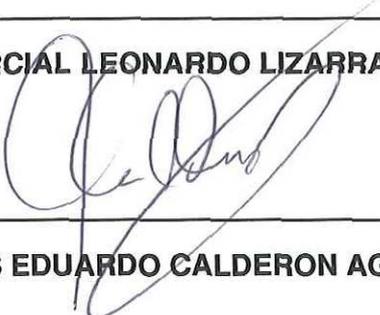
DRA. ILEANA ESPEJEL CARBAJAL.- Miembro del Comité



M.C. EDUARDO PALACIOS CASTRO.- Miembro del Comité



DR. MARCIAL LEONARDO LIZARRAGA PARTIDA.- Jefe Depto. Ecología



DR. LUIS EDUARDO CALDERON AGUILERA.- Director de Estudios de Posgrado

19 DE NOVIEMBRE DE 1993

CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE
EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA.

DIVISION DE OCEANOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA MARINA

EFECTOS ECOLÓGICOS Y GEOMÓRFICOS DE LA DESTRUCCIÓN DEL SISTEMA
DE DUNAS COSTERAS EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA,
BAJA CALIFORNIA , MÉXICO.

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para
obtener el grado de MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

OSCAR EFRAIN GONZALEZ YAJIMOVICH

Ensenada, Baja California, a 8 de Noviembre de 1993.

DEDICATORIA

A Jennifer, Oscar y Erica.

AGRADECIMIENTOS:

Mi más profundo agradecimiento a la M. en C. ANAMARÍA ESCOFET, no solo por su acertada dirección a este trabajo, sino también por la ayuda en el trabajo de campo y sobre todo por su amistad y paciencia.

Al Dr. GUILLERMO VILLAREAL, cuyas ideas al comienzo del trabajo y sugerencias durante la realización del mismo fueron de gran ayuda.

Al M. en C. EDUARDO PALACIOS, por su asesoría en la identificación de las distintas especies de aves en el Estero de Punta Banda y acertadas recomendaciones para la realización del trabajo de campo y del manuscrito final.

A los miembros de mi comité de tesis Dra. ILEANA ESPEJEL, M. en C. FRANCISCO SUAREZ y Dr. JOAQUIN SOSA, por sus acertadas observaciones y el entusiasmo que siempre me brindaron.

Al Oc. JUAN CARLOS BURGUEÑO, por el apoyo que siempre me proporcionó.

A mis compañeros GUILLERMO ÁVILA, RIGOBERTO GUARDADO, LUIS CUPUL Y MIGUEL TELLEZ por la ayuda con el trabajo de campo en las mediciones con trampas de arena y en general el apoyo que me brindaron durante la realización del trabajo.

A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA y al CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA, por la beca proporcionada para la realización de mis estudios de posgrado, producto del convenio establecido entre ambas instituciones.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. EL ÁREA DE ESTUDIO	3
II.1 Generalidades.....	3
II.2 Antecedentes.....	4
III. METODOLOGÍA	8
III.1 Transporte de sedimento a través de la barra.	8
III.2 Censos de <i>Ch. alexandrinus</i>	11
III.2.1 Observaciones exploratorias para familiarización y calibración.....	11
III.2.2 Censos por transectos	12
III.2.3 Censos por barrido total del área.....	12
III.3 Análisis estadístico	13
IV. RESULTADOS	15
IV.1 Mediciones del transporte de sedimento.	15
IV.2 Resultados de las observaciones de <i>Charadrius alexandrinus</i>	21
IV.2.1 Censos por Transectos.....	22
IV.2.2 Censos por barrido total del área.....	26
V. DISCUSIÓN	33
VI. CONCLUSIONES	41
LITERATURA CITADA	42
Anexo I.	48
Anexo II.....	49
Anexo III.	50

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1. Area de estudio donde se muestra la localización de las estaciones.....	7
2. Estructura interna de una trampa vertical de arena. A) Perspectiva. B) Vista frontal.....	10
3. Cantidad (en gramos) de sedimento captado por las trampas horizontales (A) y verticales (B) en las tres estaciones de las zonas inalterada (IN 1, IN2 e IN3) y alterada (AL1, AL2 y AL3) (por fechas y total).....	16
4. Dendograma resultante del análisis de agrupamiento de estaciones con trampas de arena (a=trampas horizontales; b=trampas verticales).....	20
5. Número de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en las zonas alterada e inalterada del área de estudio.....	31
6. Número de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> y de disturbio humano obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en la zona Alterada del área de estudio.....	32
7. Número de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> y de disturbio humano obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en la zona Inalterada del área de estudio.....	32

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I. Resumen de la comparación de las medias de gramos de arena captados por trampas horizontales en las estaciones de las zonas alterada e inalterada, considerando datos reales y datos simulados.....	21
II. Resumen de la comparación de las medias de gramos de arena captados por trampas verticales en las estaciones de las zonas alterada e inalterada, considerando datos reales y datos simulados	21
III. Número de individuos de <i>Charadrius alexandrinus</i> registrados entre Agosto y Octubre de 1990 en tres transectos de la zona alterada (AL) y tres de la zona inalterada (IN) del extremo norte de la barra del estero de Punta Banda...	23
IV. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> en los transectos la zona inalterada y la zona alterada.....	24
V. Resultados de la prueba estadística de Kruskal-Wallis aplicada a los datos de <i>Charadrius alexandrinus</i> considerando todos los transectos.....	24
VI. Análisis de Kruskal-Wallis de los datos de <i>Charadrius alexandrinus</i> excluyendo el transecto IN1.....	25
VII. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> en la zona inalterada y la zona alterada excluyendo el transecto IN1.....	25
VIII. Número de individuos de <i>Charadrius alexandrinus</i> registrados entre el 9 de junio de 1992 y el 10 de agosto de 1992 en las zonas alterada e inalterada del extremo norte del Estero de Punta Banda. Los *asteriscos indican observaciones de pollos.....	29
IX. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i> en la zona inalterada y la zona alterada obtenidos con el método de barrido total del área.....	30
X. Resultado de la prueba χ^2 aplicada a los datos <i>Ch. alexandrinus</i> obtenidos con el método de conteo por barrido total del área.....	30

EFFECTOS ECOLÓGICOS Y GEOMÓRFICOS DE LA DESTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DUNAS COSTERAS EN LA BARRA DEL ESTERO DE PUNTA BANDA, BAJA CALIFORNIA , MÉXICO.

I. INTRODUCCIÓN

La destrucción producida por el hombre de estructuras costeras, como playas, dunas, acantilados, etcétera, generalmente trae como consecuencia el desencadenamiento de procesos que tienden a desestabilizar a la zona costera. Algunos de los efectos más notorios son la pérdida del hábitat para algunas especies, inestabilidad física del área (erosión o depositación excesivas) y en zonas desarrolladas, la pérdida de propiedades (Bird, 1985).

Mientras que la berma (postplaya) y la cara de la playa (anteplaya) son la línea externa de defensa que absorbe la mayor parte de la energía del oleaje, las dunas y los acantilados son la última zona de defensa contra el embate de las olas que logran sobrepasar la berma durante tormentas. Aunque las dunas se erosionan durante tormentas severas, estas son muchas veces lo suficiente substanciosas para proveer protección completa a la tierra tras de ellas y para conservar el hábitat de especies ligadas a ellas. Aún cuando las dunas son gastadas por olas de tormentas, pueden reconstruirse gradualmente en forma natural para proveer protección durante tormentas futuras.

La continua invasión a la costa con desarrollos producidos por el hombre, se ha llevado a cabo muchas veces sin considerar la protección provista por las dunas. Zonas grandes de dunas se han nivelado para desarrollar bienes raíces o para permitir fácil acceso a la playa produciendo erosión y en algunos casos pérdida de estructuras construidas en donde se encontraban las dunas (Godfrey and Godfrey. 1973, 1980.; U.S. Coastal Engineering Research Center. 1977).

En el Estero de Punta Banda las dos terceras partes de la morfología original de la barra de 7 Kilómetros de longitud habían sido destruidas hacia fines de Marzo de 1988 por efecto del desarrollo urbano-turístico. La modificación de la geomorfología de la barra, sugirió el estudio cuyos resultados aquí se presentan, en el cual dos tipos de efectos fueron investigados: la pérdida de la protección que representa el sistema de dunas costeras y la pérdida del hábitat para una especie de ave asociada a las dunas, el "chorlito nevado", *Charadrius alexandrinus* (Aves, Charadriidae).

Objetivo.- El objetivo de este trabajo fue identificar efectos del abatimiento de las dunas costeras en el área de la barra del Estero de Punta Banda.

Metas.- Las metas de este trabajo fueron, mediante conocimiento de casos locales generar medidas objetivas que permitan evaluar el impacto de las modificaciones geomorfológicas en la zona costera y contribuir al desarrollo de un plan integral para el manejo de la misma.

II. EL ÁREA DE ESTUDIO

II.1 Generalidades

El Estero de Punta Banda ($31^{\circ} 40' - 31^{\circ} 48' N$, $116^{\circ} 34' - 116^{\circ} 40' W$) (Fig. 1) es una de las únicas cuatro lagunas costeras de la costa pacífica de Baja California. Se localiza 13 km al sur de la ciudad de Ensenada y tiene una extensión de 20 km². En las mareas medias, 4.64 km² corresponden a aguas navegables, 8.95 km² a marismas, 2.85 km² a planicies lodosas y 3.57 km² a la barra (Nishikawa, 1983; Palacios *et al.*, 1991). Su eje mayor corre paralelo a la línea de playa. La laguna limita al este y al norte con el valle de Maneadero; al sur, con la península de Punta Banda, y al oeste con la bahía de Todos Santos. Su barra arenosa, de 7 km de largo y 3.5 km² de superficie, se une con la península de Punta Banda en el extremo sur. Tiene forma de "L" con una porción corta de 3 km extendiéndose en una dirección sureste y un canal con longitud de 7.5 km que se abre hacia la Bahía de Todos Santos. El agua de la laguna influencia un área que se extiende aproximadamente 6 km desde la boca hacia el interior de la bahía. Las mareas son del tipo semidiurno, con una amplitud media de 1.04 m y tienen un efecto notorio sobre la laguna donde el 60% del agua se puede evacuar en un ciclo de marea (Paz-Vela, 1978).

La profundidad máxima de la laguna, medida cerca de la boca es de 12.5 m (Nivel Medio de Bajamar NMB). A lo largo del canal principal de circulación, la profundidad disminuye desde 6 a 1 m en dirección sur, mientras que en el brazo corto de la laguna el canal se bifurca y tiene profundidades que no exceden 1 m (NMB). La posición de la boca relativa a otras partes de la laguna, se considera como un factor importante en el mantenimiento del régimen de circulación (Pritchard *et al.*, 1978). El ancho promedio de la laguna es de 800 m (con un rango de 345 m NMB a 1,100 m NMP [=Nivel Medio de Pleamar]).

Al cuerpo lagunar se le asocian típicamente las praderas de *Zostera marina*, las cuales fueron en gran parte cubiertas por sedimento entre 1978 y 1981; sobre el margen este, sur y oeste los principales subsistemas son las marismas y las planicies lodosas. La barra arenosa presenta, en su borde oeste, una playa marina que en su conformación original se encontraba limitada por dunas; en su borde este las mencionadas marismas y planicies lodosas; la porción permanentemente emergida se encontraba cubierta originalmente por vegetación de matorral (Escofet, *et al.* 1988; Espejel, 1993a).

II.2 Antecedentes

A partir de los primeros años de la década de 1980, el creciente desarrollo regional, aunado a la carencia de un plan regulador que armonizara los distintos intereses sectoriales, ha ido sometiendo al estero a una serie de impactos. El desarrollo industrial se inició en 1983 con la construcción de una planta ensambladora de bases para plataformas de perforación petrolera, proyectada y autorizada en una extensión de 0.80 km². El 50% de la construcción se concretó entre fines de 1983 y 1986 y no ha progresado desde entonces. Su manifestación más evidente es un dique localizado en el ángulo suroeste del estero, dentro del cual el régimen de mareas dejó de operar (Ibarra-Obando y Escofet. 1987; Ibarra-Obando y Poumian-Tapia, 1991).

