



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE CIENCIAS



Tesis para optar al Título de
Magíster en Ciencias Ambientales

EVOLUCIÓN DEL ARROYO VALIZAS: Periodo 1943- 2006. “Laguna de Castillos- Rocha- Uruguay

Autor: Gabriela Fernández

**Tutor: Prof. Daniel Panario
Co-Tutor: Dr. Marcel Achkar**

**Tribunal: Prof. Ariel Pérez
Ms. Daniel de Álava
Dr. Pedro Oyhantçábal**

**Montevideo, Uruguay
2011**

AGRADECIMIENTOS

- ❖ A Daniel Panario por su amistad y apoyo en esta investigación y en todos estos años, desde que ingresé a la licenciatura de Geografía y especialmente por darme la oportunidad de ser parte de la UNCIEP y desde allí iniciar mi vida académica.
- ❖ A Marcel Achkar por su apoyo en todos los aspectos de este trabajo. Por su confianza y fundamentalmente por su amistad.
- ❖ A mis compañeros de Geomática: Ariel, Miguel, Rosario, Rocío, con quienes tuve la posibilidad de compartir casi 10 años. A los compañeros que se fueron sumando: Laura, Miguelito y Hebenor, a los cuales les agradezco el esmero para generar los insumos para esta investigación.
- ❖ Al personal del Servicio Meteorológico del SHOMA, por facilitarme el acceso de a la información de la Estación de la Paloma.
- ❖ A Mariana Nin por su apoyo en las actividades de campo.
- ❖ A los pescadores y pobladores de Barra de Valizas los cuales me han transmitido sus saberes sobre la costa y el Valizas.
- ❖ A mis compañeros de LSDGAT: Caro, Ismael, Mauricio, Lucía, que son futuro y presente de la Geografía en el país. A Anita, Fernando y Víctor por ser compañeros de lucha y fundamentalmente mis Amigos.
- ❖ A mi familia por apoyarme y estar allí.

Para el final... agradecer y dedicarle este trabajo al Profesor Cayssials, por su compromiso en desarrollo de la Geografía y las Ciencias Ambientales en el país... Al compañero por su compromiso, lucha y dedicación a la creación del LSDGAT... y al Amigo Ricardo por su confianza y aliento.

RESUMEN

La Laguna de Castillos se diferencia de las lagunas José Ignacio, Garzón y Rocha, por conectarse a través de un canal fluvial al océano; el funcionamiento hídrico del A°Valizas, propicia la presencia de áreas de transición, de alta diversidad biológica. Estas particularidades favorecen el valor paisajístico y ecosistémico de la Cuenca de la Laguna de Castillos. Establecer la funcionalidad del arroyo, la laguna y de la cuenca se hace imprescindible para promover medidas de gestión y conservación del sistema hídrico.

En las últimas décadas se han producido transformaciones territoriales en la Cuenca de la Laguna de Castillos, que responden a forzantes internas y externas e inciden en la migración lateral del A°Valizas. Para cuantificar la magnitud de la migración lateral, se trabajó con cuatro mosaicos aéreo fotogríficos ortorectificados y georreferenciados; los que fueron digitalizados obteniéndose coberturas vectoriales que se fueron procesadas en un ambiente SIG. Para evaluar los cambios de Uso de Suelos en la Cuenca de la Laguna de Castillos se seleccionaron un conjunto de imágenes de diferentes épocas y se le aplicaron diferentes técnicas de Percepción Remota.

Como resultado se obtiene que durante el periodo 1943/2006, la Tasa Global de Remoción Anual (TGRA)¹ alcanza a 1,54 has/año, mientras que la Migración Lateral Anual es de 1m/año. Se pudo comprobar que entre 1998 y 2006 los procesos de remoción se aceleraron; asimismo, se identificaron tres sectores a lo largo del curso donde la erosión es máxima.

Palabras Clave: Dinámica fluvial, SIG, Percepción Remota, Cambio Global.

¹ TGRA- Tasa Global de Remoción Anual = Superficie del polígono/N° de años

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA TEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN	6
2.1. Características de la zona de estudio.....	7
3. ANTECEDENTES.....	8
4. OBJETIVOS.....	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS	11
5.1. Revisión archivos	11
5.1.1. Archivo de imágenes aéreo fotográficas	11
5.1.1.1. Mosaicos de Fotos Aéreas ortorectificados.....	11
5.1.2. Archivo de imágenes satelitales	12
5.2. Implementación de un SIG para la Cuenca de la Laguna de Castillos	12
5.2.1. Referencial geográfico del SIG	13
5.2.1. Información contenida en el SIG para la Laguna de Castillos.....	13
5.3. Información generada para el A°Valizas.....	14
5.3.1. Digitalización de los mosaicos de Fotos Aéreas ortorectificados	14
5.3.1. Cálculo de Rango de Remoción Lateral (RML)	15
5.3.2. Análisis estadístico de las series de datos	16
5.3.2.1. Estudio de Normalidad y Homocedasticidad de la Serie 1943-2006.....	16
5.3.2.2. Comparación de las series entre periodos	17
5.3.3. Análisis espacial de los RML a lo largo del A°Valizas.....	18
5.4. Información generada para la Cuenca de la Laguna de Castillos	19
5.4.1. Comparación de Series Pluviométricas.....	19
5.4.1.2. Distribución interanual de eventos extremos de precipitación (1980-2009)....	19
5.4.2.1. Comportamiento del viento. Serie 1992-2002.	19
5.4.2.2. Anomalías del viento meridional durante el periodo 1950-2009	20
5.4.3. Análisis diacrónico del Uso del Suelo (1975-2006)	20
5.4.3.1. Categorías de usos del suelo propuestas	21
5.4.3. 2. Proceso de clasificación de imágenes	22
6. CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE CASTILLOS.....	23
6.1.1. Uso del suelo	24
6.1.2. Suelos y paisajes.....	25
6.1.2.1. Unidades de suelo, carta 1:1.000.000.....	25
6.1.2.2. Unidades de suelo CONEAT	27
6.1.2.3. Asociaciones vegetales en la Cuenca de la Laguna de Castillos.....	27
6.2. Aspectos generales del A°Valizas	29
6.2.1. Complejidad dinámica del área.....	30

6.2.2. Importancia del A°Valizas para el funcionamiento y la gestión de la Cuenca.....	31
6.2.3. Importancia estratégica de la planicie del A°Valizas	31
6.2.4. Contradicciones entre la oferta ambiental y el turismo.....	32
6.2.5. Necesidad de comprender la dinámica del A°Valizas.....	33
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
7.1. Migración lateral del A°Valizas. Descripción general de resultados	34
7.1.1. Selección de la variable.....	37
7.1.2. Descripción de los datos de RML	38
7.1.2.1. Comparación entre los RML de Acreción y de Erosión	40
7.1.2.2. Comparación entre los RML entre periodos	41
7.1.2.3. Comparación de los RML por Acreción y Erosión entre periodos	44
7.1.2.4. Comparación entre los RML por Erosión en función de las márgenes.....	47
7.1.3. Análisis espacial de los RML a lo largo del A°Valizas.....	48
7.2. Componentes externos e internos a la Cuenca de la Laguna de Castillos	56
7.2.1. Ingreso de agua a la Cuenca de la Laguna de Castillos. Precipitaciones	56
7.2.1.2. Variaciones de las precipitaciones	58
7.2.1.3. Eventos anómalos positivos de precipitaciones (Serie 1980/2009)	59
7.2.2. Comportamiento del Viento.	62
7.2.2.1. Comportamiento del Viento Meridional.	66
7.2.3. Análisis del uso del suelo en la Cuenca de la Laguna de Castillos.....	67
8. CONCLUSIONES	70
9. RECOMENDACIONES	77
10. BIBLIOGRAFIA.....	78
11. INDICE DE TABLAS	92
12. INDICE DE FIGURAS	93
ANEXO I. CUENCA DE LA LAGUNA DE CASTILLOS.....	94
ANEXO II- TABLAS DE RML	97
ANEXO III. ANÁLISIS DE LOS INGRESOS DE AGUA A LA CUENCA..	101
ANEXO IV. PATRONES DE VIENTO.....	103

1. INTRODUCCIÓN

El sistema ambiental de la Cuenca de la Laguna de Castillos se caracteriza por la compleja dinámica, que es propia de las zonas de interfase litoral (Panario y Gutiérrez, en prensa; Conde *et al*, 2003).

La zona que conecta la Laguna de Castillos con el océano Atlántico, es una planicie de aproximadamente 8 km de ancho, donde se entalla el A°Valizas y en la desembocadura se forma una barra arenosa costera. El funcionamiento hídrico del A°Valizas, propicia la presencia de áreas de transición, de alta diversidad biológica. Estas particularidades favorecen el valor paisajístico y ecosistémico de la Cuenca de la Laguna de Castillos. La dinámica que caracteriza este sistema ha favorecido el desarrollo de complejos ambientes (Mautecci y Buzai, 1998), que sirven de habitat para diversas especies acuáticas y terrestres (Jorcin, 1999, Herzig, 1993).

Reconocer la fragilidad del sistema lacunar costero, implica redimensionar el valor estratégico de la planicie y del A°Valizas para la preservación de la laguna y los humedales asociados, considerando las actuales transformaciones territoriales (De Álava, 1994, 1996, 2007; Panario y Gutiérrez, 2006). Establecer la funcionalidad del arroyo, la laguna y de la cuenca se hace imprescindible para promover medidas de gestión y conservación del sistema hídrico.

La Cuenca de la Laguna de Castillos, tiene una serie de recursos naturales (RRNN) que la posiciona como una cuenca de valor estratégico para el desarrollo productivo del departamento, lo que implica la generación actual y potencial de conflictos entre políticas productivas y ambientales.

Esta tesis pretende avanzar en el estudio y conocimiento relacionados a la funcionalidad del A°Valizas (Piñeiro y Panario, 1993), a partir del análisis de la migración lateral del cauce, en el cual se han observado procesos de retroceso (Rodríguez Gallego, 2000). En condiciones naturales la migración lateral del cauce es la respuesta frente a variaciones de caudal y transporte de sedimentos, que se manifiesta en el ajuste del canal (Christofolletti, 1981, 1980; Leopold y Wolman, 1957; Chorley, 1969; Chorley y Kennedy, 1971). Establecer si las fluctuaciones responden a factores naturales y/o antrópicos, es una de las finalidades de esta tesis; para lo cual se vinculan el comportamiento del A°Valizas con la Cuenca y el sistema lacunar. Por tal razón en la tesis se utilizan dos niveles de análisis espacio-temporales: en uno se analiza el comportamiento lateral de A°Valizas entre 1943-2006 y en otro se analizan los cambios al interior de la cuenca que inciden en la dinámica del arroyo.

El área de estudio abarca la cuenca de la Laguna de Castillos que se localiza al SE del departamento de Rocha, entre $34^{\circ}04'02''$ - $34^{\circ}30'21''$ de latitud sur y entre los $53^{\circ}47'47''$ - $54^{\circ}13'16''$ de longitud oeste. Ocupa una superficie de de 126.502 has, que incluye el espejo de agua de 8.046 has y el A°Valizas de 16,234 km (Base carta topográfica a escala 1/50.000 del Servicio Geográfico Militar, SGM, 1967).