El desarrollo turístico se inició durante 1987, al reiniciar la construcción de un hotel cuya obra se inició unos veinte años atrás en la porción central de la barra. Los servicios disponibles a partir del desarrollo de este complejo, incrementaron el valor de terrenos adyacentes desencadenándose la construcción de casas habitación en toda la extensión de la barra. Hacia fines de marzo de 1988, dos terceras partes de la barra se habían modificado por completo. Quedaba relativamente intacta, aunque proyectada para la construcción, la porción norte, de 2.6 km de longitud. Las construcciones no progresaron desde esa fecha y

el extremo norte de la barra continua siendo la única porción no afectada del hábitat original de dunas-matorral (Escofet, 1989).

Actualmente la barra del Estero de Punta Banda se puede separar en dos zonas: una con hábitats naturales completos e inalterados (el extremo terminal de la barra, es decir, los últimos 2.6 km que se extienden hacia el norte a partir de su mayor estrechamiento) y otra con hábitats naturales alterados (el resto de la barra hacia el sur, desde la zona de mayor estrechamiento) (Fig. 1).

La destrucción de dunas costeras está lamentablemente muy generalizada en el estado, como resultado de la expansión del desarrollo urbano sobre la costa o del uso de estos sistemas con fines recreativos (Espejel, 1993b)

La destrucción del sistema de dunas se puede dar de dos maneras: a) la eliminación total de las dunas, generalmente para dar paso a la construcción de casas habitación o complejos hoteleros y b) la desestabilización de las dunas al ser eliminada la vegetación como consecuencia del tráfico de personas y vehículos de todo terreno. La destrucción de la vegetación es un hecho preocupante no solo por las consecuencias geomorfológicas mencionadas, sino también por consideraciones de bioconservación. Espejel, 1993a, menciona que la mayor riqueza florística en Baja California se encuentra en la barra del Estero de Punta Banda en donde se han registrado 24 especies en solo 0.8 km², de las cuales una se encuentra en peligro de extinción y tres son endémicas de la provincia de California. La destrucción del sistema de dunas en la barra del Estero de Punta Banda, aunque es un hecho visible y corroborable, no ha sido hasta ahora estudiada.

La importancia del Estero de Punta Banda para la avifauna fue notada desde 1983 por Nishikawa. En 1988, Escofet *et al.* demostraron la relación entre la variedad del hábitat

y la riqueza de la avifauna. El 1991, Palacios *et al.* estudiaron el conjunto de playeros migratorios y demostraron la importancia de la playa externa para este proceso, además del papel más tradicionalmente reconocido para las planicies lodosas. Palacios (1992) estudió la anidación del "gallito marino calliforniano" *Sterna antillarum*, en cuatro colonias del estado de Baja California habiendo sido la que se establece en el extremo norte de la barra del Estero de Punta Banda la más exitosa.

El "chorlito nevado" *Ch. alexandrinus* es una de las especies de playeros ligada preferencialmente a la playa externa de la barra pero que usa también en buena medida las planicies lodosas (Palacios *et al.*, 1991).

Hacia mediados de la década pasada, la especie era considerada como de cuidado especial por el California Department of Fish and Game; como amenazada, por el Oregon Department of Fish and Wildlife y como en peligro por el Washington Department of Game; en general es tomada como una especie sensitiva por el U.S. Fish and Wildlife Service (Page *et al.*, 1986). En 1990, Steinhart vuelve a citarlo como de cuidado especial para California. La razón fundamental que coloca a esta especie en las mencionadas categorías es la pérdida del hábitat de anidación en la zona costera (Page *et al.*, 1986).

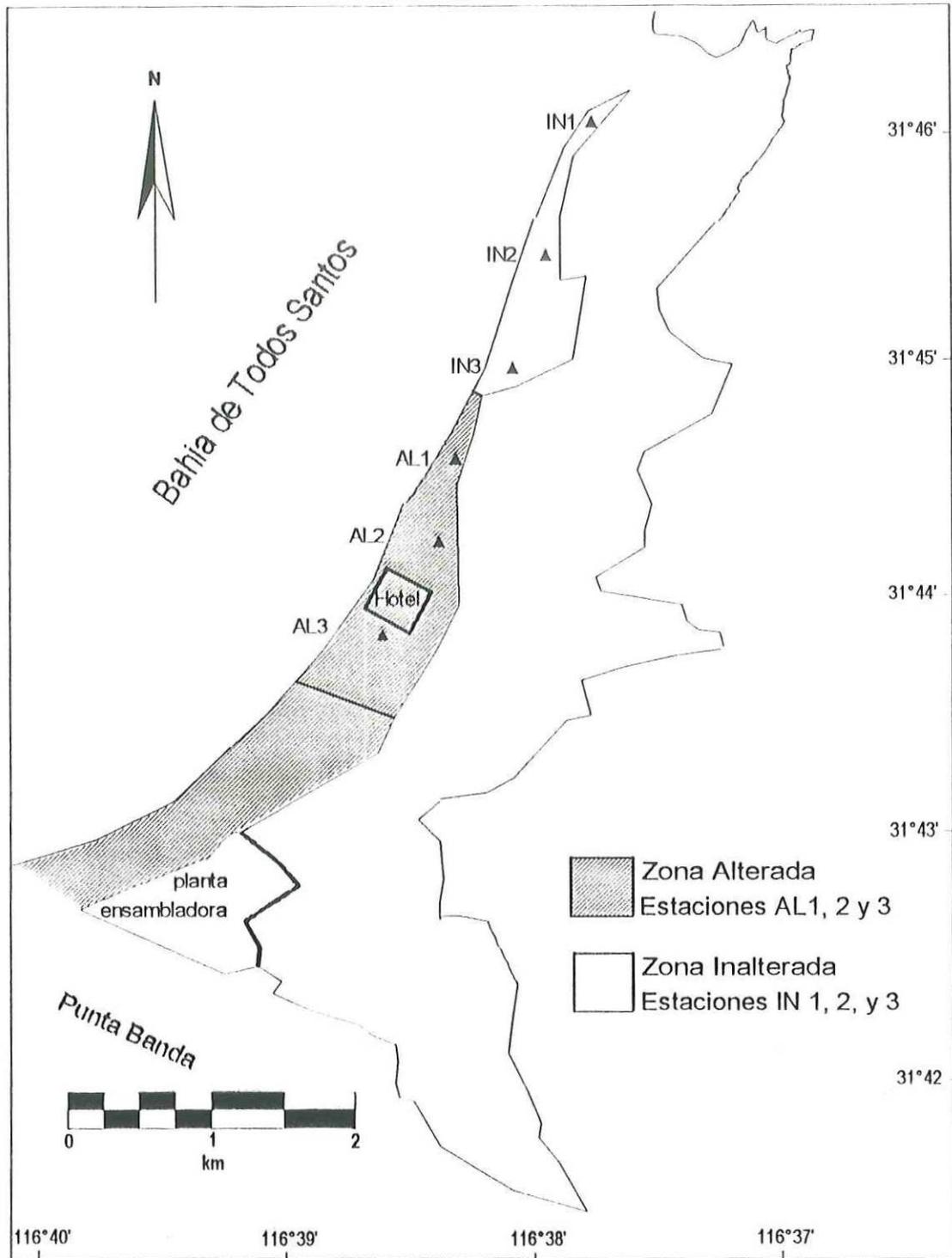


Figura 1. Area de estudio donde se muestra la localización de las estaciones.

III. METODOLOGÍA

Con el objetivo de documentar los efectos causados por la modificación a la geomorfología de la barra del Estero de Punta Banda, se realizaron a) mediciones de la cantidad de arena transportada por el viento a través de la misma y b) conteos de los individuos del "chorlito nevado", *Ch. alexandrinus* en dos áreas selectas:

- 1) Zona Inalterada (IN), que corresponde al extremo distal de la barra, es decir, los últimos 2.6 km que se extienden hacia el norte a partir de su mayor estrechamiento, y donde la fisiografía natural no ha sido alterada.
- 2) Zona Alterada (AL) que corresponde a una porción de igual longitud a la anterior, inmediatamente adyacente hacia el sur y donde las dunas han sido niveladas.

El diseño escogido para el posicionamiento de las estaciones y transectos aprovechó el hecho de que, por efecto del desarrollo existieran una zona alterada y una zona inalterada adyacentes.

III.1 Transporte de sedimento a través de la barra.

Con el objetivo de realizar un estudio comparativo que evaluara el transporte de arena por viento hacia la laguna, se consideró la cantidad de arena transportada por el viento desde la playa externa de la barra hacia el interior del estero como un estimador de la capacidad defensiva de la barra en la zonas alterada e inalterada. Si los principios generales que asignan capacidad defensiva a las dunas costeras se cumplen, se esperaría encontrar un mayor volumen transportado a través del área alterada.

Las hipótesis, para prueba de dos y una cola respectivamente fueron:

- H_0 1: El volumen de arena transportado por el viento desde la playa al interior del estero a través de la zona alterada no es significativamente diferente del volumen de arena transportado a través de la zona inalterada.

- H_a1 : El volumen de arena transportado por el viento desde la playa al interior del estero a través de la zona alterada es significativamente diferente del volumen de arena transportado a través de la zona inalterada.

- H_o2 : El volumen de arena transportado por el viento desde la playa al interior del estero a través de la zona alterada no es significativamente mayor del volumen de arena transportado a través de la zona inalterada.

- H_a2 : El volumen de arena transportado por el viento desde la playa al interior del estero a través de la zona alterada es significativamente mayor del volumen de arena transportado a través de la zona inalterada.

Para poner a prueba estas hipótesis se colocaron dos tipos de trampas de arena (verticales y horizontales) en seis estaciones sobre el borde lagunar de la barra, tres en la zona inalterada y tres en la zona alterada (Fig. 1).

Las trampas verticales utilizadas fueron del tipo diseñado por Jones y Willets (1978), y modificadas por Gil Silva (1987) (Fig. 2).

Las trampas horizontales fueron cajones con dimensiones internas de 14 cm de ancho, 120 cm de largo, y 14 cm de profundidad. Su apertura se colocó a nivel del suelo y la arena de su alrededor nivelada de tal manera que la trampa no presentara ningún obstáculo al transporte.

Se realizaron seis períodos de observación con duración de tres o cuatro días cada uno: 25 al 29 de mayo de 1990; 19 al 22 de abril de 1991; 15 al 18 de octubre de 1991; 1ro. al 4 de junio de 1992; 4 al 8 de junio de 1992, y 24 al 28 de agosto de 1992.

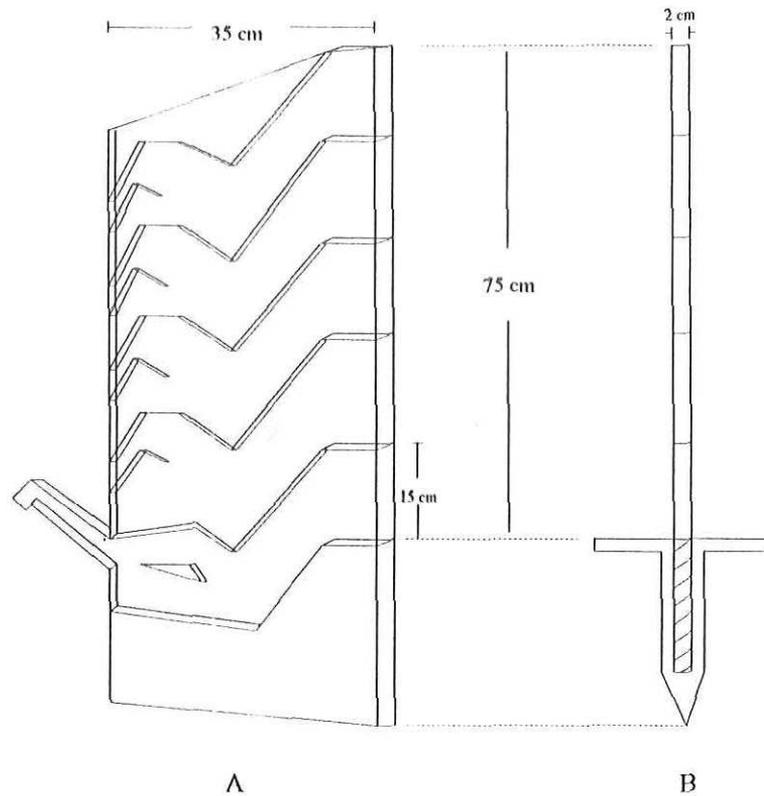


Figura 2. Estructura interna de una trampa vertical de arena . A) Perspectiva. B) Vista frontal.

En los tres primeros periodos de observación (denominados ciclo 90-91), las trampas se colocaron en 3 estaciones distribuidas en la zona inalterada (IN1, IN2 e IN3) y otras tres en la zona alterada (AL1, AL2 y AL3) (Fig. 1); la distancia entre las estaciones fue de 1.3 km. aproximadamente. En los siguientes tres periodos (denominados ciclo 92) dicho criterio se modificó cambiando la estación AL3 a una posición 80 m al sur, ya que la posición original de esta estación quedaba viento abajo del desarrollo turístico "Baja Beach and Tennis Club" bloqueando al transporte de arena.

III.2 Conteos de *Ch. alexandrinus*.

Con el propósito de investigar si la ausencia de las dunas incide sobre la presencia de *Charadrius alexandrinus*, se llevaron a cabo conteos de los individuos de esta especie en las zonas alterada e inalterada.

Las hipótesis asociadas, para prueba de dos y una cola respectivamente, fueron:

- Ho1: El número de individuos de *Charadrius alexandrinus* en la zona alterada no es significativamente diferente al de la zona inalterada.
- Ha1: El número de individuos de *Charadrius alexandrinus* en la zona alterada es significativamente diferente al de la zona inalterada.

- Ho2: El número de individuos de *Charadrius alexandrinus* en la zona de dunas alteradas no es significativamente menor al de la zona con dunas inalteradas.
- Ha2: El número de individuos de *Charadrius alexandrinus* en la zona de dunas alteradas es significativamente menor al de la zona con dunas inalteradas.

Para desarrollar esta parte del trabajo, se realizaron: 1) observaciones de familiarización y calibración; y 2) conteos formales, los cuales fueron de dos tipos: a) Conteos por Transectos y b) Conteos por Barrido Total del Área.

III.2.1 Observaciones exploratorias para familiarización y calibración.

Durante los meses de febrero y marzo de 1990 se realizaron seis recorridos por la barra del estero de Punta Banda, con el propósito de reconocer cualitativamente el hábitat utilizado por *Charadrius alexandrinus*, y adquirir práctica en la identificación de la especie. El día 5 de Abril del mismo año se llevó a cabo un periodo de observación de poco más de un ciclo de marea, con la finalidad de conocer la rutina de esta ave con respecto a dicho ciclo. Posteriormente y con base en lo aprendido en estos recorridos y en la visita, se diseñó

un programa de observaciones con conteos semanales (en las mismas fechas), en ambas zonas, de los individuos de *Charadrius alexandrinus*.

III.2.2 Conteos por transectos

En cada zona se escogieron tres transectos fijos, perpendiculares a la costa y alineados con accidentes topográficos o de construcción a fin de poder reubicarlos en cada fecha de observación, procurando que los transectos estuvieran regularmente espaciados.

Los conteos fueron en total 11, en un periodo comprendido entre el 19 de abril y el 26 de octubre de 1990. Se llevaron a cabo todos en marea alta (> 0.75 m) debido a que inicialmente y con base en lo observado el día 5 de abril se dedujo que al bajar la marea los individuos de *Charadrius alexandrinus* se desplazaban al interior de la laguna.

Las observaciones comenzaban en la zona inalterada, siguiendo una secuencia IN3, IN2, IN1, y terminaban en la zona alterada siguiendo una secuencia AL1, AL2, AL3.

En todas las ocasiones el observador llegaba a la estación caminando hasta la cresta de la berma y permanecía allí 10 minutos en calma antes de empezar el conteo. Al término de estos 10 minutos realizaba el conteo durante aproximadamente 20 minutos observando con binoculares 7x un área de 360° alrededor.

III.2.3 Conteos por barrido total del área

Se llevaron a cabo 30 conteos, con frecuencia diaria o casi diaria, del número de individuos de *Charadrius alexandrinus* en ambas zonas a fin de evitar variaciones entre repeticiones, causadas por conducta de agrupamiento detectada con el método de transectos, durante el periodo del 9 de junio al 8 de agosto de 1992. Los conteos se realizaron separadamente por dos personas, a bordo de un vehículo de doble tracción circulando a una velocidad promedio de 8 km/h por la región de la berma de la playa y por donde no se perturbara la vegetación o a las aves presentes. Los observadores barrían

visualmente todo el perfil de la playa, y cuando la situación lo requería se detenía el vehículo para observar con mayor detenimiento. Se registraron separadamente los que se encontraban en la anteplaya, los que se encontraban en la postplaya, y el total. Al final del conteo se comparaban los resultados de ambos observadores y se registraba el dato en libreta de campo.

Además del número de individuos de *Ch. alexandrinus* presentes, se registró también la nubosidad, la intensidad de viento (escala de Beaufort), la hora de inicio y fin de la observación, y la presencia humana. Esta última se desglosó en: número de pescadores, número de personas que practicaban el Golf, y número de paseantes (incluidos corredores y ciclistas).

III.3 Análisis estadístico

Para los resultados de las trampas de arena, la homogeneidad al interior de cada zona se exploró mediante un análisis de agrupamiento de los transectos con base en la variable dependiente (gramos de arena). El análisis se llevó a cabo mediante el uso del programa SYSTAT 5.01. Se utilizó el índice de similitud de Pearson considerando el valor de 0.5 como límite entre área de similitud y área de no similitud (Fay *et al.*, 1977). Con base en los resultados del análisis de agrupamiento y su expresión gráfica en dendogramas contruidos con distancia euclidiana y encadenamiento del promedio, se estableció cuales transectos formaban grupos homogéneos (similitud >0.5). Para comparar los transectos homogéneos de la zona alterada vs. los transectos homogéneos de la zona inalterada (los transectos con alta disimilitud fueron excluidos tanto en una como en otra zona), se empleó el estadístico t de Student para una y dos colas con nivel de significancia del 95%, utilizando el programa EXCEL 4.0.

La hipótesis de que la diferencia no significativa entre las zonas alterada e inalterada podría deberse al bajo número de observaciones, se exploró mediante una simulación que

consistió en repetir diez veces el conjunto original de observaciones, empleando de nuevo el estadístico t de Student para una y dos colas con nivel de significancia del 95%, con la ayuda del programa EXCEL 4.0.

Para los datos del número de individuos de *Ch. alexandrinus* obtenidos con el método de transectos la homogeneidad entre transectos se exploró mediante análisis de Kruskal-Wallis con la ayuda del programa SYSTAT 5.01.

La diferencia entre medias para los datos obtenidos por medio de transectos y de barrido total del área se exploró mediante pruebas de hipótesis utilizando el estadístico t de Student para una y dos colas, con nivel de significancia del 95%, utilizando el programa EXCEL 4.0.

Para los datos generados por el método de barrido total del área, se realizó una prueba de χ^2 aplicada a una tabla de contingencia de 2x2 con el fin de explorar la relación entre el uso de la postplaya y la anteplaya en presencia/ausencia de dunas (zona inalterada y zona alterada respectivamente) para probar la hipótesis nula de:

H_0 : La abundancia de *Ch. alexandrinus* en la postplaya o la anteplaya es independiente presencia de dunas.

IV. RESULTADOS

IV.1 Mediciones del transporte de sedimento.

Del total de 72 colocaciones de las trampas de arena sólo cuatro fracasaron, ya sea por caída, destrucción deliberada o probable hurto: dos trampas verticales (estación IN1 y AL1) en el periodo del 25 al 29 de mayo de 1990; una trampa horizontal (estación IN1) en el periodo del 25 al 29 de mayo de 1990; y una trampa horizontal (estación IN1) en el periodo del 4 al 8 de junio de 1992 (Anexos I y II).

Los resultados del transporte de arena fueron más claros para las trampas horizontales que para las verticales, aunque con ambos métodos se notó la heterogeneidad entre los transectos de la zona inalterada (Fig. 3).

El análisis de agrupamiento, para ambos tipos de trampa, confirmó que en la zona inalterada la estación 1 se separó de las estaciones 2 y 3, y que en la zona alterada el transecto 3 se separó del 1 y del 2 (Fig. 4). Estos resultados apoyaron el que, para el análisis estadístico, los transectos IN2 e IN3 se consideraran representantes de la zona inalterada, y los AL1 y AL2 de la zona alterada.

En la zona inalterada (estaciones IN 2 y 3) el sedimento captado por las trampas fue entre dos y cuatro veces menor que el transportado a través de la zona sin dunas (estaciones AL 1 y 2) para las trampas verticales, y 150 veces menor para las trampas horizontales (Anexos I y II).

Estas diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$) para ninguno de los dos tipos de trampas. El resultado del ejercicio que simuló un número mayor de observaciones, mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) para ambos tipos de trampas.

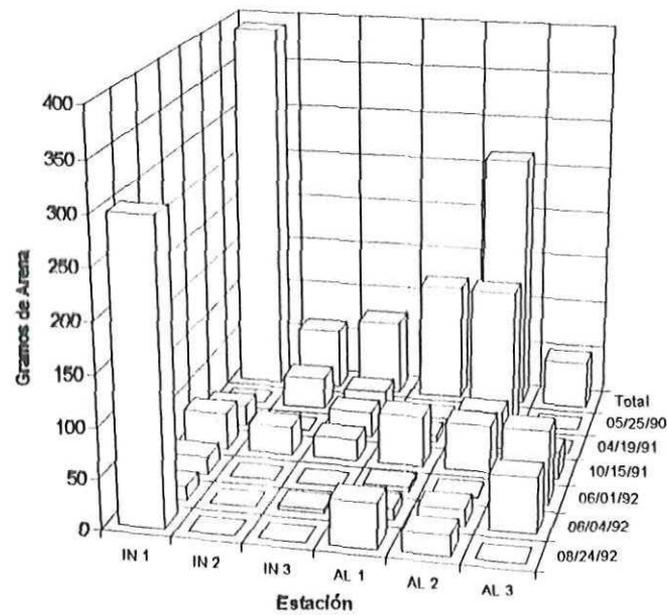
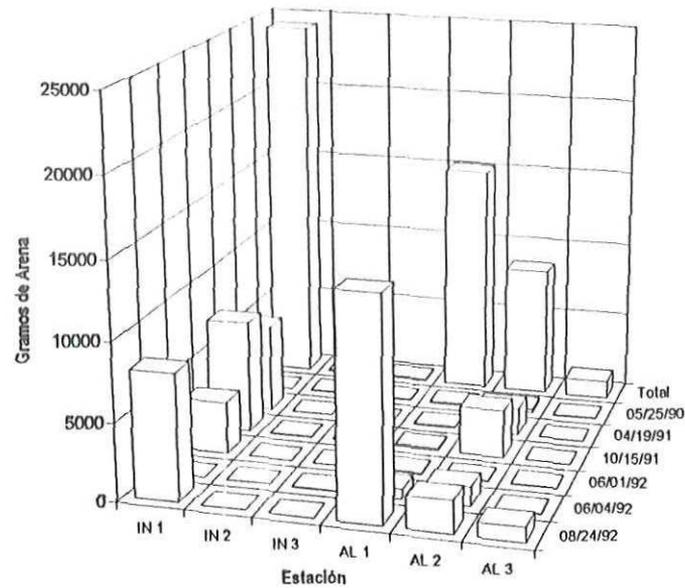


Figura 3. Cantidad (en gramos) de sedimento captado por las trampas horizontales (A) y verticales (B) en las tres estaciones de las zonas inalterada (IN1, IN2 e IN3) y alterada (AL1; AL2 y AL3) (por fechas y total).