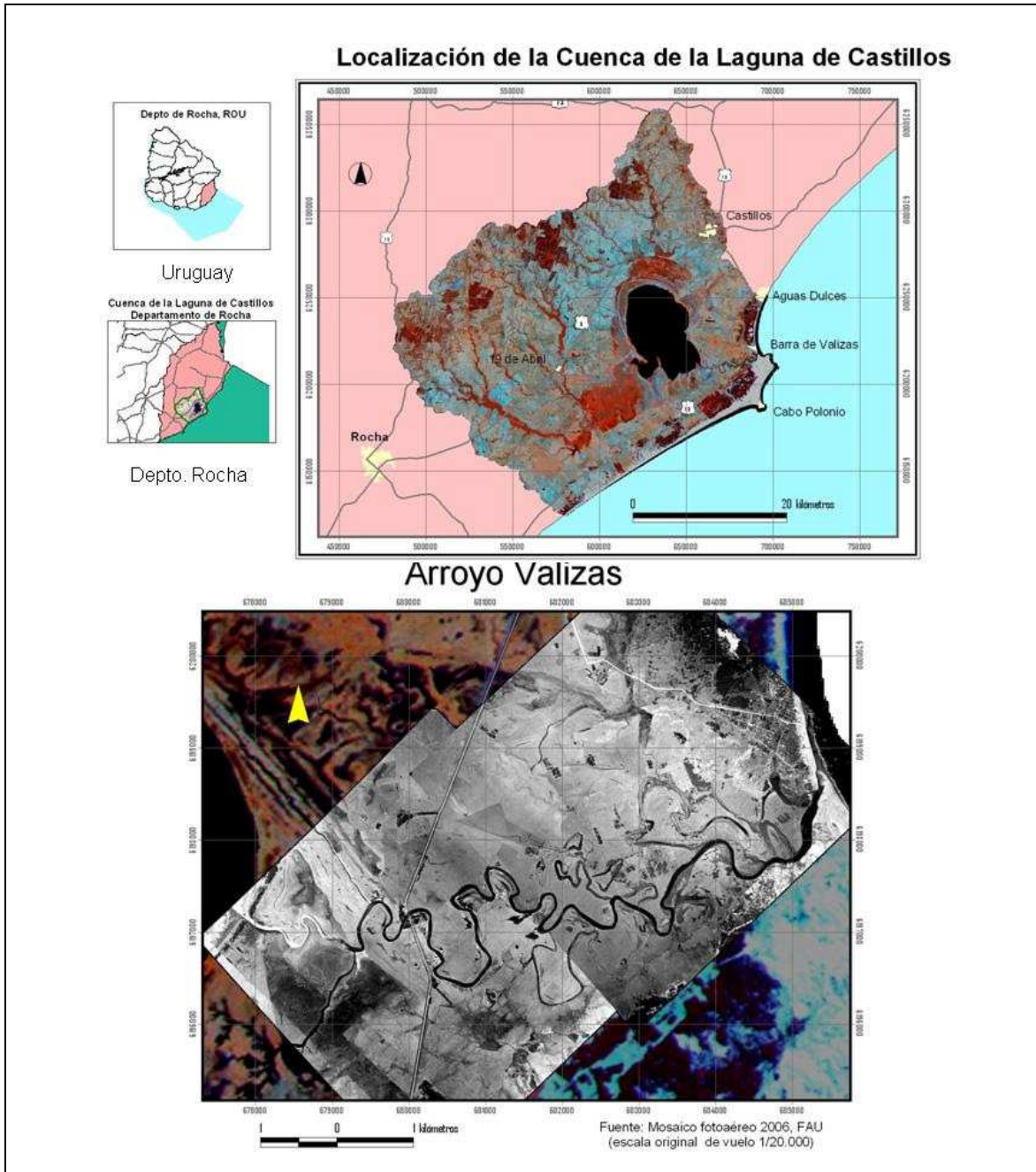


Figura 1: Ubicación del área de estudio

Arriba izquierda: Uruguay. Debajo izquierda: Depto. de Rocha. Arriba derecha: Cuenca de la Laguna de Castillos. Abajo: Arroyo Valizas

2. DESCRIPCIÓN DE LA TEMÁTICA Y JUSTIFICACIÓN

En la Cuenca Atlántica uruguaya según Achkar *et al*, 2004, el sistema lacunar costero está asociado a amplias planicies, que dan origen al sistema de los Humedales del Este. En esta cuenca se localizan seis lagunas costeras, que comparten características similares, como profundidad, salinidad y origen (Preciozzi *et al*, 1985, MTOP/PNUD/UNESCO, 1979; Montaña y Bossi, 1995; Bossi *et al*, 1998). Las lagunas costeras son cuerpos de agua someros y salobres separados del mar por una barrera arenosa (Conde *op.cit.*, 2003). Algunos investigadores coinciden que estos sistemas de lagunas costeras son recientes en tiempos geológicos y que las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno, fueron fundamentales en su formación (Iriando, 1981, 1993, 1996; Panario y Piñeiro, 1997; Malvárez, 1997).

En estos sistemas lacunares intervienen factores de largo y corto plazo, debido a que estos sistemas responden a una interfase entre el océano y el continente, donde se establece un estado de equilibrio dinámico, producto de las fluctuaciones espacio-temporales de las condiciones ambientales físico-químicas-biológicas, que se refleja en la complejidad de estos sistemas (Day *et al*, 1989, en Conde *et al*, 2003; Elizalde, 1996; Panario y Gutiérrez, *op.cit.*; Menafrá *et al.*, 2006; Fagúndez y Lezama, 2005; Rodríguez Gallego, *op. cit.*; González *et al*, 2003; Scasso, 2002; Norbis, 2000; Campos *et al.*, 1999; por citar algunas contribuciones). El equilibrio entre la dinámica del medio físico y la biota presente en las lagunas costeras es vulnerable a la acción humana, estando periódicamente expuestos a perturbaciones como inundaciones o intrusiones marinas (Costanza *et al*, 1993, en Conde *et al*, 2003).

La Laguna de Castillos se diferencia del resto de las lagunas costeras, por su conexión al océano a través de un canal fluvial entallado sobre una planicie. El A°Valizas discurre por una planicie baja, de cota inferior a los +5 m.s.n.m., con depósitos de sedimentos, datados en menos de 5.000 años A. P. (Bracco, 1995; Bracco y Ures, 1997), que evidencian que la planicie estuvo asociada a impulsos transgresivos recientes, para ser retrabajada por el entalle fluvial del A°Valizas (Castiñeira *et al.* 1995, 1997). Los cambios del recorrido del A°Valizas han dejado una serie de cicatrices en el paisaje (paleocanales, lagunas guachas, entre otros) que han sido registrados en diferentes documentos gráficos, como mapas, fotos aéreas e imágenes satelitales (UdelaR, 1955, INPE, 2011, SGM, 1967, SSRFAU, 2006).

Los cursos fluviales son sistemas abiertos con intercambio de materia y energía, por lo cual el tipo de canal, el ancho y la profundidad, son el resultado del ajuste por las variaciones de energía del caudal y la resistencia de los materiales sobre los cuales se desarrolla el canal. Por lo anterior el canal fluvial es función del caudal, la carga de sedimentos, la pendiente y el

tiempo (Leopold, *et al.*, 1964; Morisawa, 1968, 1985; Christofolletti, *op. cit.*). Existen numerosas investigaciones a nivel internacional que han cuantificado la movilidad lateral de los canales meándricos (Constantine *et al.* 2009; Hooke, 2007; Hughes *et al.* 2006), donde se aplican técnicas de Percepción Remota y SIGs.

En los últimos años, se ha evidenciado tanto en la Cuenca de la Laguna de Castillos como en los alrededores del A°Valizas, transformaciones ambientales producto de una multiplicidad de factores que modifican el comportamiento del sistema lacunar y por lo tanto del A°Valizas. Por lo tanto, conocer, cuantificar y entender las respuestas del sistema fluvio-lacunar, a las intervenciones antrópicas, es una prioridad, y para ello es necesario comprender su dinámica.

2.1. Características de la zona de estudio

El sistema ambiental de la Cuenca de la Laguna de Castillos se caracteriza por la compleja dinámica que es propia de la zona de interfase litoral, donde el arroyo y la barra arenosa costera, amortiguan el efecto del oleaje, las mareas, y a su vez, las depresiones inundables, los canales semipermanentes y la dinámica de la barrera arenosa, retardan el escurrimiento del agua proveniente de la cabecera de la cuenca, lo que provoca que el agua sea retenida en la laguna. Variaciones del nivel del agua de la Laguna de Castillo a lo largo del año, así como las fluctuaciones de salinidad, han favorecido el desarrollo de un mosaico de ambientes y complejos ecosistemas (Chebatarrof, 1952, 1973; DSF, 1976, 1979; Del Puerto, 1969, 1987, Azpiroz, 1997, entre otros).

La cuenca presenta un paisaje de sierras, lomadas y llanuras, donde predominan las praderas, asociadas a montes serranos (DSF, *op. cit.*). Estas planicies han sido afectadas por eventos transgresivos durante el cuaternario (Piñeiro y Panario, *op. cit.*; Montaña, y Bossi, *op. cit.*). En la planicie, se desarrollan humedales permanentes y semipermanentes, y en los valles fluviales se localizan montes fluviales. Los ecosistemas predominantes son la pradera estival de tapiz denso y el monte fluvial típico, dependiendo de la posición en el paisaje.

El clima en la región, es subtropical húmedo con características marítimas (Corsi, 1978, en Berreta, 2008). Asimismo, otro componente importante en este sistema y en especial en la costa, es el viento que afecta la dinámica fluvial y costera. Con predominio de dos direcciones de viento: del cuadrante Este, caracterizado por vientos cálidos y húmedos provenientes del NE al SE y los vientos del cuadrante Sur, con vientos provenientes del SW al S, asociados al pasaje de inestabilidades atmosféricas o frentes fríos; estos últimos son muy importantes en la conformación dunar y circulación de las arenas (Piñeiro y Panario, *op. cit.*; Rodríguez Gallego, *op. cit.*; Gutiérrez, 2010).

3. ANTECEDENTES

Por integrar la Región de los Humedales del Este a la Cuenca de la Laguna de Castillos se le reconoce su valor paisajístico y ecosistémico. A nivel internacional, el conjunto de los Humedales del Este fueron reconocidos por su importancia para la conservación de la diversidad biológica y de especies en riesgo de extinción; siendo declarados en 1976 por la UNESCO como área de Reserva de Biosfera y en 1984 incluidos como Sitio Ramsar (Clara y Maneyro, 1997; Herzig, *op. cit.*). A nivel nacional, se crea el Parque Nacional Lacustre, con el Decreto de Ley N° 260/977 (Poder Legislativo, 1977), que designa a algunas lagunas costeras como áreas prioritarias para la conservación². Años más tarde, mediante el Decreto de Ley N° 527/92 (Poder Legislativo, 1992), se redefine el área del Parque incluyendo las Lagunas de Castillos y Negra. A inicios del Siglo XXI se promulga la Ley 17.234 (Poder Legislativo, 2000), que da origen al Sistema Nacional de Área Protegidas (SNAP). En este nuevo marco legal, la Laguna de Castillos y los humedales asociados se encuentran en la lista de áreas prioritarias para ser incluidas al SNAP (SNAP, 2009), tomando como delimitación los padrones dispuestos en el Decreto de Ley N°527/92 que no incluyen en su totalidad al A° Valizas. (Poder Legislativo, 1992; SNAP, 2005, 2009).

Como antecedentes a nivel nacional, se destaca el Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial - GEF, la Unión Europea, la Agencia Española de Cooperación Iberoamericana - AECI, y el MVOTMA. En marco de PROBIDES se desarrollaron varios trabajos de carácter puntual (Campos *et al*, 1999, Leoni *et al*, 1995) y en 1999 se publica un Plan Director de la Reserva de Biosfera de Bañados del Este (PROBIDES, 1999); en el cual se incluye la planicie del A°Valizas como área de conservación.

Desde 1999 hasta la fecha, la Universidad de la República se vincula a la temática de la conservación ambiental, donde la Facultad de Ciencias a través del LDSGAT³, ha desarrollado importantes aportes, con trabajos concretos para la inclusión de nuevas áreas al SNAP (Faccio y Achkar. 2008), como es el caso de Paso Centurión- Sierra Ríos y la Laguna Negra entre otros.

² Parque Nacional Lacustre incluye las lagunas costeras de José Ignacio, Garzón y Rocha. 1977

³ LDSGAT. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio. Departamento de Geografía. I.E.C.A. Fac. Ciencias. UdelaR

En la Laguna de Castillos se han realizado una serie de trabajos puntuales sobre diferentes tópicos, como por ejemplo: la evaluación de recursos pesqueros en la laguna (Norbis, 2000; Norbis y Langone, 1997), estudios sobre el valor económico de los recursos naturales de la laguna (Rodríguez Gallego *et al*, 2008), relevamientos de sitios arqueológicos (Bracco, *op. cit*; Bracco y Ures, *op. cit*), entre otros. Sin embargo, aun no se han realizado estudios que aborden el área en su conjunto, que tomen a la cuenca hidrográfica como unidad de análisis e incluyan la interacción marina, con el objetivo de ingresar esta zona al SNAP y sus respectivos planes de manejo ambiental.