Trampas Horizontales:

En la zona inalterada, las estaciones 2 y 3 consistentemente captaron menor cantidad de arena que la estación 1. Las estaciones 2 y 3 captaron un promedio de entre 16 y 17 gramos y mostraron poca fluctuación a lo largo del tiempo (entre 0 y 48 gramos); la estación 1 captó un promedio de 6083 gramos con fluctuación temporal de entre 3356 y 8089 gramos.

En la zona alterada, la estación 3 consistentemente captó menor cantidad de arena que las estaciones 2 y 3 (valores medios de 191 vs. 1423 y 2516 gramos respectivamente), aunque las tres estaciones mostraron fluctuaciones temporales (entre 0 y 957 gramos en la estación 3; entre 65 y 3094 gramos en la estación 2 y entre 66 y 14097 en la estación 1) (Anexo II).

El análisis de agrupamiento (Fig. 4a) mostró una similitud menor de 0.5 (0.48) entre la estación 1 de la zona alterada y el resto; separó la estación 1 de la zona inalterada con una similitud relativamente baja (aproximadamente 0.54) de las cuatro estaciones restantes. En este último grupo la estación 2 de la zona alterada se unió con similitud alta (aproximadamente 0.84) con las dos restantes; la estación 3 de la zona alterada se unió a nivel 0.96 con las dos restantes, y la mayor similitud se registró entre las estaciones 2 y 3 de la zona inalterada (0.99). La interpretación del dendograma indica: 1) que las estaciones 2 y 3 de la zona inalterada, localizadas por detrás de las dunas naturales, difirieron de la IN1, localizada en el extremo con dunas embrionarias, por la menor cantidad de arena captada; 2) que la estación 3 de la zona alterada, por haber estado la trampa posicionada viento abajo de una construcción importante, captó tan poco sedimento como las trampas de las estaciones inalteradas 2 y 3; 3) que la estación 2 de la zona alterada es intermedia, mientras que las dos restantes (estaciones IN1 y AL2) se separaron nítidamente por haber captado la mayor cantidad de arena, confirmándose la separación inicial de la estación IN1.

El resultado del análisis estadístico entre las estaciones AL1 y AL2 y las estaciones IN2 e IN3 fue diferente según se considerara el número real de observaciones o la simulación de un mayor número de observaciones (Tabla 1).

Con datos reales el análisis no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), mientras que con los datos que simularon un número mayor de observaciones, las diferencias sí fueron significativas ($P < 0.05$).

Trampas Verticales:

En la zona inalterada las estaciones 2 y 3 captaron menor cantidad de arena que la estación 1. Las estaciones 2 y 3 captaron un promedio de entre 10 y 13 gramos y mostraron muy poca fluctuación a lo largo del tiempo (entre 0 y 32 gramos); la estación 1 captó un promedio de 78 gramos con fluctuación temporal de entre 14 y 299 gramos (Anexo I).

En la zona alterada se observó poca fluctuación entre estaciones. Los valores promedio fueron entre 24 y 34 gramos, sin embargo se observaron fluctuaciones temporales en las tres estaciones (entre 5 y 52 gramos en la estación 1; entre 2 y 140 gramos en la estación 2 y entre 0 y 74 gramos en la estación 3).

El análisis de agrupamiento mostró una similitud de 0.41 entre la estación 1 de la zona inalterada y el resto; separó a la estación 3 de la zona alterada de las cuatro restantes con un valor de similitud de 0.80. Dentro de este grupo, las estaciones AL1 y AL2 se separaron de las IN2 e IN3 a un nivel de 0.87; AL1 y AL2 se unieron con un valor de similitud de 0.90, y las estaciones IN2 e IN3 se unieron con la mayor similitud (0.94).

La interpretación del dendograma indica: 1) que las estaciones 2 y 3 de la zona inalterada localizadas por detrás de las dunas estables, difirieron de la IN1, localizada en el extremo con dunas embrionarias, por la menor cantidad de arena captada; 2) que las estaciones 1 y 2 de la zona alterada fueron diferentes a la estación 3 debido a que la trampa de la estación 3 estaba posicionada viento abajo de una construcción importante; 3) Las

estaciones IN2 e IN3 se separan claramente de las AL1 y AL2, dejando ver el efecto de la pérdida de protección por el abatimiento de las dunas.

El resultado del análisis estadístico entre las estaciones AL1 y AL2 y las estaciones IN2 e IN3 fue diferente según se considerara el número real de observaciones o la simulación de un mayor número de observaciones. En el caso con datos reales el análisis no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$), mientras que para el caso de datos que simularon un número mayor de observaciones, las diferencias sí fueron significativas ($P < 0.05$) (Tabla 2).

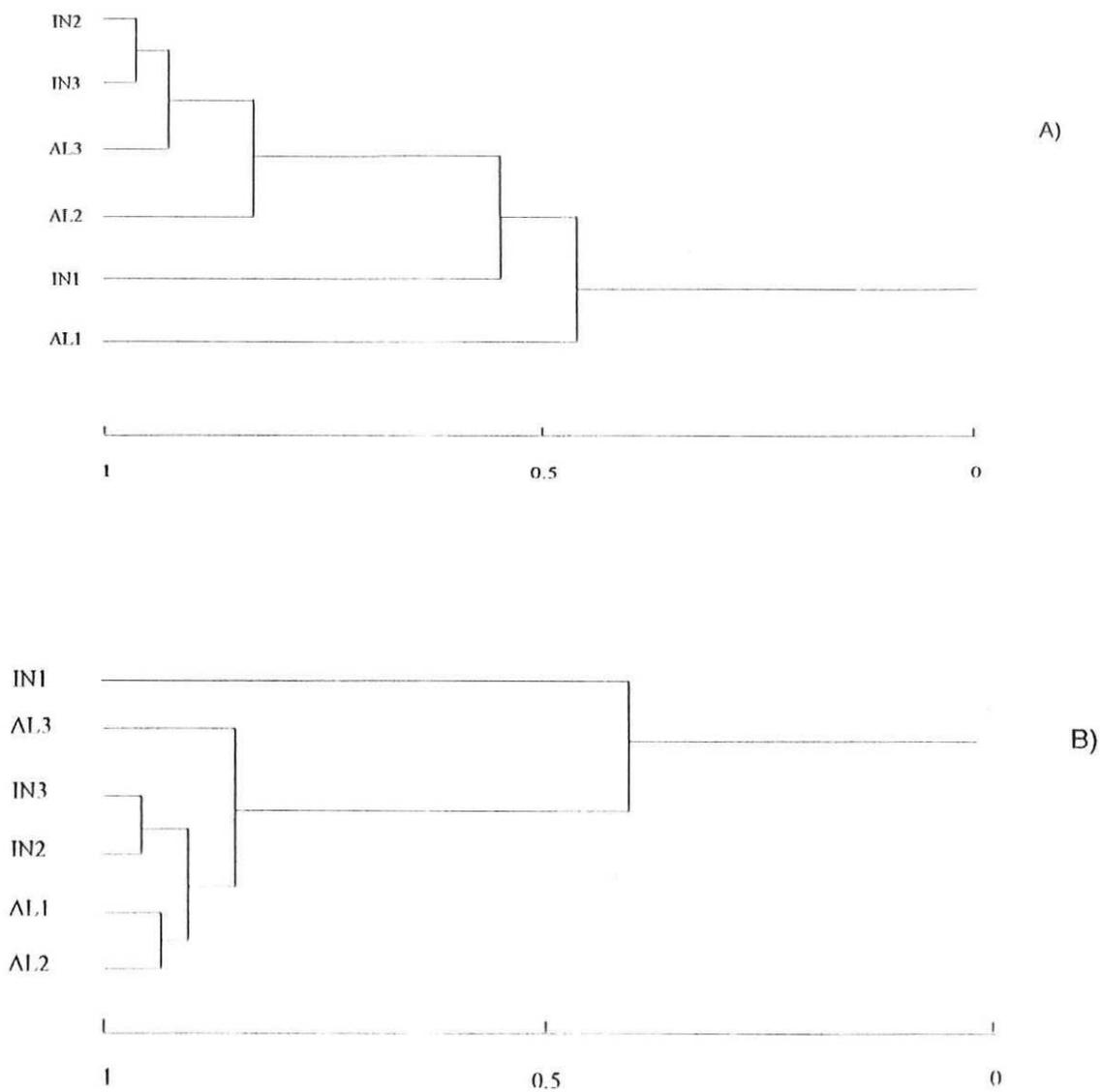


Figura 4. Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento de estaciones con trampas de arena (a= trampas horizontales; b= trampas verticales).

Tabla 1. Resumen de la comparación de las medias de gramos de arena captados por trampas horizontales en las estaciones de las zonas alterada e inalterada, considerando datos reales y datos simulados.

DATOS REALES n=12		DATOS SIMULADOS n=120	
ZONA ALTERADA X = 1970.08 ± 3947.78	t = -1.714 diferencias no significativas	ZONA ALTERADA X = 1970.08 ± 44.39	t = -5.64 diferencias significativas
ZONA INALTERADA X = 16.25 ± 19.75		ZONA INALTERADA X = 16.25 ± 18.99	

Tabla 2. Resumen de la comparación de las medias de gramos de arena captados por trampas verticales en las estaciones de las zonas alterada e inalterada, considerando datos reales y datos simulados.

DATOS REALES n=11		DATOS SIMULADOS n=110	
ZONA ALTERADA X = 35.00 ± 39.31	t = -2.04 diferencias no significativas	ZONA ALTERADA X = 35.00 ± 37.66	t = -6.73 diferencias significativas
ZONA INALTERADA X = 9.64 ± 12.54		ZONA INALTERADA X = 9.64 ± 12.01	

IV.2 Resultados de las observaciones de *Charadrius alexandrinus*

Se registró un total de 190 individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada y un total de 66 en la zona alterada con el método de conteo por transectos. Con el método de barrido total del área, se registraron 1,436 individuos en la zona inalterada y 905 en la alterada, en todo el periodo de estudio.

La diferencia entre la media del número de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada y la zona alterada fue significativa, tanto para los conteos por transecto como para los de barrido total del área. Los conteos por transectos mostraron alta

heterogeneidad de la zona inalterada debido a la conducta de agrupamiento de los individuos de *Ch. alexandrimus*. Esta variación espacial indica que los resultados del método de conteo por barrido son más confiables.

IV.2.1 Conteos por Transectos

Se registró un total de 256 individuos de *Ch. alexandrimus*, de los cuales 190 estuvieron en la zona inalterada y 66 en la zona alterada, con promedios de 5.76 ± 6.78 y 2 ± 2.20 respectivamente (Tabla 3).

Zona inalterada: de los 190 individuos totales, 120 se registraron en el transecto 1; 27 en el transecto 2; y 43 en el transecto 3, con promedios y desviaciones estandar de 10.9 ± 8.72 , 2.4 ± 3.25 y 3.9 ± 3.23 respectivamente. En el transecto 1 los registros oscilaron entre 0 y 22 individuos; en el transecto 2, entre 0 y 12; en el transecto 3, entre 0 y 9 individuos.

Zona alterada: de los 66 individuos totales, 33 se registraron en el transecto 1, 19 en el transecto 2 y 14 en el transecto 3, con promedios y desviaciones estandar de 3 ± 2.37 , 1.7 ± 1.71 y 1.2 ± 2.09 respectivamente. En el transecto 1 los registros oscilaron entre 0 y 7 individuos, en el transecto 2 entre 0 y 4, y en el transecto 3 entre 0 y 7.