Desde hace algunas décadas existen trabajos de investigación en el campo de las ciencias ambientales que utilizan nuevas tecnologías, como los Sistemas de Información Geográfica (SIGs) y las técnicas de Percepción Remota (PR), para el seguimiento de temas ambientales relacionados con la transformación del territorio (Korkalainen y Laurén, 2006; Camargo *et al.*, 2005; Assad *et al.*, 1998), porque este tipo de estudios permite establecer líneas de base para el monitoreo ambiental. En el país la aplicación de este tipo de técnicas es relativamente reciente, a pesar de lo cual se han realizado aportes significativos dentro de la Temática Ambiental (Achkar *et al*, 2010; Faccio y Achkar, *op. cit.*; Achkar, 2005; Brazeiro *et al*, 2008; Da Costa, 2005).

4. OBJETIVOS

Objetivos Generales

- 1- Conocer las forzantes principales de la migración lateral del A°Valizas
- 2- Cuantificar la migración lateral del A°Valizas, a través de un estudio multitemporal con mosaicos aerofotográficos ortogonalizados durante el periodo 1943/2006

Objetivos Específicos

- 1- Determinar los Rangos de Migración Lateral (RML) en el A°Valizas, para el periodo 1943/2006 y para tres subperiodos (1943/1967, 1967/1998 y 1998/2006).
- 2- Establecer si hay diferencias significativas entre los RML producto de la Acreción/Erosión para el periodo 1943/2006.
- 3- Establecer si existe diferencias significativas entre los RML (sin considerar su origen), entre períodos.
- 4- Comparar los RML en función de los procesos que los originan y su comportamiento en el tiempo
- 5- Comparar el comportamiento de la Erosión entre las márgenes.
- 6- Comparar el comportamiento del RML por erosión a lo largo del perfil longitudinal del A°Valizas
- 7- Analizar el comportamiento de las precipitaciones a lo largo del año en un periodo de 60 años que permita establecer su incidencia en la migración lateral del A°Valizas.
- 8- Establecer el patrón estacional y la evolución temporal de las precipitaciones que expliquen la evolución del caudal.
- 9- Determinar los eventos extremos de precipitaciones, cómo se distribuyen temporal y estacionalmente.
- 10- Establecer el patrón de dirección e intensidad de vientos para la costa de Rocha para el período 1992/2002.
- 11- Establecer las tendencias del comportamiento de las anomalías de vientos meridionales que afectan la costa de Rocha (Serie 1950-2009).
- 12- Establecer si la Cuenca evidencia transformaciones productivas, actividades fluviales y turísticas que puedan ser responsables del incremento de la migración lateral.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Revisión archivos

Se realiza una búsqueda exhaustiva sobre la información cartográfica, fotografías aéreas, imágenes satelitales y documentos relacionados con el área de estudio. La cartografía básica y el registro de fotografías aéreas anteriores a 1967, se obtienen del Servicio Geográfico Militar (SGM), los vuelos aerofotográficos posteriores se obtienen del Servicio de Sensores Remotos Aeroespaciales de la Fuerza Aérea (SSRFAU), mientras que las imágenes satelitales se seleccionaron del Banco de Imágenes del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE).

5.1.1. Archivo de imágenes aérofotográficas

En la Tabla 1 se presenta el registro de 34 fotografías aéreas que recubren la planicie del A°Valizas correspondientes a 6 vuelos fotográficos. Estos vuelos se realizaron entre 1943 y el 2006, cuyas escalas oscilan entre 1/20.000 y 1/60.000. Los vuelos recopilados cubren total y/o parcialmente la planicie del A°Valizas. Para esta tesis se descartaron dos vuelos: el correspondiente al año 2000, por cubrir solo la desembocadura del arroyo y el vuelo de 1980 porque el nivel de detalle de la fotografía era menor al error establecido en esta investigación.

Tabla 1: Descripción de Mosaicos Fotográficos

Año	Formato (cm)	Fuente (*)	Escala	Nº fotografías	Nº pares	Observaciones
1943	23x23	SGM	1/40.000	3	2	Toda la planicie A°Valizas
1967	23x23	SGM	1/20.000	11	5	Toda la planicie A°Valizas
1980	23x23	SSRFAU	1/60.000	2	1	Toda la planicie A°Valizas
1998	23x23	SSRFAU	1/25.000	6	3	Toda la planicie A°Valizas
2000	23x23	SSRFAU	1/20.000	2	1	Desembocadura
2006	23x23	SSRFAU	1/20.000	10	8	Toda la planicie A°Valizas

(*) Servicio Geográfico Militar (SGM), Servicio Sensoramiento Remoto de la Fuerza Aérea Uruguaya (SSRFAU).

5.1.1.1. Mosaicos de Fotos Aéreas ortorectificados

Para realizar estudios multitemporales se crean mosaicos ortogonalizados, lo que permite obtener registros en planta de cambios espaciales (como movimientos de las márgenes de un arroyo), ya que evita los errores de perspectiva central y permite medir directamente en planta. (Pacheco y Suárez, 2004; Gilvear y Byant, 2003).

La generación de los cuatro mosaicos ortorectificados estuvo a cargo del Departamento de Geomática del Instituto de Agrimensura⁴. Para lo cual se escanearon las fotografías a diferentes

⁴ Departamento de Geomática. Instituto de Agrimensura. Facultad de Ingeniería. UdelaR

resoluciones, en función de la escala original y del nivel de error previsto, obteniéndose tamaños de pixel de 0,84 a 1,05 metros (Podesta *et al*, 2006).

5.1.2. Archivo de imágenes satelitales

El Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) brinda en forma gratuita un archivo de imágenes satelitales, de los programas CBERS y LANDSAT. Del catálogo del INPE se seleccionaron cuatro imágenes captadas por los satélites Landsat; ya que el programa Landsat ha permanecido en actividad desde la década del setenta a nuestros días. El registro de INPE incluye entre otras, imágenes de LANDSAT 1, lanzado en 1972 e imágenes obtenidas por el LANDSAT 5, lanzado en 1984 y que continua aún operativo (NASA, 2011).

En la Tabla 2 se detallan las características de las cuatro imágenes seleccionadas, las cuales cubren el periodo 1975/2006 y corresponden a la escena 222/84.

Tabla 2: Detalle de las imágenes satelitales

Localización	LANDSAT 1 MSS	LANDSAT 5 TM
Escena 222/84	Abril 1975	Mayo 1985 Junio 1998 Octubre 2006

Es de orden aclarar que la resolución espacial de las imágenes del LANDSAT 1 MSS (Scanner Multiespectral), es de 79 X 79 m, mientras que las imágenes obtenidas por LANDSAT 5 TM (Thematic Mapper) tienen una resolución espacial de 30 X 30 m. Otra diferencia es la resolución espectral de los mismos, ya que el primero de los nombrados, capta 4 bandas y el segundo capta 7, a pesar de lo cual, los sensores MSS y TM, coinciden en los rangos de longitud de onda de algunas bandas, lo que permite la comparación espectral entre ellas, como se detalla en la Tabla 3 (Chuvieco, 1990, 1996; Freden y Gordon, 1983).

Tabla 3: Bandas espectrales: Scanner Multiespectral y Tematic Mapper

Bandas* del MSS	λ de onda en μm	Color	Color para formar una imagen IR color
1 (4)	0,5 - 0,6	Verde	Azul
2 (5)	0,6 - 0,7	Rojo	Verde
3 (6)	0,7 - 0,8	IR reflejado	---
4 (7)	0,8 - 1,1	IR reflejado	Rojo

*Bandas del Landsat 1, 2 y 3. Landsat 4/5 corresponden las cifras 1, 2, 3 y 4

5.2. Implementación de un SIG para la Cuenca de la Laguna de Castillos

Para la manipulación de los datos espaciales, se ingresa toda la información en un ambiente SIG, que permite trabajar con datos georreferenciados (Bosques Sendra, 1992).

Para la implementación de un SIG para la Cuenca de la Laguna de Castillos, se cuenta con el programa ArcView SIG versión 3.2 y la extensión "Imagen Analisis" (productos desarrollados por la compañía ESRI Inc. USA) y la extensión "Polygeom" (producto desarrollado por IFREMER, Francia). Para el análisis estadístico se utiliza el Programa "Statistical Package for the Social Sciences", SSPS 17 para Windows, creado por la University Information Technology Services (UIT, 2010). Este programa permite realizar la descripción y análisis de datos y trabajar matrices de datos con formato dbf., facilitando el ingreso directo de las bases de datos desde y hacia el ArcView sin mediar ningún nivel de transformación (Norusis, 1993, 2004).

5.2.1. Referencial geográfico del SIG

En este proyecto, todas las coberturas vectoriales se proyectan en el sistema de coordenadas planas denominado ROU-USAMS (1965, en ClaringHouse, 2001) que se utiliza para la confección de la cartografía nacional. Es un sistema de coordenadas locales, que se apoya en el elipsoide Hayford 1909 (Internacional 1924) y toma la proyección de Gauss con distancia en metros. El origen eje de las ordenadas (Xo) se localiza a 500 km al oeste del meridiano 62^G; mientras que el origen de las abscisas (Yo) se ubica en el Polo Sur y el Datum Horizontal es el punto "Yacaré" (SGM).

Los mosaicos creados a partir de fotografías aéreas de los vuelos 1943 (SGM), 1967 (SGM), 1998 (FAU), 2006 (FAU), son georreferenciados y se proyectan en el sistema de coordenadas planas ROU-USAMS. Al estar todos los mosaicos en el mismo sistema de coordenadas se pueden cuantificar los cambios laterales producidos por el A°Valizas durante sesenta años.

Para obtener información espacial de la Cuenca de la Laguna de Castillos se generan las imágenes donde se combinan las bandas 453; las cuales posteriormente son georreferenciadas al sistema ROU-USAMS. Esta migración de coordenadas es necesaria ya que las imágenes del INPE fueron captadas en otro sistema de coordenadas planas, conocido como UTM (Universal Transversa Mercator). Como paso previo, al conjunto de imágenes satélites ingresadas al SIG de la cuenca, se las recorta aplicando una máscara, cuyas dimensiones corresponden a la Cuenca de la Laguna de Castillos. Concluidas las fases anteriores se está en condiciones de clasificar las imágenes y generar coberturas vectoriales para cada una de ellas.

5.2.1. Información contenida en el SIG para la Laguna de Castillos

La escala de trabajo de la cartografía de base (Tabla 4), está dada por las cartas topográficas escala 1:50.000 de la cartografía del Servicio Geográfico Militar (SGM, 1994). Los elementos

identificados en las cartas topográficas fueron ingresados al SIG, mediante el procedimiento de "digitalización en pantalla", que permite generar las coberturas vectoriales básicas (red hidrográfica, caminería, etc.).

Tabla 4: Coberturas de base del SIG

Cobertura	Escala inicial	Fuente
Cursos de agua	1:50.000	Cartas: Velásquez, Chafalote, Rocha, La Paloma, Castillo, Aguas Dulces, Cabo Polonio. SGM., 1994
Caminería	1:50.000	Cartas: Velásquez, Chafalote, Rocha, La Paloma, Castillo, Aguas Dulces, Cabo Polonio. SGM., 1994
Suelos	1:1.000.000	DSF. 1979
Suelos CONEAT	1:20.000	CONEAT. 1994
Geología	1:500.000	DINAMIGE.

Posteriormente se generan nuevas series de coberturas vectoriales, con información específicas del proyecto, en formato vectorial y raster según las necesidades operativas.

5.3. Información generada para el A^oValizas

5.3.1. Digitalización de los mosaicos de Fotos Aéreas ortorectificados

La digitalización en pantalla se realiza a escala 1/2.000, en cada uno de los cuatro mosaicos (1943, 1967, 1998 y 2006), obteniéndose cuatro coberturas vectoriales con la ubicación del canal fluvial para cada año. En la Figura 2 se muestra el criterio utilizado para la digitalización de los márgenes.

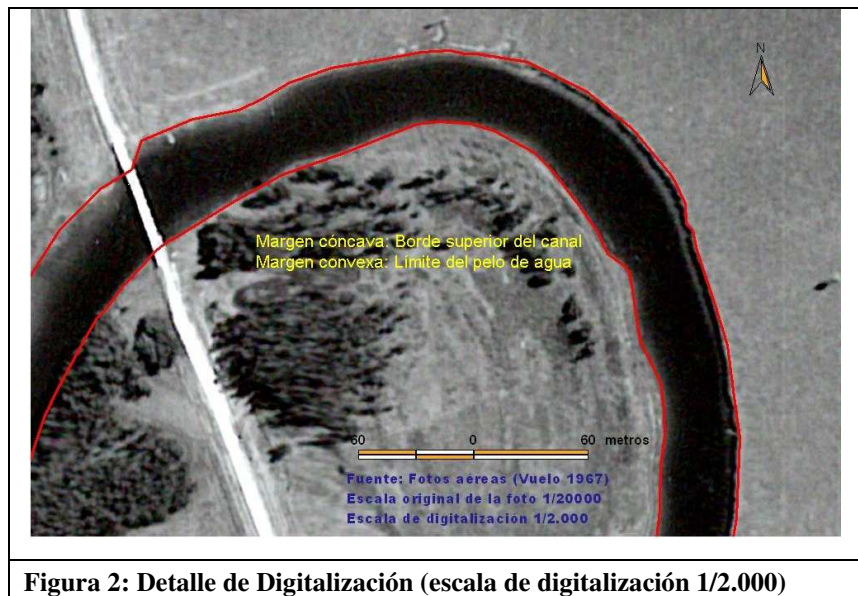




Figura 3: Localización de los límites del Canal

Para la digitalización de las márgenes cóncavas se toma como límite el borde superior de la terraza fluvial y para las márgenes convexas se toma el borde del pelo de agua (Detalle en la Figura 3).

Para obtener las áreas de remoción de materiales, a las coberturas obtenidas de la digitalización, se las intercepta por pares (Tabla 5), y se obtienen tres coberturas con un total de 165 de polígonos, que representan zonas de Remoción de Materiales.

Tabla 5: N^o de Polígonos por períodos

	Periodos	Duración	Polígonos
Período 1 (P1)	1943 a 1967	24 años	56
Período 2 (P 2)	1967 a 1998	31 años	50
Período 3 (P3)	1998 a 2006	8 años	59

A cada polígono se lo identifica con un código toponímico, que indica en que periodo se origina (P1, P2 y P3), el proceso de origen (Acreción/Erosión), la margen del canal donde se ubica (Derecha/Izquierda) y la posición que ocupa respecto a la laguna. A modo de ejemplo, el código toponímico “1ADE10”, significa: Polígono que se origina en el primer periodo debido al proceso de Acreción, que se ubica sobre la margen derecha y cuya posición es la décima respecto a la Laguna (Ver Anexo II - Tablas de Rangos de Migración Lateral).

5.3.1. Cálculo de Rango de Remoción Lateral (RML)

La erosión lateral se manifiesta cuando las paredes del canal se desgastan por socavación lo que produce deslizamientos o caídas de paneles de paredes. La continua erosión lateral provoca el ensanchamiento del canal y la erosión vertical la progresión de la incisión, con una reducción de la profundidad del canal (Gutiérrez Elorza, 2008).

Según Richards (Richards, 1982, en Gutiérrez Elorza, 2008) la forma de sección del canal es asimétrica en las zonas sinuosas y la velocidad del caudal en la margen cóncava se incrementa,

lo que favorece la erosión del lecho y de la pared, lo que posibilita que el canal se ensanche. No obstante, sobre la margen convexa, se da un proceso inverso, allí la velocidad desciende y los sedimentos precipitan (umbrales), lo que favorece los procesos de acreción. El efecto combinado en las márgenes de procesos de acreción/erosión, explica la causa que en los canales meandriiformes, el ancho se mantiene constante a medida que aumenta la sinuosidad del canal.

Por su parte, Morisawa (Morisawa, 1968, en Gutiérrez Elorza, 2008) define la morfometría de un canal fluvial, donde la profundidad del canal se aproxima al radio hidráulico (R) del canal. El radio hidráulico (R) se define como el cociente entre la superficie de la sección del canal (S) y el perímetro mojado (PM) del canal. Por lo anterior se considera que si el ancho del canal es constante y la profundidad está en función de la sección del canal, para cuantificar la migración del canal en su planicie, alcanza con cuantificar la migración lateral del canal. Es por esa razón, que parte del esfuerzo de esta tesis se vuelca a establecer el Rango de Migración Lateral (RML) del A°Valizas, partiendo de registros fotoaéreos ortorectificados, y el uso SIGs. Para calcular el RML, se aplica el método propuesto por Micheli (Micheli, 2000, en Constantine *et al*, 2009). Este investigador propone reducir el error de medición, para calcular el RML, toma la superficie de cada polígono y lo divide entre el perímetro y el número de años, obteniendo de esta manera el desplazamiento medio por año (m/año) para cada polígono.

$$RML = \text{Área del polígono} / (1/2 \text{ del perímetro del polígono} \times \text{número de años}) = m/año$$

5.3.2. Análisis estadístico de las series de datos

Con el fin de conocer el comportamiento a lo largo del curso, se calcula el RML para cada polígono en cada periodo y se generan tres series de datos de RML (N =165). Las series se comparan y se analizan a nivel estadístico y a nivel espacial.

5.3.2.1. Estudio de Normalidad y Homocedasticidad de la Serie 1943/2006

Previo a la comparación de los datos se analizan las series para establecer si las mismas cumplen con los supuestos de Normalidad y Homogeneidad de Varianza (Homocedasticidad), ya que de esto depende el tipo de análisis estadísticos a utilizar.

Sí las series cumplen con los supuestos, se aplican Test Paramétricos (por ejemplo: ANOVA de un factor). En caso que las series no cumplan con las condiciones de normalidad y homogeneidad de varianza, se aplican funciones de transformación para intentar levantar las

restrcciones. Si las mismas se mantienen, como última opción la bibliografía consultada recomienda aplicar Test No Paramétricos (Pérez, 2001; Norusis, *op.cit.*).

A las series de RML, se les estudia el tipo de distribución y la varianza, con intervalo de confianza de 95% ($\alpha = 0,05$). Se aplica el Test de Bondad de Ajuste de Shapiro-Wilk (1965) para series menores y/o iguales a 50 datos y el Test de Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948), recomendado para series con N mayores a 50 (Casas Sánchez, 1997).

Para estudiar el comportamiento de la Varianza y establecer si las series cumplen con el supuesto de Homocedasticidad⁵, se aplica la prueba de Levene (1960).

En este trabajo se aplicaron diferentes Test Paramétricos, como: Test t (Gosset, 1899), Regresión Lineal (Legendre, 1805), Análisis de Varianza de un Factor (Fisher, 1920), las que requieren que los datos cumplan con los supuestos de normalidad y homocedasticidad, por lo cual fue necesario aplicar una transformación logarítmica ($\ln(x)$) considerando el tipo de datos, que corrige la distribución y la varianza (Molinero, 2003).

5.3.2.2. Comparación de las series entre periodos

Para comparar las tres series entre sí, se aplica el Análisis de Varianza de un Factor (ANOVA), que utiliza el test F (Test de Fisher) y los test de contrastes múltiples, cuando hay diferencias entre ellas. Los test de contrastes múltiples (Post-hoc), permiten establecer como se agrupan las series, siendo los test más utilizados: Duncan (1955), Newman, (1939)- Keuls, (1952), Bonferroni (En: Norman y Steiner, 1996), Scheffé (1959) y HSD de Tukey (1953). Cuando los datos cumplen con el supuesto de normalidad pero no la homocedasticidad, se recomienda aplicar el test de Welch (1932) o el test de Kruskal Wallis (1952). Previo a utilizar Welch o Kruskal Wallis, la bibliografía recomienda analizar si la falla de la normalidad es leve o no. En el primer caso y frente a una distribución casi normal con valores de p entre 0,01 y 0,05, se recomienda aplicar los test de constrastes más utilizados y cuando la distribución falla “fuertemente” la normalidad, se recomienda el uso del test Kruskal Wallis (Arriaza *et al*, 2008).

El test F, estudia el contraste de igualdad de medias suponiendo que los datos son normales y homocedásticos, este test es la generalización del test de Student para k poblaciones. Si como resultado se rechaza la hipótesis nula, se procede a realizar los contrastes de medias dos a dos y

⁵ Homocedasticidad- Igualdad de varianzas significa que las J poblaciones muestreadas poseen la misma varianza

en esos casos es aconsejable el test de Tukey⁶ (1953) ó el test de Scheffé⁷ (Arriaza, *op.cit.*; García-Villalpando *et al*, 2006; Norman y Streiner, 1996).

5.3.3. Análisis espacial de los RML a lo largo del A^oValizas

Con apoyo del SIG, se espacializan los grupos de conglomerados detectados con un análisis de Cluster; lo que permite establecer a lo largo del curso, zonas donde el comportamiento de la migración es similar.

El análisis de Cluster es un método que permite identificar asociaciones y estructuras en los datos que no son evidentes a priori pero que pueden ser útiles para la clasificación (Salvador Figueras, 2001). Existen dos métodos de clasificación: Jerárquicos y No Jerárquicos. En los primeros, la clasificación resultante tiene un número creciente de clases anidadas mientras que en el segundo las clases no son anidadas. Los métodos utilizados para generar los clusters, se clasifican en aglomerativos y divisivos. En los aglomerativos, se parte de tantas clases como objetos a clasificar y en pasos sucesivos se obtienen clases de objetos similares, mientras que en los segundos se parte de una única clase formada por todos los objetos que se va dividiendo sucesivamente en clases (Pérez, *op.cit.*).

Para este trabajo, se aplica un Análisis de Cluster Jerárquico aglomerativo y se aplica el Método de Varianza Mínima de Ward, para generar los conglomerados (Jhonson, 2000 y Zavala, 1986; en Sosa *et al*, 2006; Maestre *et al*, 2008). El Método de Ward considera la distancia euclidiana entre dos clusters y se calcula como la suma de cuadrados entre grupos (Milliken y Johnson, 1992). El método suele ser muy eficiente, ya que tiende a crear clusters de pequeño tamaño. Permite obtener la matriz de distancias así como una tabla de contingencia, aunque puede ser sensible a los outliers (Norusis, *op.cit.*). Para la visualización de los resultados, el SPSS 17, genera un dendograma en forma de árbol que resume el proceso de agrupación. Los objetos similares se conectan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos, que se pondera entre 0-25, donde la mayor similitud corresponde a 0 y la mínima es 25 (Pérez, *op. cit.*; Norusis, *op. cit.*; Villardón, 2000).

⁶ Test de Tukey- Para muestras de igual tamaño

⁷ Test de Scheffé⁷ - Para muestras de tamaño desigual.

5.4. Información generada para la Cuenca de la Laguna de Castillos

5.4.1. Comparación de Series Pluviométricas

Se cuenta con las series de precipitaciones medias mensuales, de los años 1944/60, 1961/90 y 1980/2009, correspondientes a la Estación Meteorológica de Rocha (DNM, 2009), ubicada a 34°29'062" latitud Sur, 54°18'07" longitud W y a 18,2 m.s.n.m, próxima a la ciudad de Rocha y a 45 km aproximadamente del A°Valizas.

Con el objetivo de establecer si las precipitaciones han variado en forma significativa en los últimos 60 años, se comparan estadísticamente tres conjuntos de series pluviométricas para un nivel de significación del 95%.

La estación meteorológica seleccionada, se ubica fuera de la Cuenca de estudio, pero por sus características topográficas y la distancia al mar, es la más representativa. A lo que se le añade el hecho que es una estación sinóptica que es parte de la Red Meteorológica Nacional y cuenta con series completas de precipitación y temperatura. Mediante este estudio de precipitaciones, se pretende generar un descriptor preliminar válido para la Cuenca de la Laguna de Castillos.