El resultado de la comparación de medias con el estadístico t de Student mostró diferencias significativas entre la zona inalterada y la zona alterada (Tabla 4).

La homogeneidad entre transectos mostró que estos no fueron homogéneos (Tabla 5). Una comparación de los rangos promedio obtenidos mediante un análisis de Kruskal-Wallis mostró que el del transecto IN1 superaba al de todos los demás (46.18 vs. 26 a 39). Un nuevo análisis de Kruskal-Wallis excluyendo el transecto IN1 confirmó que los

transectos 2 y 3 de la zona inalterada y los transectos 1, 2, y 3 de la alterada no diferían significativamente (Tabla 6).

Una nueva comparación de medias excluyendo el transecto IN1 no mostró diferencias significativas entre las zonas alterada e inalterada, sugiriendo que el resultado de la primera comparación entre medias estaba sesgada por la inclusión de un transecto morfológicamente diferente al resto de la zona inalterada (Tabla 7).

Tabla 3. Número de individuos de *Charadrius alexandrinus* registrados entre Agosto y Octubre de 1990 en tres transectos de la zona alterada (AL) y tres de la zona inalterada (IN) del extremo norte de la barra del estero de Punta Banda.

FECHA	TRANSECTOS					
	IN1	IN2	IN3	AL1	AL2	AL3
19/04/90	17	2	6	3	4	0
27/04/90	22	3	5	1	4	2
19/05/90	18	2	8	0	3	0
31/05/90	4	0	0	3	2	0
08/06/90	16	4	5	0	0	2
22/06/90	4	0	7	4	4	0
14/09/90	0	1	1	5	2	3
28/09/90	20	1	0	4	0	0
12/10/90	0	0	9	6	0	0
22/10/90	0	12	1	7	0	0
26/10/90	19	2	1	0	0	7
TOTAL	120	27	43	33	19	14
MEDIA	10.9	2.4	3.9	3	1.7	1.2
DESV.STD.	8.72	3.25	3.23	2.37	1.71	2.09
TOTAL		190			66	
MEDIA		5.76			2.00	
DESV.STD.		6.78			2.20	

Tabla 4. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de *Ch. alexandrinus* en los transectos la zona inalterada y la zona alterada.

	IN-1,2,3	AL-1,2,3
Media	5.7576	2
Varianza	47.439	5
Observaciones	33	33
gl	38.671	
t	2.9808	
t Crítica una cola	1.686	
t Crítica dos colas	2.0244	

Tabla 5. Resultados de la prueba estadística de Kruskal-Wallis aplicada a los datos de *Charadrius alexandrinus* considerando todos los transectos.

Nivel	Tamaño de muestra	Rango promedio
AL 1	11	35.6364
AL 2	11	27.4091
AL 3	11	22.2727
IN 1	11	46.1818
IN 2	11	30.2273
IN 3	11	39.2727

Prueba estadística = 11.6642

Nivel de significancia = 0.0396897 ($P < 0.05$)

Existen diferencias significativas.

Tabla 6. Análisis de Kruskal-Wallis de los datos de *Charadrius alexandrinus* excluyendo el transecto IN1.

Nivel	Tamaño de muestra	Rango promedio
AL 1	11	2.3182
AL 2	11	4.8182
AL 3	11	0.0455
IN 2	11	7.3636
IN 3	11	5.4545

Prueba estadística = 6.70282
 Nivel de significancia = 0.152451 ($P > 0.05$)
 No existen diferencias significativas.

Tabla 7. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada y la zona alterada excluyendo el transecto IN1.

	IN-2,3	AL-1,2,3
Media	3.181818	2
Varianza	11.58442	5
Observaciones	22	33
gl	33.02928	
t	1.435193	
t Crítica una cola	1.69236	
t Crítica dos colas	2.034517	

IV.2.2 Conteos por barrido total del área

En la zona alterada se registraron un total de 940 individuos de *Charadrius alexandrinus*, con valores diarios que oscilaron entre un mínimo de 12 el día 5 de agosto de 1992 y un máximo de 55 el día 9 del mismo mes, y un promedio de 30.17 y una desviación standard de 12.44. En la zona inalterada se registraron un total de 1436 individuos de *Ch. alexandrinus*, con valores diarios que oscilaron entre un mínimo de 18 el día 10 de julio de 1992 y un máximo de 123 el día 10 de agosto del mismo año, y un promedio de 47.87 y desviación standard de 24.99. El total de disturbio humano para la zona alterada fue de 247 personas con mínimo de 0 y un máximo de 26. En la zona inalterada el total de disturbio humano fue de 64 personas con mínimo de 0 y un máximo de 9. Se observaron polluelos en siete ocasiones, únicamente en la zona inalterada (27 y 28 de Julio; 1 y 2 de Agosto; 8, 9 y 10 de Agosto) (Tabla 8).

A lo largo de las 30 observaciones la marea osciló entre un mínimo de 0.5 metros y un máximo de 1.3 metros. Se registraron 20 días de calma, seis días con brisa ligera, y cuatro días con brisa rápida. La nubosidad varió entre el 100% y 0%, registrándose 24 días de cobertura total y sólo un día despejado. De las 247 personas que se registraron en la zona alterada, 214 fueron paseantes, 31 pescadores y 2 personas practicaban Golf. De las 64 personas en contadas en la zona inalterada, 31 fueron paseantes, 31 pescadores y 2 personas practicaban Golf (ver Anexo III).

Tanto en la zona alterada como en la inalterada, el mayor número de individuos de *Ch. alexandrinus* se concentró en la zona de la postplaya, la cual en la zona inalterada coincide con la base de la duna y en la zona alterada se marca con una berma. En la zona alterada 888 individuos de los 940 totales se encontraron en la postplaya, y sólo 52 en la

cara de la playa. En la zona inalterada, 1387 individuos de los 1936 totales se encontraron en la postplaya y sólo 49 en la cara de la playa (ver Anexo III).

El resultado de la comparación de medias con el estadístico t de Student mostró diferencias significativas entre la zona inalterada y la zona alterada (Tabla 9).

La prueba de χ^2 aplicada a una tabla de contingencia de 2x2 arrojó un valor de 5.76, lo cual permitió rechazar dicha hipótesis nula de que la abundancia de *Ch. alexandrinus* en la postplaya o la anteplaya es independiente de la presencia de dunas (Tabla 10).

El número de individuos fue aumentando progresivamente desde el inicio de los conteos por barrido total del área (9 de Julio de 1992) hasta el final (10 de Agosto de 1992), siendo esto más marcado en la zona inalterada que en la zona alterada, y presentándose fluctuaciones en ambas (Fig. 5).

En la zona alterada, los 14 individuos registrados el 9 de Julio de 1992 remontaron a un máximo de 55 y 52 en las dos últimas fechas (9 y 10 de Agosto) y en dos fechas intermedias (24 y 30 de Julio de 1992). En general los valores fueron inferiores a la media hasta el 23 de Julio, oscilaron por encima de la media hasta el 4 de Agosto, bajaron de nuevo hasta el 8 de Agosto, fecha en la cual remontaron por arriba de la media.

En la zona inalterada, los 18 individuos registrados el 10 de Julio de 1992 remontaron a un máximo de 123 en la última fecha de conteo (10 de Agosto de 1992). En general los valores estuvieron por debajo de la media hasta el día 26 de Julio, oscilaron alrededor de la media con marcadas fluctuaciones hasta el 4 de Agosto, y se mantuvieron por arriba de la media hasta el final de las observaciones.

En general, los valores de la zona inalterada estuvieron por encima de los de la zona alterada, aunque en fechas específicas la tendencia fue inversa, (por ejemplo 10 de Julio, 30 de Julio y 4 de Agosto). Las fluctuaciones existieron tanto en una zona como en la otra ,

pero no mostraron un paralelismo notorio, salvo en las seis últimas fechas (5 al 10 de Agosto).

La relación entre el número de individuos de *Ch. alexandrinus* y presencia humana en cada una de las zonas mostró que en la mayoría de las fechas (19 de 30) el mayor número de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada coincidió con un menor número de paseantes, mientras que en la zona alterada hubo menor número de individuos y mayor número de paseantes. En 8 de 30 visitas no ocurrió tal correspondencia, ya sea porque en la zona inalterada hubo menos chorlitos que en la alterada, y un menor número de paseantes (por ejemplo, 10 de Julio) o porque el mayor número de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada coincidió con un mayor número de paseantes (por ejemplo, 20 de Julio). Tres de los 30 casos sugieren un efecto de neutralidad, es decir, el mismo número de individuos de *Ch. alexandrinus* con un número muy diferente de paseantes (por ejemplo, 17 de Julio) o un número mucho mayor de individuos en la zona inalterada con un número casi idéntico de paseantes en ambas zonas (por ejemplo, 8 de Agosto).

Tabla 8. Número de individuos de *Charadrius alexandrinus* registrados entre el 9 de junio de 1992 y el 10 de agosto de 1992 en las zonas alterada e inalterada del extremo norte del Estero de Punta Banda. Los *asteriscos indican observaciones de pollos.

OBSERVACIÓN	FECHA	ALTERADA		INALTERADA	
		Número de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i>	DISTURBIO HUMANO	Número de individuos de <i>Ch. alexandrinus</i>	DISTURBIO HUMANO
1	7/9/92	14	7	27	0
2	7/10/92	26	2	18	0
3	7/11/92	24	5	31	3
4	7/12/92	20	21	30	0
5	7/13/92	31	2	34	0
6	7/14/92	30	0	37	4
7	7/17/92	26	18	23	0
8	7/18/92	16	7	20	0
9	7/19/92	20	15	24	3
10	7/20/92	23	4	50	9
11	7/21/92	20	1	21	0
12	7/22/92	29	0	29	1
13	7/23/92	23	3	31	0
14	7/24/92	52	7	39	4
15	7/26/92	35	4	65	2
16	7/27/92	26	4	70*	0
17	7/28/92	37	3	71*	0
18	7/29/92	34	6	57	6
19	7/30/92	55	11	48	8
20	7/31/92	34	23	37	2
21	8/1/92	45	26	74*	5
22	8/2/92	31	7	39*	3
23	8/3/92	37	7	37	2
24	8/4/92	41	13	26	0
25	8/5/92	12	8	65	3
26	8/6/92	23	6	75	0
27	8/7/92	33	6	73	2
28	8/8/92	36	6	87*	7
29	8/9/92	55	17	75*	0
30	8/10/92	52	8	123*	0
TOTAL		940	247	1436	64

Tabla 9. Resultado de la comparación del número promedio de individuos de *Ch. alexandrinus* en la zona inalterada y la zona alterada obtenidos con el método de barrido total del área .

	IN-1,2,3	AL-1,2,3
Media	47.86	31.33
Varianza	624.25	138.64
Observaciones	30	30
gl	41.27	
t	-3.2785	
t Crítica una cola	1.6828	
t Crítica dos colas	2.0195	

Tabla 10. Resultado de la prueba χ^2 aplicada a los datos *Ch. alexandrinus* obtenidos con el método de conteo por barrido total del área .