5.4.1.2. Distribución interanual de eventos extremos de precipitación (1980/2009)

Los eventos extremos son estadísticamente menos probables y se definen como eventos cuyos valores están alejados de los valores medios. Para esta variable los eventos extremos provocan sequías ó inundaciones, que son por definición poco probable. Los especialistas analizan la intensidad y la duración de los eventos extremos, en función de la variabilidad del desvío Standard. Hay variedad de criterios al momento de definir cuantitativamente que se considera un evento extremo. (Carvalho y Liebmann, 2002; Chaves y Cavalcanti, 2000, en Marengo, 2004), para lo cual y sólo con el objetivo de realizar una primera aproximación al tema, se consideraran eventos extremos aquellos meses cuyos registros están por debajo del percentil 10 para eventos de sequía y por encima del percentil 90 para precipitaciones extremas (Wilk, 2006). Con este análisis, se pretende establecer, si los eventos extremos por encima del percentil 90, presentan algún tipo de patrón estacional a lo largo de 30 años, que explique en forma satisfactoria los cambios del comportamiento del cauce del A°Valizas.

5.4.2.1. Comportamiento del Viento, para la Serie 1992/2002.

Se cuenta con una serie de datos de vientos diarios, correspondientes al periodo 1992/2002, de dirección (Rumbos) y fuerza del viento (nudos/seg), registrados a la hora 12 (hora local), en la Estación de La Paloma (SOHMA, 2008). La misma se ubica a 34° 40' de Latitud Sur y 54° 09'

longitud W; a aproximadamente 20 km de la ciudad de Rocha y a 50 km al oeste de Barra de Valizas.

Con el objetivo de generar un descriptor del comportamiento del viento en la costa de Rocha, se toma una serie de 10 años, correspondiente al 1992/2002, ya que debido a problemas con el instrumental entre 2003/2005, los registros se realizaron por observación directa, lo que afecta la calidad de los datos durante el periodo 1997/2006 (SOHMA, 2008).

Para establecer el patrón de dirección y fuerza de vientos, se agrupan los datos considerando 8 rumbos principales y en tres categorías de intensidad de viento, agrupando las categorías propuestas en la escala de Beaufort (Ver Anexo IV).

5.4.2.2. Estudio de las anomalías del viento meridional durante el periodo 1950-2009

Para el estudio del comportamiento de los vientos meridionales, se utiliza la información disponible en la página del NCEP/NCAR (*National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research*) de NOAA-CIRES Climate Diagnostic Center (Kalnay *et al.*, 1996), de donde fueron obtenidos los componentes *Zonal Wind (u)*⁸ y *Meridional Wind (v)*⁹, para el periodo comprendido entre enero de 1950 y diciembre de 2009 a nivel de superficie (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>).

Con este estudio se podrán establecer si los eventos extremos de vientos meridionales se han incrementado en los últimos años, y si ha aumentado el aporte de agua proveniente del mar a la cuenca.

5.4.3. Análisis diacrónico del Uso del Suelo (1975-2006)

Las nuevas herramientas informáticas en el campo de la Percepción Remota (PR) y los SIGs, permiten mejorar los resultados en estudios multitemporales, ya que posibilitan cuantificar los cambios a nivel espacial (Chuvieco, *op. cit.*; Bosque Sendra, *op.cit.*; Pinilla, 1995). En nuestro país, estas técnicas se incorporan recientemente, a pesar de lo cual, se han realizado aportes significativos en la evaluación de recursos naturales (Brazeiro *et al, op. cit.*; Achkar, *op. cit.*, Achkar *et al, op.cit.*, entre otros).

⁸ Viento zonal - El viento, o el componente de viento cuya dirección sigue el paralelo de latitud local, a diferencia del viento meridional. En un sistema de coordenadas horizontales fijas el viento zonal es positivo si sopla desde el Oeste y negativo si desde el Este.

⁹ Viento meridional - El viento o componente del viento a lo largo del meridiano local, a diferencia de los vientos zonales. En un sistema de coordenadas horizontales fijas, el viento meridional es positivo si sopla desde el Sur, y negativo si sopla desde el Norte.

Para efectuar el análisis diacrónico del Usos del Suelo, se emplean técnicas de PR y se utilizan sensores multiespectrales¹⁰, para el reconocimiento de diferentes coberturas de suelo entre 1975 y 2006. El corte temporal se debe al hecho que las técnicas de procesamiento de imágenes satelitales son de uso relativamente reciente y cubren un periodo no mayor de 30 años a nivel mundial (Lillesand y Kieffer, 1994; NASA, *op.cit.*)

Mediante la técnica de clasificación de imágenes, se obtienen las modificaciones en los Usos del Suelo provocadas por las actividades antrópicas.

Desde la implementación de las Técnicas de PR, investigadores como Jordan (1969) y Tucker *et al.* 1977, han propuesto una lista de combinaciones de bandas espectrales para estudiar la cobertura vegetal, que optimizan los resultados al momento de diferenciar las misma. Por tal motivo, para este trabajo se utilizan las Bandas 453, que combina la banda del rojo (0,6 a 0,7 micras) y del infrarrojo medio y cercano (0,7 a 1,1 micras), permitiendo detectar el borde tierra-aguas y se recomienda para estudios de vegetación y uso de suelo, pues discriminan mejor.

5.4.3.1. Categorías propuestas de usos del suelo

Se definen categorías de Uso del Suelo para realizar la clasificación de las imágenes. Las categorías establecidas agrupan asociaciones vegetales dominantes que se localizan en el área de estudio y los principales usos del suelo, lo que facilita el proceso de identificación.

Tabla 6: Categorías establecidas para la clasificación de imágenes

Coberturas del Suelo	Características
Pradera Natural	Vegetación herbácea sin laboreo y/ó campo en barbecho
Humedales	Zonas bajas inundadas todo ó parte del año, asociadas a vegetación hidrófila, pajonales
Arenales	Arenales móviles y parcialmente fijados por vegetación spamófila
Monte Nativo	Vegetación arbórea fluvial ó serrana
Infraestructura	Incluye zonas urbanizadas y caminería
Monte Artificial	Montes de Abrigo, corta viento
Forestación	Plantaciones forestales (Eucaliptos, pinos)
Pradera artificial	Praderas mejoradas con fertilizantes
Arado/Cultivos	Campos arados y cultivados

¹⁰ Sensores Multiespectrales: series de sensores en paralelo que detectan la radiación en diferentes en rangos de longitudes de onda, dando origen a las bandas.

5.4.3. 2. Proceso de clasificación de imágenes

En la primera fase de reconocimiento de Usos Suelos, se clasifica primeramente la imagen de octubre del 2006 y se aplica el método de Clasificación no Supervisada. Este método es un procedimiento de clasificación digital basado en el análisis de cluster. Para realizar este proceso, se cuenta con la extensión “Image Analysis 1.1” de ESRI, que utiliza el método de cluster no jerárquico, denominado ISODATA (ESRI, 1996).

Los resultados obtenidos de la clasificación, se verifican en campo, para clasificar posteriormente las imágenes de los años anteriores (1975, 1985 y 1998), ya que se asume que las categorías se van a mantener en el tiempo.

A modo informativo y para establecer los antecedentes de uso anteriores a 1975, se analizan los registros estadísticos del MGAP, con los que se establece que el uso predominante de la Cuenca de la Laguna de Castillos, fue tradicionalmente ganadero extensivo con dominio de la pradera natural (DIEA, 1990).

6. CARACTERISTICAS DE LA CUENCA DE LA LAGUNA DE CASTILLOS

La cuenca de la Laguna de Castillos ocupa una superficie de 126.502 has, y se localiza al SE del departamento de Rocha, entre los 34°04'02'' y 34°30'21'' de latitud sur y los 53°47'47'' y 54°13'16'' de longitud oeste.

La Cuenca está limitada al Oeste por la Sierra del Chafalote, al Norte la Cuchilla de los Píriz y la Cuchilla de la Carbonera, al Este por la Cuchilla del Peñón, al Sureste por la Cuchilla de la Angostura y al Sur por Loma de Narváez. El espejo de agua de la Laguna de Castillos cubre una superficie de 8046 has, y se conecta al océano Atlántico, a través del A°Valizas, que tiene una longitud de 16,234 km.

En términos generales la cuenca presenta a un paisaje de sierras, lomadas y llanuras; que se desarrollan a partir de series metamórficas de la era Precámbrica y Cámbrica, con pendientes entre 5 a 15%; con predominio de praderas asociadas a montes serranos. En tanto, en la zona de planicies y llanuras, las pendientes oscilan entre 2 y 3%, donde se depositan sedimentos heterotexturales cuaternarios y cubren prácticamente el 60% de la superficie de la cuenca (Preciozzi. *et al*, *op.cit*; Bossi *et al.*, *op.cit.*). Estas planicies han sido afectadas por eventos transgresivos durante el cuaternario, que se identifican en los niveles de paleocostas marinas y lacunares, en los depósitos de sedimentos marinos y por la presencia de suelos halomórficos (Montaña y Bossi, *op.cit.*; Bracco, *op.cit.*).

En la planicie, se desarrollan humedales con niveles de agua permanentes y semipermanentes, mientras que en los valles fluviales se localizan importantes montes fluviales. Los ecosistemas predominantes son la pradera estival de tapiz denso y el monte fluvial típico, dependiendo de la posición en el paisaje.

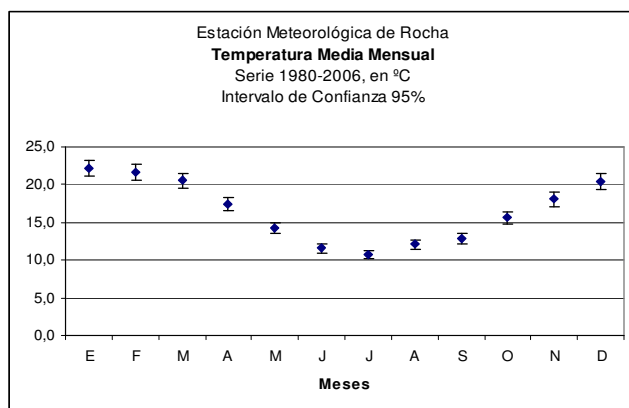


Figura 4: Temperatura media mensual
Serie: 1980–2006, en °C. Confianza 95%. DNM, 2006

El clima en la región, es subtropical húmedo con características marítimas, con variaciones estacionales marcadas de temperatura y riesgo de sequía prolongada debido a la variabilidad de las precipitaciones (Corsi, 1978, *op.cit.*; DNM, 2000).

Según los registros pluviométricos correspondientes a la Estación Meteorológica de Rocha (DNM, 2006) durante el período 1980/2009, el promedio de las precipitaciones anuales es de 1.277 mm, con un máximo en marzo abril y mínimo en diciembre; la temperatura media anual es de 16,4°C (Castaño *et al*, 2009), con episodios de déficit hídricos entre los meses de Noviembre a Abril (Ver Anexo I- Cuenca de la Laguna de Castillos).

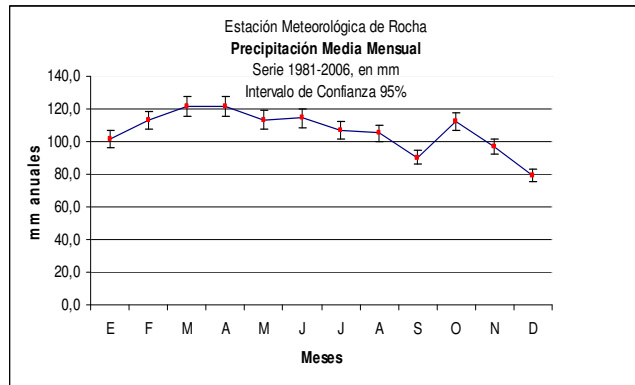


Figura 5: Precipitación media mensual. Serie: 1980–2006, en mm. Confianza 95%. Fuente: DNM 2006

6.1.1. Uso del suelo

Tabla 7: Usos del Suelo en las Áreas de Enumeración que incluyen la Cuenca de la Laguna de Castillos

Uso del Suelo	Sup (Ha)
Bosques naturales	6.824
Forestación	8.933
Viñedos	2
Cultivos de huerta.	475
Cultivos cerealeros e industriales	746
Cultivos forrajeros anuales	1.113
Tierra arada al 30/06/00.	339
Rastrojo	403
Praderas artificiales	11.719
Siembra en cobertura	18.591
Campo natural fertilizado	4.916
Campo natural	158.035
Tierras improductivas	3.089
TOTAL	215.185

Fuente: DIEA, 2003

Para la descripción productiva de la Cuenca se consideran los valores totales de las nueve áreas de enumeración que incluyen las Cuenca de la Laguna de Castillos y exceden la superficie de la misma. En las áreas de enumeración se localizan 660 establecimientos agropecuarios. Sobre esta base territorial y tomando en los datos del Censo General Agropecuario del año 2000 (DIEA, 2003) se establece que el 5% de los establecimientos tienen extensiones superiores a las 1000 hectáreas y concentran 50% del territorio de la cuenca. Mientras que el tamaño medio de los establecimientos oscila entre las 100 y 200 hectáreas (Ver Anexo I-

Características de la Cuenca). En lo que se refiere a la tenencia de la tierra la mayoría de los establecimientos son propietarios con el 69% de la superficie considerada.

Respecto al uso del suelo, en la Tabla 7, en base a los datos del Censo Agropecuario del 2000, el campo natural y las praderas mejoradas cubren el 90% de la extensión de la cuenca, los Montes Nativos (Montes Fluviales y Serranos) ocupan el 3% de la superficie total. Mientras que la cobertura forestal cubría el 4% de la superficie de la cuenca; estas cifras se han modificado al interior del Departamento de Rocha (Dell'Acqua, *et al*. 2006).

En la Tabla 8 presenta una síntesis de los distintos cultivos, donde el maíz cubre 430 has de la superficie sembrada, es importante aclarar que cultivos de arroz, no se localizan en la Cuenca de la Laguna de Castillos (DIEA, *op. cit.*).

En el año 2000, en 136 explotaciones agropecuarias se siembran praderas artificiales, las cuales incluyen coberturas de tapiz herbáceo natural con agregado de especies forrajeras. Entendiendo como forrajes aquellos cultivos anuales utilizados por el ganado, para el pastoreo directo o forraje.

Tabla 8: Cultivos cerealeros e industriales, pradera y forrajes

Cerealeros e Industriales			Praderas Artificiales			Forrajes		
Tipo	Nº Exp	Sup (ha)	Tipo	Nº Exp	Sup (ha)	Tipo	Nº Exp	Sup (ha)
Arroz*	2	265	Trébol	40	697	Avena	37	325
Maíz	131	430	Trébol rojo	3	81	Trigo	2	71
Sorgo	3	43	Lotus	51	920	Ryegrass	96	1.270
Maní	3	5	Siembras puras	2	4	Otros	42	404
Otros	1	3	Mezclas forrajeras	265	10.103			
TOTAL	136	746	TOTAL	334	11.805	TOTAL	151	2.070

Fuente: DIEA, 2003

En los últimos años, el uso de los suelos de las zonas altas, tradicionalmente ganadero extensivo se está sustituyendo por cultivos forestales y en las planicies se desarrollan monocultivos industriales. A las actividades agropecuarias de la cuenca, se le suma a partir del 2008 la generación de energía eléctrica, al instalarse un parque eólico en las sierras de Carapé, que aporta a la red energética del país y abastece a las ciudades de Rocha y Castillos.

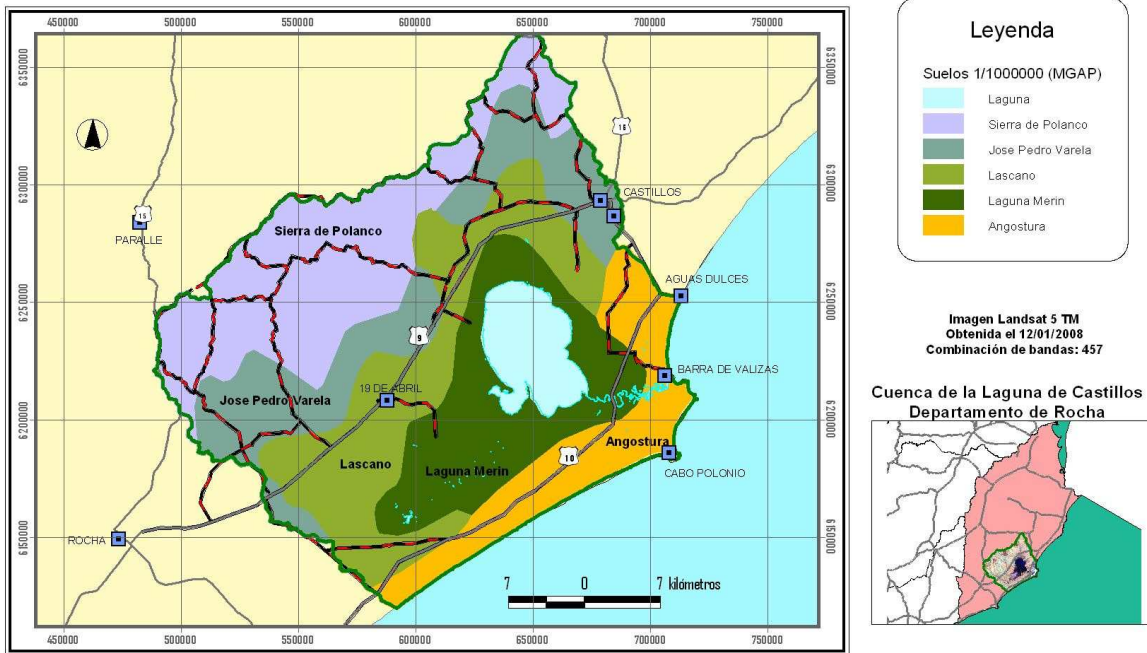
6.1.2. Suelos y paisajes

En Uruguay existen dos cartas de suelos que cubre todo el territorio nacional, la carta de reconocimiento de suelos a escala 1/1.000.000 (DSF, 1976) y la carta de unidades CONEAT a escala 1/20.000 (Comisión Nacional de Estudio Agronómico de la Tierra, CONEAT, 1994).

6.1.2.1. Unidades de suelo, carta 1/1.000.000

En la Cuenca de la Laguna de Castillos está conformada por 5 unidades de suelos descriptas en la carta de reconocimiento de Suelos (DSF, 1979; Cayssials y Álvarez, 1983), son unidades relativamente homogéneas, que están en función del tipo de material generador, el tipo de suelo, su ubicación topográfica y la vegetación predominante.

**Cuenca de la Laguna de Castillos
Carta de Suelos a escala 1/1.000.000,**



Fuente: Dirección de Suelos y Fertilizantes, MGAP, 1979

Figura 6: Unidades de Suelo a escala 1/1.000.000. DSF, 1979

En la Tabla 9, se presentan las Unidades de Suelos localizadas en la Cuenca y el porcentaje que cada unidad ocupa. (Ver Anexo I- Cuenca de la Laguna de Castillos).

Tabla 9: Unidades de Suelo a escala 1/1.000.000 en la Laguna de Castillos

Unidades	Sup	%
Sierras de Polanco	36.969,59	27,07
Lascano	30.920,54	22,64
José Pedro Varela	26.558,75	19,45
Lag. Merín	24.166,08	17,69
Angostura	17.967,28	13,15
Sup. Total	136.582,24	100,00

Fuente: DSF,1979

Las Unidades de Sierra de Polanco y José Pedro Varela presentan Brunosoles, Litosoles y Argisoles. En tanto, la Unidad Lascano los suelos dominantes son Planosoles, Argisoles, Gleysoles y Solonetz; en las llanuras bajas próximas a la laguna de Castillos, se localiza la

Unidad Laguna Merín, en la que se desarrollan Gleysoles y en la zona costera se ubica otra unidad, la Angostura donde se desarrollan Arenosoles, intercalados con Planosoles, Argisoles y Arenas.

6.1.2.2. Unidades de suelo CONEAT

CONEAT (Comisión Nacional de Estudio Agro- económico de la Tierra, 1994), realiza la caracterización físico- ambiental para construir un Índice de Productividad en carne y lana de los Grupos de Suelos. Definen espacialmente áreas homogéneas a partir de la identificación de los grupos de suelos dominantes, asociados y accesorios y describen las características del relieve, las pendientes medias asociadas, la litología del material madre, los ecosistemas predominantes y la potencialidad de uso del suelo, a escala 1/20.000. Las unidades CONEAT, no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelo, sino que constituyen áreas homogéneas, definidas por su capacidad productiva en términos de carne bovina, ovina y lana.

Según la carta de unidades CONEAT es posible identificar 21 unidades en la cuenca de la Laguna de Castillos (Ver Anexo I- Cuenca de la Laguna de Castillos). Las unidades de suelo CONEAT se relacionan con las unidades de la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay a escala 1/1.000.000, por tal motivo se indican para cada grupo, algunas propiedades importantes de los suelos y características asociadas del paisaje.

Tabla 10: Síntesis con los Grupos de Suelos en la Laguna de Castillos

Unidades CONEAT ¹¹	Sup (has)	%
07.1	8145,12	6,06
07.2	4590,39	3,42
09.1	4457,75	3,32
10.7	10196,05	7,59
2.10	3644,47	2,71
2.11a	8548,31	6,36
2.11b	2456,92	1,83
2.12	21780,65	16,21
2.21	18081,79	13,46
3.11	6616,74	4,93
3.12	1168,62	0,87
3.13	19,13	0,01
3.14	941,81	0,70
3.15	2883,69	2,15
3.2	1799,93	1,34
3.30	7520,00	5,60
3.31	5885,26	4,38
3.41	6568,25	4,89
3.51	273,61	0,20
3.53	3111,25	2,32
3.54	15657,39	11,65
Total	134347,13	100

Fuente: CONEAT, 1994

6.1.2.3. Asociaciones vegetales en la Cuenca de la Laguna de Castillos

En la cuenca dominan las praderas y se localizan también asociaciones vegetales vinculadas a ambientes de humedales y costeros formando parches.

A lo largo de los cursos fluviales, se desarrollan Bosques Ribereños (Del Puerto, *op.cit.*), mientras que en las planicies y depresiones inundables se desarrollan Bosques Hidrófilos. En la cuenca se encuentran diversas asociaciones vegetales, como los Bosques Xerófilos asociados a dunas fijas, también denominados Bosques Psamófilos, también se encuentran Herbazales hidrófilos, que incluyen Caraguatales, Césped ribereño, Juncales, Pajonales, Pastizales hidrófilos y costeros, Totorales, Espartillares y Hunquillares (Lafitte y Hurrell, 1997; Alonso y Bassagoda, 2002, en Fagúndez y Lezama, 2005).

¹¹ Anexo 2 – Descripción de las Unidades CONEAT

Las planicies de la Laguna de Castillos y el A°Valizas se ubican ecosistemas de bañados, praderas inundables, canales semipermanentes con pajonales y meandros abandonados, ambientes que sirven de habitat a aves y mamíferos (Kraus *et al.*, 2005, en SNAP, 2009; Alonso, 1998).