	Postplaya	Anteplaya	Total
Zona alterada	888	52	940
Zona inalterada	1387	49	1436
Total	2275	101	2376
$\chi^2 = 5.76$			
$\chi^2_{0.05,1} = 3.8414$			
Se rechaza H_0			

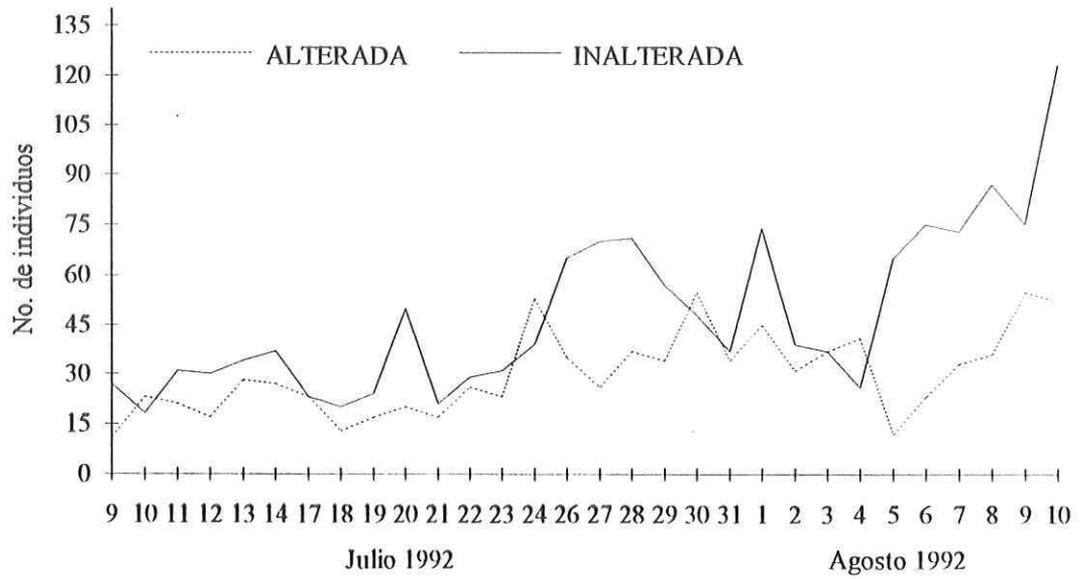


Figura 5. Número de individuos de *Ch. alexandrinus* obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en las zonas Alterada e Inalterada del área de estudio.

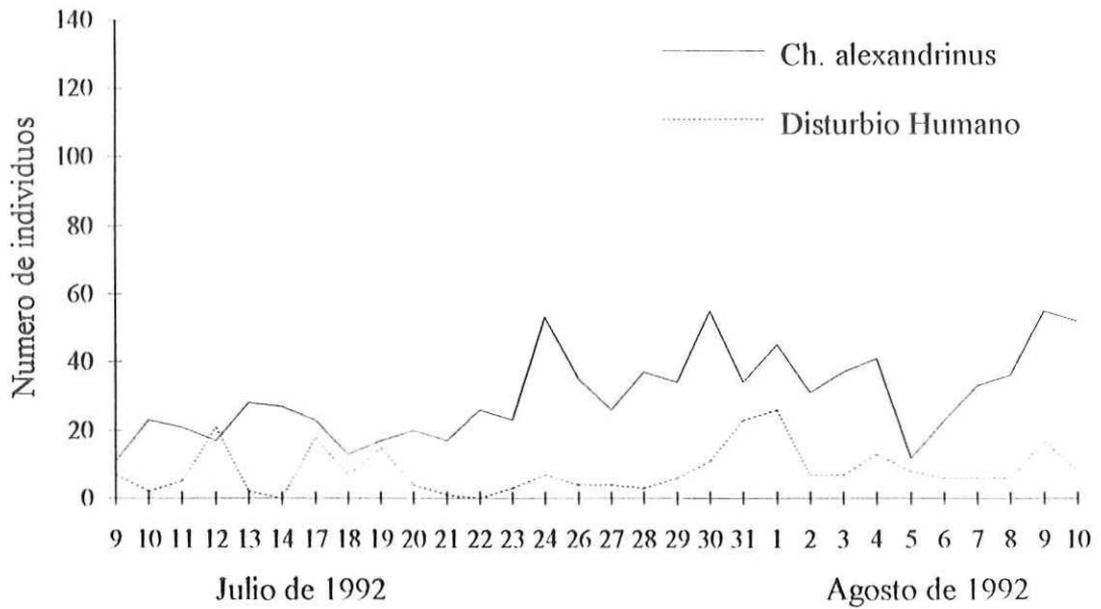


Figura 6. Número de individuos de *Ch. alexandrinus* y de disturbio humano obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en la zona alterada del área de estudio.

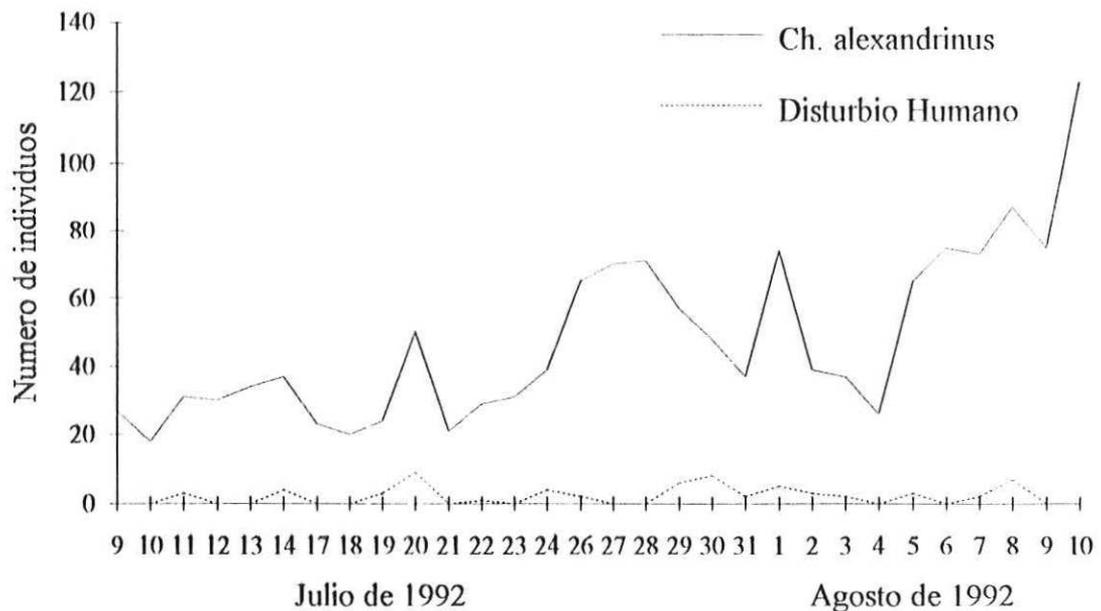


Figura 7. Número de individuos de *Ch. alexandrinus* y de disturbio humano obtenido con conteos por barrido total del área durante el periodo del 9 de Julio al 10 de Agosto de 1992 en la zona inalterada del área de estudio.

V. DISCUSIÓN

Las dunas costeras y la postplaya forman parte de la zona litoral activa, junto con la playa, la zona de resaca y la zona cercana a la costa. Pero, a diferencia de la playa, de la zona de resaca y de la zona cercana a la costa, la postplaya y las dunas presentan muy alta sensibilidad al impacto humano (Brown y McLachlan, 1990).

El reconocimiento explícito de la sensibilidad de esta zona litoral se hace cada vez más patente a través de contribuciones que describen a las dunas costeras como sistemas biológicos (Willis, 1989) y que resaltan su potencialidad como indicadores de cambios ambientales (Rust, 1990) así como la importancia de su manejo (Guilcher y Hallegouet, 1991; Psuty, 1989).

El abatimiento de las dunas en la barra del estero de Punta Banda conforma una alteración del tipo "remoción y depositación de arena" y "alteración de islas de barrera" (*sensu* Brown y McLachlan, 1990).

Los resultados de las mediciones llevadas a cabo en el presente estudio son claros respecto al volumen de arena que, en dirección océano - laguna, atraviesa la barra en la zona alterada y en la zona aún provista de dunas. Sin embargo, las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas en una simulación donde las mediciones reales fueron repetidas 10 veces. Esto constituye un argumento de interés para el manejo, ya que un efecto considerablemente importante, medido a corto plazo, no podría detectarse a tiempo como para detener actividades destructivas. Sin embargo, este tipo de modelado y otros mucho más sofisticados, son una herramienta muy empleada para predecir efectos en la línea de costa (Komar, 1983).

Otro resultado notable es el que la capacidad protectora de las dunas con respecto al movimiento de arena pudo demostrarse sólo en las estaciones de la zona inalterada que presentan dunas estables, pero no pudo demostrarse para la zona de dunas embrionarias

adyacente a la boca. Esto indica la importancia de la integridad del sistema de dunas y también que, en la práctica, la capacidad defensiva de las mismas en la barra del Estero de Punta Banda está mucho más reducida que lo supuesto. Teóricamente, los 2.6 km de la zona inalterada tendrían esa capacidad pero en realidad los 0.8 km de dunas embrionarias deben restarse a ese total.

La capacidad defensiva de las dunas con respecto al alcance de las mareas no fue explícitamente considerada en este trabajo. Sin embargo, numerosas observaciones de campo indicaron el paso del oleaje a través de la zona con dunas embrionarias, en un alcance considerable, casi hasta la playa interna sobre el borde lagunar. Esto sugiere que eventos locales (destrucción de dunas) podrían aumentar el efecto de un evento global como la elevación del nivel medio del mar (Brown y McLachlan, 1990).

Un párrafo especial merece la metodología empleada en este estudio, y la interacción entre estudios y mediciones de procesos costeros con las actividades recreativas en la zona costera. Las trampas horizontales fueron las que arrojaron resultados más claros, aunque ambas son llamativas, evidentes y pueden llegar a ser objeto de travesuras y/o vandalismo. Por ejemplo, el dato de la trampa horizontal del 8 de Agosto de 1992 (14,097 gramos) puede atribuirse a una adición intencional dado que no se observó ninguna indicación en el campo que respaldara este valor tan disparado del resto. Esta sospecha quedaría confirmada con las trampas rotas y hasta quemadas que se encontraron en el 25 de Mayo de 1990 y el 4 de Junio de 1992.

El destino del mayor volumen de sedimento que pasa a través de la zona alterada tampoco fue un objetivo particular de este estudio. En principio, el sedimento estaría llegando al cuerpo lagunar, con un aumento consecuente del azolve, aunque este tipo de aportación tendría que ser estudiada en forma muy específica. Sin embargo, durante el transcurso de este estudio lo que realmente ocurrió fue la construcción de casas habitación

sobre la zona alterada, mismas que se constituyen en obstáculos y aparentemente funcionan como barreras al transporte de sedimento hacia la laguna. Esto podría demostrarse con los resultados de la estación AL3 durante el periodo 1990-1991, en que estuvo posicionada por atrás de una construcción importante. Los daños a las construcciones por parte de la arena transportada hacia la zona donde alguna vez existieron dunas han sido suficientemente documentados, y son objeto de evaluaciones particulares de los costos de las construcciones costeras (Nordstrom y McCluskey, 1984). Este tipo de proceso fue detectado durante el transcurso de este estudio: en casas con bardas construidas hacia el lado de la bahía, especialmente para evitar la invasión de arena, dichas bardas en ocasiones detenían arena hasta alturas de aproximadamente 0.8 metros.

Se conoce que el "chorlito nevado" *Ch. alexandrinus* en el Estero de Punta Banda ocupa las planicies lodosas y la playa externa en proporciones desiguales. Durante un estudio llevado a cabo entre Octubre de 1988 y Abril 1989 se registraron 63 ejemplares de los cuales el 38 % estuvo en planicies lodosas y el 62 % en la playa externa (Palacios *et al.*, 1991).

Los datos del presente estudio no confirman la sospecha de que *Ch. alexandrinus* estuviera restringido a la zona inalterada de la barra luego de que el desarrollo costero afectara 2/3 de la misma (Palacios *et al.*, 1991). Si embargo, la diferencia significativa del número de individuos encontrados en uno y otro sitio, así como el que la reproducción haya ocurrido sólo en la zona con dunas inalteradas, refuerza la idea de que el abatimiento de las mismas se considere relevante para la biología de esta especie.

Dada su presencia a lo largo de todo el año y su reproducción, *Ch. alexandrinus* se considera una especie residente del Estero de Punta Banda, aunque el arribo de contingentes migratorios puede notarse en picos de abundancia detectados en la estación de invierno (Palacios *et al.*, 1991). Dado el carácter principalmente residente de esta especie,

las diferencias detectadas en este estudio entre la zona alterada y la zona inalterada pueden considerarse genuinamente ligadas a las diferencias entre ambas zonas y que el proceso migratorio está afectando a ambas.