Asociaciones Vegetales de la Cuenca de la Laguna de Castillos

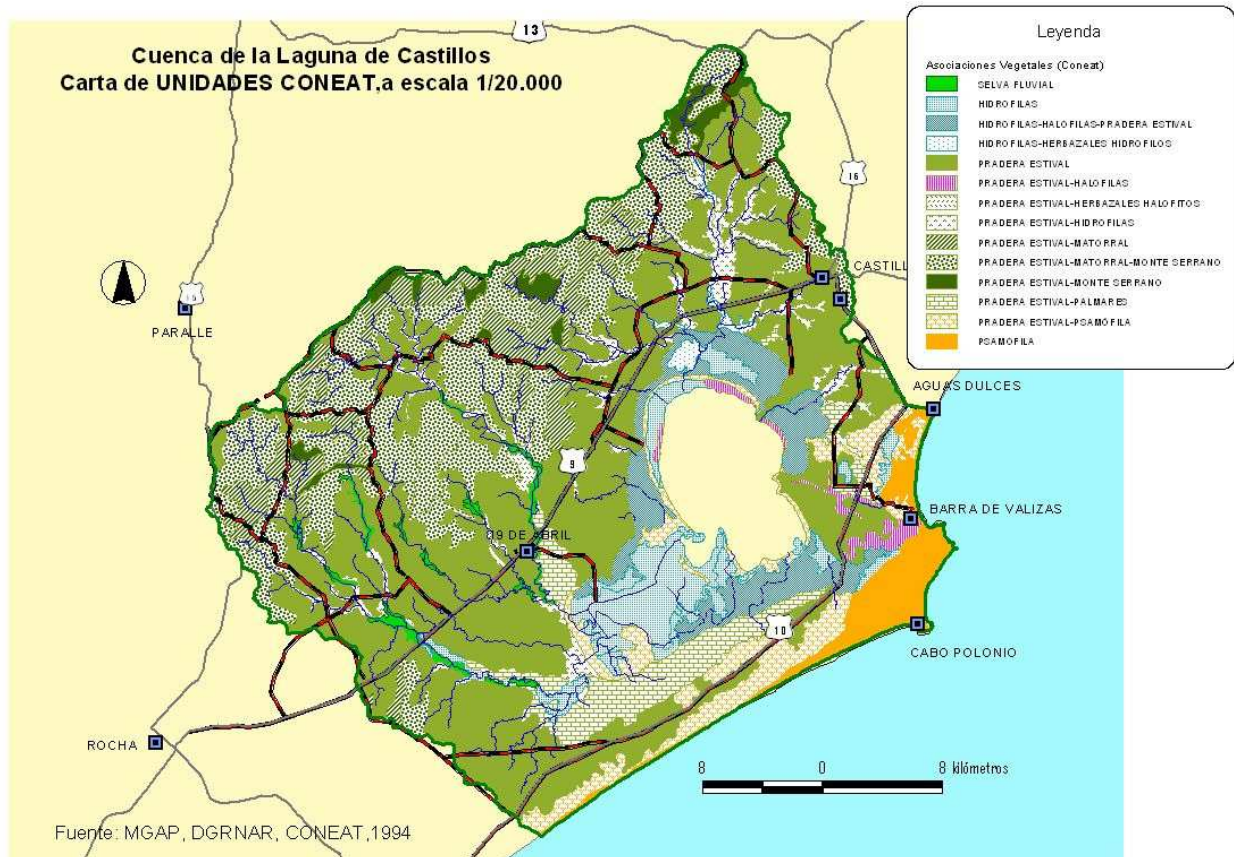
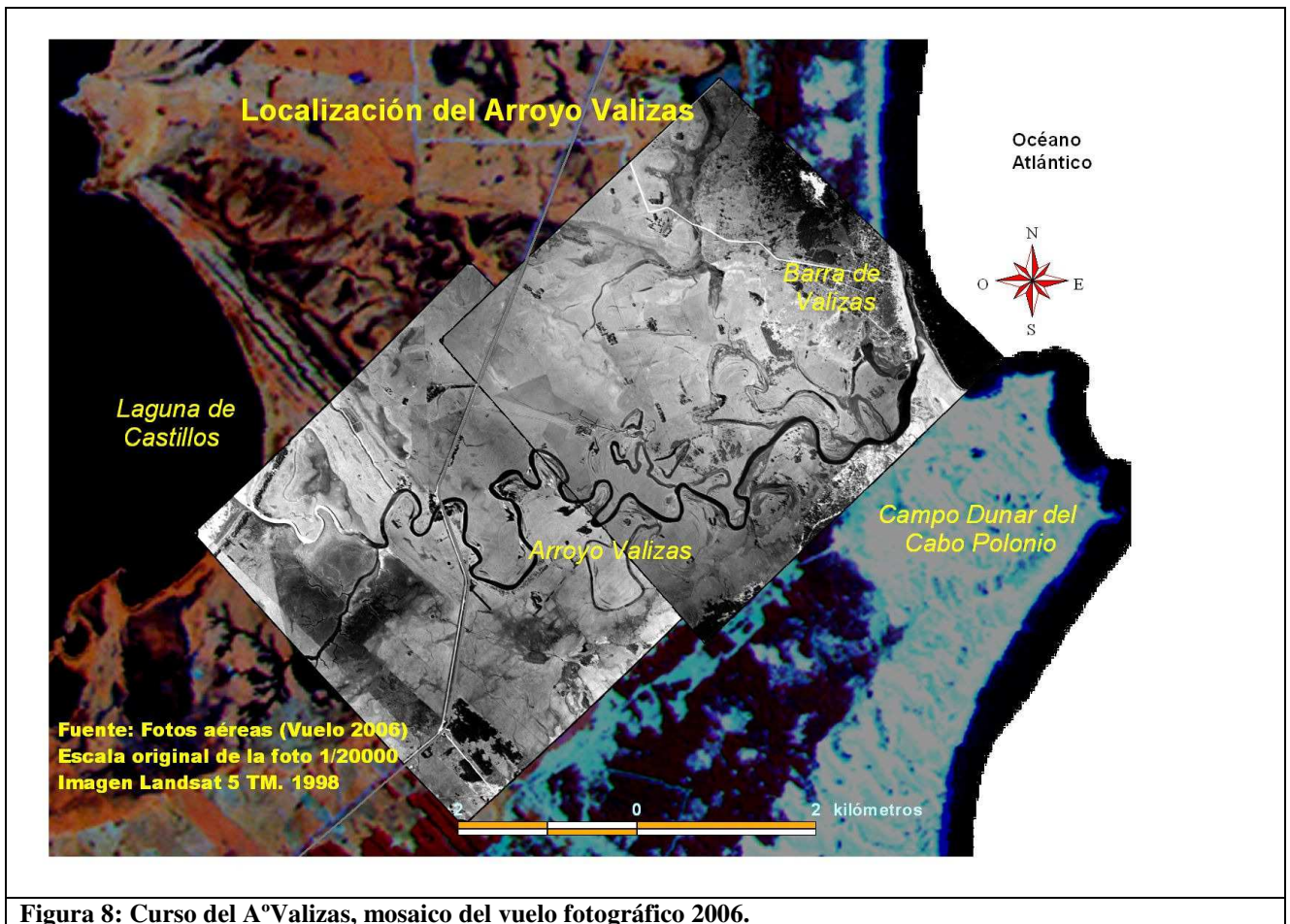


Figura 7: Asociaciones Vegetales a escala 1/20.000. DSF, 1979

6.2. Aspectos generales del A°Valizas



El A°Valizas es un canal fluvial de régimen estuarino, que permite la conexión entre la laguna y el océano, permitiendo la mezcla de aguas al interior de la Laguna de Castillos. La salinidad del sistema lacunar varía a lo largo del año, debido al ingreso de precipitaciones a la cuenca y al ingreso de agua salobre a través del arroyo, cuando la barra arenosa está abierta, por efecto del oleaje, las mareas, y los vientos que inciden en la costa. (Jorcin, *op. cit.*; Rodríguez Gallego, *op. cit.*). Por lo anterior, en la planicie del A°Valizas se desarrollan una amplia gama de ambientes, como humedales, canales y cordones dunares, que hacen de la misma una zona compleja y heterogénea (Malvárez, *op.cit.*).

El A°Valizas es un canal de alta sinuosidad entallado sobre una planicie de marea, donde el trabajo fluvial ha formado un cinturón de meandros (Piñeiro y Panario, *op. cit.*), donde se conservan estructuras, como canales abandonados, lagunas guachas y dique de barras, etc. (Carta Topográfica C-26, SGM, 1967).

El comportamiento meandriforme del canal se debe a la poca pendiente de la planicie, donde los meandros son la resultante del equilibrio entre la fuerza del flujo del caudal y la resistencia de los materiales del canal. (Christofoletti, *op. cit.*, Chorley y Kennedy, *op. cit.*). La forma del canal se ajusta en función del volumen del caudal al atravesar la sección transversal a lo largo del tiempo, por lo cual, las dimensiones del canal responden al juego entre las fuerzas erosivas y las de agradación (Christofoletti, *op. cit.*; Leopold, 1973).

La actual planicie del A°Valizas se origina hace 5.000 años A.P. producto de eventos trasgresivos, que dan origen a una planicie mareal que fue retrabajada y entallada por el arroyo. Curso que actualmente funciona como un vaso comunicante entre la laguna y el mar. Por lo que se puede asumir que esta planicie se caracterizó por un dinamismo a corto y mediano plazo, hecho que propicia a que sea una zona muy sensible a los cambios de nivel del mar. (Piñeiro y Panario, *op. cit.*, Castiñeira *et al.*, *op.cit.*)

En los últimos años, se evidencian procesos de degradación ambiental, producto de la actividad antrópica que afectan a la Cuenca y especialmente a la planicie del A°Valizas. Por este motivo se busca establecer la incidencia de dichas transformaciones en el sistema fluvial. Como antecedentes de investigación, se han detectado amenazas dentro de la laguna y el A°Valizas, como por ejemplo alteraciones en el régimen hídrico de la laguna y en el arroyo, una mayor actividad pesquera en la laguna (Norbis, *op. cit.*; SNAP, 2005) y transformaciones en el uso del suelo en los últimos sesenta años.

6.2.1. Complejidad dinámica del área

El origen de la Laguna de Castillos se vincula a las variaciones del nivel del mar durante el Holoceno, lo que provoca fluctuaciones de las condiciones ambientales en lapsos de tiempo relativamente cortos. Los cambios de nivel de la laguna se evidencian por la presencia de paleocostas lacunares, que se localizan en los humedales.

Los humedales actuales y el espejo de agua, eran parte de un mar poco profundo, que se conecta durante eventos transgresivos recientes directamente al mar. Al retirarse el mar y producto del descenso del nivel, se origina una planicie de marea (en la que se entalla el actual A°Valizas) de aproximadamente 2.842 has (Castiñeira *et al.*, *op.cit.*). La planicie esta formada por sedimentos arenosos y arcillo arenosos (CONEAT, *op. cit.*), a partir de los cuales se desarrollan suelos arenosos asociados a suelos hidromórficos.

En la actualidad, los humedales asociados a la laguna y los canales secundarios del arroyo retienen en parte los excedentes hídricos a lo largo del el año. Los canales semiabandonados se conectan temporalmente al canal principal, durante eventos de crecida. El aumento del caudal

se asocia a eventos de mayor precipitación en la cuenca y/o al cierre de la barra arenosa que impide la salida del flujo. El represamiento natural del caudal favorece el ascenso del nivel del agua en el sistema e incrementa el tiempo de retención de agua en las zonas bajas de la cuenca (canales y humedales).

6.2.2. Importancia del A°Valizas para el funcionamiento y la gestión de la Cuenca




El A°Valizas cumple múltiples funciones que se agrupan en tres categorías:

- Estructural: como canal que posibilita el intercambio entre la cuenca alta y el océano.
- Funcional: como regulador del nivel de agua entre la Laguna de Castillos y el canal.
- Biológico: como canal de transición de ambientes mixohalinos, donde se asocian diversos ecosistemas

El A°Valizas es un sistema complejo y dinámico a escala espacio temporal, con multiplicidad de funciones y sensible a cambios ambientales en el corto y largo plazo. Establecer la dinámica y la relación entre la cuenca alta, la laguna y el A°Valizas, es un requisito imprescindible para instrumentar planes de gestión de la cuenca tendientes a la incorporación del área a un sistema de áreas protegidas.