Los datos de este estudio sugieren la superposición de dos procesos: por un lado, un comportamiento natural (la preferencia por la postplaya con relación a la cara de la playa); por el otro, la respuesta a un evento antropogénico (la destrucción de las dunas) que sería responsable del mayor número de individuos en la zona inalterada.

El proceso de declinaciones poblacionales debido a la destrucción del hábitat arroja resultados que van desde la extinción local de especies, hasta indicaciones de un menor desempeño en procesos de alimentación y/o reproducción. Por ejemplo, Hockey (1987) indica que la extinción del Ostrero Negro de las Canarias *Haematopus meadewaldoi* se inició con una declinación del tamaño poblacional debida a un decremento en la disponibilidad del hábitat, y fue precipitada por aumentos en el disturbio y competencia por comida. Por otro lado, Powell y Cuthberf (1992) relacionan la declinación poblacional de *Charadrius melodus* en la zona de los grandes lagos durante los años 1940 a 1950, con la pérdida masiva del hábitat de anidación, aunque la disminución del 35% ocurrida entre 1986 y 1990 no pudo atribuirse a la misma causa dado que se han protegido los sitios de anidación.

Los datos del presente estudio refuerzan la idea de que los requerimientos del hábitat necesitan ser estudiados en detalle para las distintas funciones biológicas desarrolladas durante el ciclo de vida, ya que pueden ser diferentes (por ejemplo para la alimentación y reproducción) y además el nivel de tolerancia frente a disturbios puede variar de una a otra actividad. Esto quedaría respaldado por los datos del presente estudio, en el sentido de que los individuos de *Ch. alexandrinus* se encontraron en ambas zonas de estudio

desenvolviéndose, en forma aparentemente normal, entre la concentración en la postplaya y la dispersión hacia la cara de la playa. Tales movimientos aparentemente están relacionados con la alimentación. Pero el número significativamente mayor de individuos que se encontró en la zona inalterada, junto con los únicos indicios de reproducción en esta zona, sugieren un uso más cercano al óptimo en dicha área, lo cual se confirmó estadísticamente y permite afirmar que la presencia de dunas optimiza el uso del hábitat de postplaya.

El segmento reproductivo es particularmente atendible en los procesos de destrucción del hábitat, ya que sobre ese segmento descansa la dinámica poblacional en mediano y largo plazo. La barra del Estero de Punta Banda aporta sustancialmente al tipo de hábitat costero que se reconoce importante para la anidación de *Ch. alexandrinus*. En un estudio para establecer el status reproductivo del "chorlito nevado" en California, Page y Stenzel, (1981) monitorearon seis tipos de hábitats (playas sin dunas; playas con dunas; playas de bolsillo; barras arenosas de lagunas costeras; márgenes estuarinos; salinas) encontrando que el 80% de los casos de anidación se registraron en playas con dunas y barras arenosas de lagunas costeras. Un resultado similar fue encontrado por Palacios *et al.*, en prensa. Las unidades geomorfológicas encontradas en el área del presente estudio son fundamentalmente las dos con más incidencia en la anidación de *Ch. alexandrinus*.

En el caso de *Ch. alexandrinus*, al igual que en el caso de *Sterna antillarum browni*, la anidación se realiza en áreas naturalmente susceptibles a pérdidas por inundación y al mismo tiempo sujetas a actividades antropogénicas (Palacios, 1992; Herman *et al.*, 1988).

Durante el transcurso de este estudio, tal como se indica en párrafos anteriores, la vulnerabilidad a la inundación marina en la zona con dunas embrionarias adyacentes a la boca del Estero de Punta Banda fue notoria. Dado que sólo en la zona inalterada se registró la reproducción, y considerando que en los 0.8 km de dunas embrionarias los nidos de *Ch.*

alexandrinus pueden ser atraídos por el agua, la presencia de postplaya resguardada por dunas estables cobra mayor importancia.

El disturbio humano de tipo recreativo, tal como fue detectado durante este estudio, no parece ser un factor decisivo; o al menos las condiciones del estudio no permitieron separar nítidamente el efecto mayor de pérdida de la duna del efecto de la presencia humana. (es decir, el mayor número de paseantes se detectó en la zona alterada y no es posible entonces distinguir la contribución de cada factor).

Patterson *et al.* (1991) no pudieron encontrar evidencias de que el disturbio recreativo hubiera afectado la productividad de *Charadrius melodus* en la zona de Vancouver, Canadá. Aunque Burger (1991) mostró, para la misma especie, que el tiempo de alimentación disminuyó así como aumentó el tiempo de vigilancia en relación con la presencia humana.

Los resultados de este estudio sin duda son claros en mostrar los efectos de una modificación mayor tal como es el abatimiento de las dunas colindantes a la postplaya, pero es evidente que la documentación más fina de los alcances de la pérdida del hábitat y la presencia humana deben continuar siendo explorados. En el sitio de estudio, no deja de llamar la atención el hecho de que no se haya detectado la presencia de caballos ni vehículos de todo terreno. Posiblemente los datos del disturbio humano estén subestimados por la hora tan temprana en que se llevaron a cabo las observaciones. Ya establecidas las consecuencias de gran escala del abatimiento de las dunas, sería muy interesante profundizar sobre el efecto de todos los factores de disturbio humano en el área, ya que se estima que el extremo norte del Estero de Punta Banda recibe el ingreso de entre 30 y 50 caballos y hasta 10 vehículos de todo terreno diarios (Escofet *et al.*, en prensa). Es probable que el disturbio humano interfiera principalmente en la rutina de alimentación (Burger, 1991; 1993). Durante

el presente estudio siempre se observó a *Ch. alexandrinus* picoteando activamente en la postplaya, posiblemente en busca de los pequeños insectos cavadores del género *Bledius* (Coleoptera, Staphilinidae) que son abundantes en la zona (Escofet et al., 1993) y han sido reportados en la dieta de *Ch. alexandrinus* (Grover y Knopf, 1982). En ocasiones, los chorlitos abandonaban la postplaya para dirigirse a la anteplaya, sin embargo, la actividad de alimentación no se observó tan activamente en esta zona.

El estudio aquí presentado se encuadra dentro de lo que puede llamarse "Experimento Natural" en el sentido de Connell (1975): cambios mayores en el espacio que han sido introducidos sin la intención deliberada del investigador. La aparición de este tipo de experimento natural debido al desarrollo de las actividades humanas ya fue señalado por el US National Research Council (1986), junto con la propuesta de aprovechar la oportunidad del conocimiento ecológico que se desprende de tratar las acciones de desarrollo como experimentos a una escala espacial mucho mayor que la esperable en cualquier experimento científico. Esta aproximación ha sido recientemente adoptada por la Ecological Society of America en un documento especial que recomienda el uso de gradientes urbano - rurales en estudios ecológicos (Ecology 71[4], 1990). Específicamente, este estudio contempla los efectos de los factores de urbanización enlistados por McDonnell y Pickett (1990) en un escenario altamente adecuado, ya que el hecho de que la porción intacta y la alterada estén adyacentes, permitió descartar los efectos espaciales.

Globalmente los resultados de este estudio relacionan la pérdida o abatimiento de las dunas con los dos segmentos aplicados. Por un lado, las consecuencias económicas que el mayor transporte de arena puede tener sobre construcciones costeras; por otro lado, las repercusiones que la pérdida del hábitat puede tener sobre la biodiversidad.

Ambos temas a su vez, se integran en la disciplina del manejo de la zona costera y arrojan cierta alarma sobre la continuidad de prácticas destructivas que a pesar de estar fuertemente reglamentadas en otras regiones del mundo, siguen siendo llevadas a cabo en regiones en vías de desarrollo.

VI. CONCLUSIONES

1. El efecto del abatimiento de las dunas costeras en la barra del Estero de Punta Banda pudo notarse tanto en procesos físicos como biológicos.
2. El abatimiento de las dunas explicó que a través de la zona alterada se transportara 150 veces más sedimento que a través de la zona con dunas.
3. La zona con dunas embrionarias adyacente a la boca del estero, no posee capacidad defensiva en el proceso de transporte de sedimento, pero tiene valor como hábitat para *Ch. alexandrinus*.
4. La presencia de dunas adyacentes a la postplaya optimizó el uso de ese hábitat por parte de *Ch. alexandrinus*:
 - 4.1 Los individuos de *Ch. alexandrinus* ocuparon preferentemente el hábitat de postplaya, tanto en la zona alterada como en la zona inalterada.
 - 4.2 En la zona donde la postplaya retiene su conformación original (es decir, se encuentra limitada por dunas hacia el continente), el número de individuos de *Ch. alexandrinus* (método de barrido total del área) fue 1.4 veces mayor que en la zona alterada.
 - 4.3 El proceso reproductivo de *Ch. alexandrinus* se registró únicamente en la zona con dunas intactas.
5. La presencia humana de tipo recreativo es un factor secundario sobre el comportamiento de *Ch. alexandrinus*.

LITERATURA CITADA

- Bird, E.C.F., 1985. *Coastline Changes; A Global Review*. John Wiley and Sons, New York. 219 pp.
- Brown, A.C. and A. McLachlan. 1990. *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier, New York. 328 p.
- Burger, J. 1991. Foraging behavior and the effect of human disturbance on the piping plover (*Charadrius melodus*). *Journal of Coastal Research*, 7(1): 39-52.
- Connell, J.H. 1975. Some Mechanisms Producing Structure in Natural Communities: A Model and Evidence from Field Experiments. En: M.L. Cody y J.M. Diamond (eds), *Ecology and Evolution of Communities*, Harvard University Press, p. 460-490.
- Escofet, A., 1989. Ecología Aplicada en Baja California Cap. 10: 285-318. En: Rosa-Vélez J. de la y F. González-Farías (eds) *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Ensenada 337pp.
- Escofet, A., I. Espejel, J.L. Fermán, L. Gomez-Morín Fuentes y G. Torres Moye. El Manejo de Fragmentos Naturales e Inducidos de la Zona Costera: Alternativas para la Conservación. En Salazar-Vallejo, S.I. y N.E. González (eds.) 1993. *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CIQRO, Chetumal y CONABIO, México.
- Escofet, A., J.C. Burgueño, S. González y E. Palacios. 1993. Hábitat No Tradicionales para Aves Playeras en el Corredor Migratorio del Pacífico: Conservación y Manejo. Informe Preliminar a la Red Hemisférica para la Protección de Aves Playeras. 22pp.

- Escofet, A., D.H. Loya-Salinas y J. Arredondo. 1988. El Estero de Punta Banda (B.C., México) como hábitat de la avifauna en 1984 y 1985. *Ciencias Marinas*, 14(4): 73-100.
- Espejel, I. 1993a. Conservation and Management of Dry Coastal Vegetation. In J.L. Fermán Almada, L. Gomez-Morín and D.W. Fisher (eds.). *Coastal Management in México: The Baja California Experience*. ASCE, New York, 119-136pp.
- Espejel, I. (ed.). 1993b. Junto al mar... la vida es más sabrosa. Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali. 123pp.
- Fay, F. H., H. M. Feder and S. W. Stoker. 1977. An estimation of the impact of the Pacific walrus population on its food resources in the Bearing Sea. Report MMC-74/03 of the U.S. Marine Mammal Commission.
- Gil Silva, E. 1987. Transporte de Arena por Acción del Viento en una Playa Natural. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Marinas, UABC. 45pp.
- Godfrey, P.J. and M.M. Godfrey. 1973. Comparison of ecological and geomorphic interactions between altered and unaltered barrier island systems in North Carolina, in Coates, D.R. (ed.), *Coastal Geomorphology*. State University of New York, Binghamton, NY., 239-258.
- Godfrey, P.J. and M.M. Godfrey. 1980. Ecological Effects of Off-Road Vehicles on Cape Cod. *Oceanus*, 23 (4): 56-67.
- Grover, P.B. and F.L. Knopf. 1982. Habitat Requirements and Breeding Success of Charadriiform Birds Nesting at Salt Plains National Wildlife Refuge, Oklahoma. *Journal of Field Ornithology*, 53(2):139-148.

- Guilcher, A. and B. Hallegouet. 1991. Coastal Dunes in Brittany and their Management. *Journal of Coastal Research*, 7 (2): 517-533.
- Herman, S.G., J.B. Bulger and J.B. Buchanan. 1988. The snowy plover in southeastern Oregon and western Nevada. *Journal of Field Ornithology*. 59 (1): 13-21.
- Hockey, P.A.R., 1987. The influence of coastal utilisation by man on the presumed extinction of the Canadian black oystercatcher *Haematopus meadewaldoi* *Bannerman*. *Biological Conservation*. 39 (1): 49-62.
- Ibarra-Obando, S.E. y A. Escofet. 1987. Industrial Development Effects on the Ecology of a Pacific Mexican Estuary. *Environmental Conservation*, 14 (2): 135-141.
- Ibarra-Obando, S.E. and M. Poumian-Tapia. 1991. The effect of tidal exclusion on salt marsh vegetation in Baja California, México. *Wetlands Ecology and Management*, 3:131-148.
- Jones, J.R. and B.B. Willetts. 1978. Error in measuring uniform aeolian sand flow by means of an adjustable trap. Department of Engineering, University of Aberden, Scotland. *Sedimentology*, 26: 463-468.
- Komar, P.D. 1983. Computer Models of Shoreline Changes. In *Handbook of Coastal Processes and Erosion* (ed. P.D. Komar). 205-216. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- McDonnell, M.J. and S. T. A. Pickett. 1990. Ecosystem Structure and Function Along Urban-Rural Gradients: An Unexploited Opportunity for Ecology. *Ecology* 71 (4): 1232-1237.

- Nishikawa, K. 1983. Consideraciones sobre el posible impacto ambiental de la instalación de la fábrica de jackets petroleros Bos-Pacific en el Estero Punta Banda. En *Informe Preliminar Sobre el Posible Impacto Ecológico que la empresa Bos-Pacific S.A. de C.V. Ocasionará al Instalarse en el Estero de Punta Banda B.C.* División de Oceanología CICESE. 60 pp (mimeogr.).
- Nordstrom , K. F. and J.M. McCluskey. 1984. Considerations for control of house construction on coastal dunes. *Journal of Coastal Zone Management* 12 (4): 385-402.
- Page, G.W., F.C. Bidstrup, R.J. Ramer and L.E. Stenzel. 1986. Distribution of Wintering Snowy Plovers in California and Adjacent States. *Western Birds*, 17:145-170.
- Page, G.W. and L.E. Stenzel, (eds.). 1981. The Breeding Status of the Snowy Plover in California. *Western Birds*, 12:1-40.
- Palacios, E., A. Escofet and H. Loya-Salinas. 1991. El Estero de Punta Banda, B.C., México como Eslabón del "Corredor del Pacífico": Abundancia de Aves Playeras. *Ciencias Marinas* 17(3): 109-131.
- Palacios, E., L. Alfaro and G.W. Page. In Press. Distribution and Abundance of Breeding Snowy Plovers on the Pacific Coast of Baja California. *Journal of Field Ornithology*.
- Palacios Castro, E. A., 1992. Anidación del Gallito Marino Californiano (*Sterna antillarum*) en Baja California: Su Relación con Gradientes Ambientales y de Disturbio, e Implicaciones para el Manejo. Tesis de maestría. CICESE.

- Patterson, M.D., J.D. Fraser and J.W. Roggenbuck. 1991. Factors affecting piping plover productivity on Assateague Island. *Journal of Wildlife Management*, 55 (3): 525-531.
- Paz-Vela, R. de la, 1978. Hidrodinámica y dispersión de contaminantes en el Estero de Punta Banda, B.C.. Tesis Profesional, Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California. 48pp.
- Powell, A.N. and F.J. Cuthbert. 1992. Habitat and reproductive success of piping plovers nesting on Great Lakes islands. *Wilson-Bull.* Vol. 104 No. 1, pp.155-161.
- Pritchard, D.W., Paz-Vela, R. de la, Cabrera-Muro, H., Farreras-sanz, S. y Morales, E. .1978. Hidrografía física del estero de Punta Banda, parte I: Análisis de datos. *Ciencias Marinas*, 5(2): 1-23.
- Psuty, N.P. 1989. An Application of Science to the Management of Coastal Dunes along the Atlantic Coast of the USA. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section B-Biological Sciences*, 96: 289-307.
- Rust, I.C. 1990. Coastal Dunes as Indicators of Environmental Change. *South African Journal of Science*, 86 (7)-10: 299-301.
- Steinhart, P. 1990. California's Wild Heritage. Threatened and Endangered Animals in the Golden State. California Department of Fish and Game. 108pp.
- U.S. Coastal Engineering Research Center. 1977. Shore Protection Manual. 3d ed. Fort Belvoir, Va.

US National Research Council. 1986. *Ecological Knowledge and Environmental Problem Solving: Concepts and Case Studies*. Washington, D.C., National Academy Press, 388 p.

Willis, A.J. 1989. Coastal Sand Dunes as Biological Systems. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Section B-Biological Sciences*, 96: 17+.

Anexo I.

Volumen de sedimento obtenido en las trampas verticales. Los resultados se muestran en gramos.

FECHA	LOCALIDAD					
	IN1	IN2	IN3	AL1	AL2	AL3
05/25/90	*	32	24	**	140	48
04/19/91	21	1	26	7	37	0
10/15/91	38	29	22	52	48	0
06/01/92	18	0	0	5	2	28
06/04/92	14	0	4	11	17	74
08/24/92	299	0	0	45	21	55
MEDIA	78.00	10.33	12.67	24.00	44.17	34.17
DESV. STD.	123.88	15.65	12.56	22.61	49.60	30.28
MEDIA	31.059			34.706		
DESV. STD.	70.278			35.394		

* DESTRUIDA

** CAÍDA

Anexo II.

Volumen de sedimento obtenido en las trampas horizontales. Los resultados se muestran en gramos.

FECHA	LOCALIDAD					
	IN1	IN2	IN3	AL1	AL2	AL3
05/25/90	*	48	41	110	227	63
04/19/91	5643	10	0	66	1767	0
10/15/91	7244	41	18	123	3094	7
06/01/92	3356	0	0	83	65	49
06/04/92	***	0	37	620	1266	71
08/24/92	8089	0	0	14097	2123	957
MEDIA	6083.00	16.50	16.00	2516.50	1423.67	191.17
DESV. STD.	2081.83	22.14	19.17	5677.18	1157.57	376.31
MEDIA	2275			1730.3		
DESV. STD.	2868.5			3297.1		

* DESTRUIDA

*** DESAPARECIÓ

Anexo 3. Datos resultado de los conteos por barrido total del área.

OBSERVACION	FECHA	INICIO Desc. (Beaufort)	NUBOSIDAD	metros pies	MAREA		TIEMPO		LUTERADA		LUTERADA								
					# Ch. alexandrinus	PRESENCIA													
1	9-7-92	8:15 CALMA (0)	20%	0.8	2.5	14	1.4	0	7	3	0	7	27	22	5	0	0	0	
2	10-7-92	8:15 CALMA (0)	100%	0.9	3	26	22	4	2	3	0	2	18	17	1	0	0	0	
3	11-7-92	7:58 CALMA (0)	80%	1.1	3.5	24	20	4	5	3	0	3	31	24	7	0	3	0	
4	12-7-92	8:07 CALMA (0)	60%	1.1	3.5	20	20	0	21	3	0	11	30	30	0	0	0	0	
5	13-7-92	7:45 CALMA (0)	100%	1.1	3.5	31	29	2	2	3	0	2	34	30	4	0	0	0	
6	14-7-92	8:20 CALMA (0)	100%	1.2	4	30	30	0	2	3	0	2	37	37	0	0	4	0	
7	17-7-92	7:51 CALMA (0)	100%	0.9	3	26	20	6	12	4	0	18	23	23	0	0	0	0	
8	18-7-92	8:00 CALMA (0)	100%	0.8	2.5	16	16	1	4	1	0	1	20	20	0	0	0	0	
9	19-7-92	7:57 CALMA (0)	100%	0.8	2.5	20	20	0	3	6	0	13	24	24	0	3	0	0	
10	20-7-92	7:55 CALMA (0)	0%	0.9	3	23	23	0	4	3	0	4	50	50	0	4	5	0	
11	21-7-92	8:11 BRISA LIGERA (1)	100%	0.7	2.3	20	20	0	1	0	0	1	21	21	0	0	0	0	
12	22-7-92	8:19 CALMA (0)	100%	0.7	2.3	29	29	0	0	0	0	0	29	29	0	1	0	0	
13	23-7-92	8:00 BRISA LIGERA (1)	100%	0.7	2.2	23	23	0	3	0	0	3	31	31	0	0	0	0	
14	24-7-92	7:53 BRISA LIGERA (1)	100%	0.8	2.5	52	52	0	7	2	0	7	39	34	5	0	4	0	
15	26-7-92	8:07 CALMA (0)	100%	0.9	3	35	35	0	4	3	0	4	65	65	0	2	0	0	
16	27-7-92	8:00 CALMA (0)	100%	1.1	3.5	26	26	0	4	4	0	4	70	70	0	0	0	0	
17	28-7-92	7:53 BRISA RAPIDA (2)	100%	1.1	3.7	37	37	0	3	3	0	3	71	71	0	0	0	0	
18	29-7-92	8:03 BRISA RAPIDA (2)	100%	1.2	4.1	34	34	0	5	0	0	5	57	54	3	1	4	1	
19	30-7-92	7:55 BRISA LIGERA (1)	100%	1.3	4.3	55	55	0	6	5	0	11	48	47	1	3	5	0	
20	31-7-92	7:23 BRISA LIGERA (1)	100%	1.1	3.5	34	34	0	23	0	0	23	37	37	0	2	0	2	
21	1-8-92	8:08 CALMA (0)	100%	1.1	3.5	45	45	0	26	0	0	26	74	72	2	5	0	0	
22	2-8-92	7:20 CALMA (0)	100%	0.6	2	31	31	0	7	0	0	7	39	37	2	3	0	0	
23	3-8-92	8:25 CALMA (0)	100%	0.8	2.7	37	37	0	7	1	0	7	37	37	0	3	0	0	
24	4-8-92	7:26 BRISA RAPIDA (2)	75%	0.5	1.5	41	41	0	13	0	0	13	26	26	0	0	0	0	
25	5-8-92	7:27 CALMA (0)	100%	0.7	2.2	12	12	0	2	6	0	8	65	61	4	3	0	0	
26	6-8-92	7:19 BRISA LIGERA (1)	100%	0.9	2.8	23	23	0	3	0	0	3	75	64	11	0	0	0	
27	7-8-92	7:28 BRISA RAPIDA (2)	100%	0.9	3	33	33	0	6	0	0	6	73	69	4	2	0	0	
28	8-8-92	8:12 CALMA (0)	100%	1.0	3.2	36	36	0	6	0	0	6	87	87	0	6	1	7	
29	9-8-92	7:21 CALMA (0)	100%	1.1	3.6	55	55	0	17	0	0	17	75	75	0	0	0	0	
30	10-8-92	7:26 CALMA (0)	60%	1.2	3.8	52	52	0	3	0	0	3	123	123	0	0	0	0	
Total						940	888	52	214	31	3	247	1436	1387	49	31	31	2	64
MINIMO				0.5	1.5	12.0			0.0	0.0	0.0	0.0	18.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MAXIMO				1.3	4.3	55.0			26.0	6.0	1.3	26.0	123.0		5.0	5.0	1.0	9.0	9.0