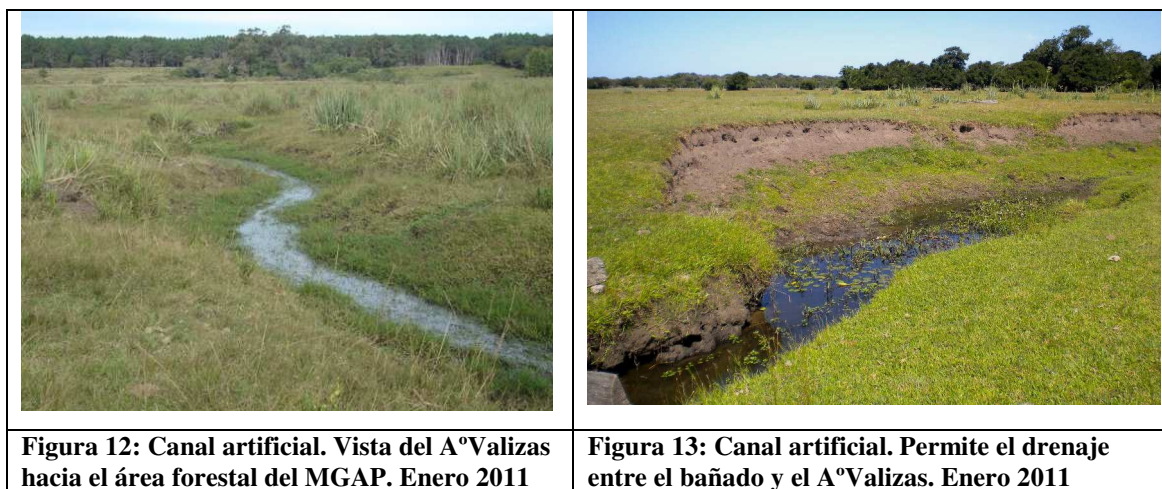
6.2.3. Importancia estratégica de la planicie del A°Valizas

Por su origen, su composición litológica y la multiplicidad de funciones ecosistémicas la planicie del A°Valizas es un territorio de gran valor funcional. Está conformada por materiales sedimentarios recientes poco consolidados, donde se desarrollan suelos poco profundos asociados a suelos Hidromórficos y Halomórficos (Chebataroff, *op. cit.*). Esta planicie está ocupada por praderas estivales densas y comunidades hidrófilas y psamófilas. Los montes nativos no se localizan en las márgenes del curso fluvial, esto se debe a la salinidad del flujo y a la migración lateral del curso.

		
<p>Figura 9: Erosión en margen derecha. Fotografías Enero 2011</p>	<p>Figura 10: Detalle de la terraza.</p>	<p>Figura 11: Erosión en la margen izquierda</p>

A nivel topográfico, presenta escasas diferencias altimétricas, lo que da origen a depresiones y estancamiento de agua. A pesar de la escasa pendiente, se reconocen tres vertientes al interior de la planicie, donde el escurrimiento superficial fluye hacia la Laguna de Castillos, al A°Valizas propiamente dicho y la otra vertiente drena hacia los bañados localizados a la entrada de la localidad Barra de Valizas.

Los registros aérofotográficos de la década del cuarenta evidencian las modificaciones en el escurrimiento superficial producto de la construcción de canales artificiales en los predios para acelerar el drenaje de los campos.



6.2.4. Contradicciones entre la oferta ambiental y el turismo.

La costa Rochense es una zona de creciente interés turístico, por su oferta ambiental y en especial por su amplio litoral costero. El turismo se ha desarrollado en el marco de un modelo urbanístico consolidado con infraestructura y servicios, como el que se brinda en La Paloma. Entre la décadas 80 y 90, los nuevos modelos de consumo estimulan la búsqueda de lugares más agrestes y surge el turismo alternativo. En ese contexto surgen balnearios como Punta del Diablo, Cabo Polonio y Barra de Valizas (MTyD, 2010). Estas localidades, en su origen fueron asentamiento de pescadores artesanales con escasa oferta de viviendas e inexistente infraestructura. En los últimos años, estos balnearios reciben durante la estación estival un alto número de turistas que demandan más infraestructuras y servicios.

En este escenario, Barra de Valizas en cada temporada incrementa el número de turistas. Esta localidad se ubica entre un campo dunar forestado y los humedales próximos a la desembocadura del A°Valizas. En la localidad viven en forma permanente aproximadamente 400 personas y hay 1200 viviendas las cuales carecen de saneamiento (INE, 2005). Por sus características topográficas, la zona presenta limitaciones para el crecimiento urbano, por lo que mantener la actividad turística en Barra de Valizas, implica necesariamente desarrollar un

modelo que contemple los nuevos requerimientos de servicios y las limitaciones físicas del balneario.

6.2.5. Necesidad de comprender la dinámica del A°Valizas

La dinámica del A°Valizas responde a una multiplicidad de factores locales y regionales. Por su localización, el curso cumple una doble función, como canal de desagüe de la Cuenca y punto de ingreso de agua oceánica.

A escala local, la dinámica fluvial afecta directamente al poblado de Barra de Valizas, porque el ascenso del nivel fluvial, provoca el enlentecimiento del drenaje del A°Valizas y la acumulación de agua en zonas bajas, provocando inundaciones dentro del pueblo y ascenso de las napas freáticas. Esta situación es aún más preocupante cuando las crecidas se producen durante la temporada estival donde el número de población es exponencialmente mayor.



Figura 14: Puerto natural sobre el A°Valizas. Enero 2011

Desde el punto de vista económico, la dinámica fluvial y los ciclos de cierre de la barra arenosa, afectan la actividad pesquera, ya que la desembocadura del A°Valizas se utiliza como puerto natural para pequeñas embarcaciones de pesca artesanal (Figura 14).

En la actualidad existen limitaciones para comprender la dinámica fluvial, fundamentalmente por la escasez ó falta de información básica, como por ejemplo

a nivel hidrológico y meteorológico, porque los cursos fluviales de la Cuenca de la Laguna de Castillos no están aforados y la red pluviométrica es insuficiente al existir una sola estación en la localidad 19 de Abril, cuyos registros son incompletos (DNM, 2006). Del punto de vista hidrológico, la información disponible sobre los ciclos de apertura y cierre de la barra es escasa y la aportan los pescadores y la población local de Barra de Valizas, porque no existen relevamientos sistemáticos de la dinámica anual en la desembocadura del arroyo.

Las variables nombradas son básicas para la elaboración de un plan de gestión del área que contenga propuestas a nivel local, lagunar y de cuenca (Rodríguez Gallego, *op. cit.*).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Migración lateral del A°Valizas. Descripción general de resultados

En la Tabla 11, se presentan los resultados obtenidos del cruce de coberturas vectoriales del canal fluvial del A°Valizas, digitalizadas a partir de los mosaicos ortogonalizados (1943, 1967, 1998, 2006).

	Casos (políg.)	Procesos	Superficie total (m ²)
Periodo 1 (P1)	30	Acreción	115.870
	26	Erosión	213.729
24 Años	56		329.599
Periodo 2 (P 2)	19	Acreción	72.395
	31	Erosión	279.774
31 años	50		352.169
Periodo 3 (P3)	29	Acreción	145.162
	30	Erosión	143.552
8 años	59		288.714

Con la intersección de coberturas se obtuvieron 165 polígonos, que representan la remoción de materiales producto de la acreción y la erosión de las márgenes. Estos polígonos cubren una superficie de 97 has (970.482 m²).

Como primer resultado se observa que las márgenes del curso han migrado visiblemente en 63 años, hecho que permite calcular la Tasa Global de Remoción Anual (TGRA)¹².

La Tasa Global de Remoción Anual se define como: el cociente entre la superficie total removida y el número total de años de la Serie (63 años). Para el cálculo se consideraron todas las superficies generadas por remoción, independiente al proceso que las origina (Acreción/Erosión) y se obtuvo una tasa de 1,54 has/año.

Tabla 12: Superficies Removidas por procesos de Acreción/Erosión

Superficie	Años	Acreción (m ²)	Erosión (m ²)	Total (m ²)	% Acreción	% Erosión
Periodo 1	24	115870	213728	329598	35	65
Periodo 2	31	72395	279774	352169	21	79
Periodo 3	8	145163	143552	288715	50	50
Total (m²)	63	333428	637054	970482	34	66
		TGAA (m²/a)	TGEA (m²/a)	TGRA (m²/a)		
		5292,51	10111,97	15404,48		
		TGAA (has/a)	TGEA (has/a)	TGRA (ha/a)		
		0,53	1,01	1,54		

TGAA- Tasa Global de Acreción Anual

TGEA- Tasa Global de Erosión Anual

TGRA- Tasa Global de Remoción Anual

Período comprendido entre 1943/2006

¹² TGRA- Tasa Global de Remoción Anual = Superficie del polígono/Nº de años

En la Tabla 12, se presentan los resultados correspondientes a las superficies de los polígonos en los subperiodos 1943/1967, 1967/1998 y 1998/2006, agrupados en función del proceso origen (Acreción/Erosión) e incluye la Tasa Global de Erosión Anual (TGEA) y la Tasa Global de Acreción Anual (TGAA).

Como primer resultado se establece que durante el período 1943/2006, el proceso erosivo provoca la removilización del 65% de los materiales (aprox. 63,70 has), con una TGEA de aprox. 1 has/año ($10.112 \text{ m}^2/63 \text{ años}$), mientras que el proceso de acreción alcanza una TGAA aproximada de 0,5 has/año ($5.292 \text{ m}^2/63 \text{ años}$).

En la Figura 15, se presentan las Tasas de Remoción Anual para los procesos de acreción/erosión en cada período, en la gráfica se observa que durante 1943/1967 (P1) y 1967/1998 (P2) las TRA producto de la erosión son superiores, tendencia que se modifica durante 1998/2006 (P3), donde las TRA por erosión y acreción se igualan.

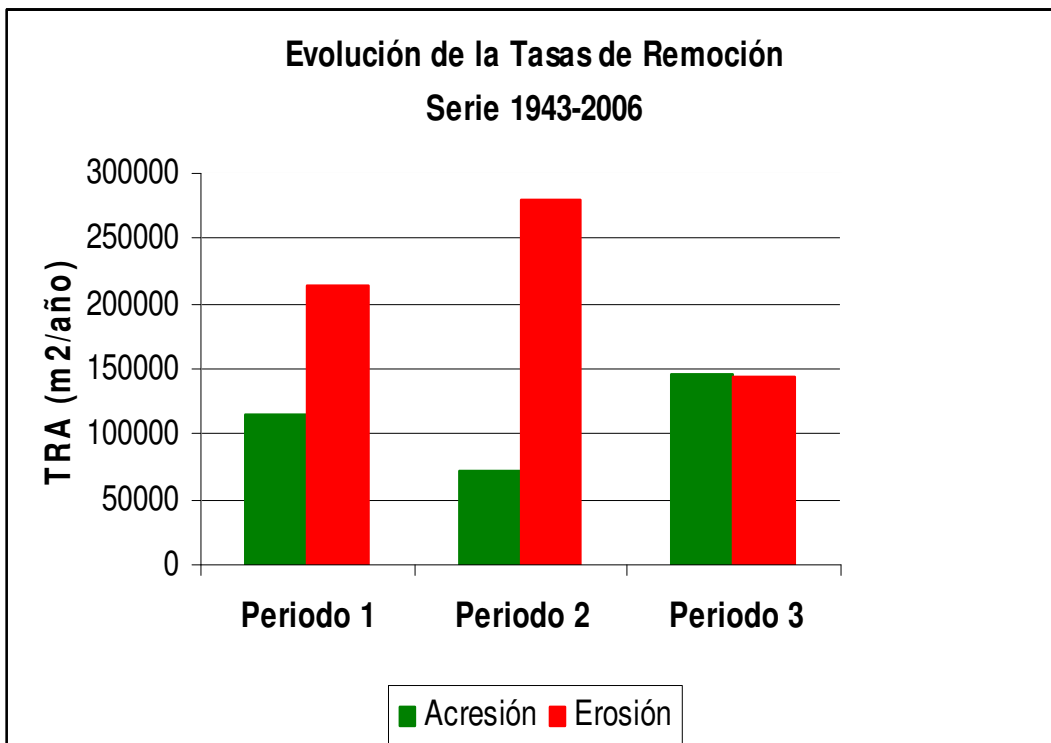


Figura 15: Tasas de Remoción anual de Acreción/Erosión

Otra forma de cuantificar la migración lateral es calcular la migración longitudinal de las márgenes, para obtener el Rango de Migración Lateral (m/a) como lo propone Micheli (Micheli, *op.cit.*).

En la Tabla 13, se presentan los Rangos de Migración Lateral¹³ (RML) por acreción y erosión, calculados para cada corte temporal. Los RML, así obtenidos, presentan un comportamiento muy similar entre sí, independiente al proceso que los origina (Acreción/Erosión), a lo largo de los periodos P1 y P2, con rangos en el entorno de 0,35 m/año, mientras que los RML por Acreción/Erosión, durante el periodo P3 se incrementan y superan el 1m/año.

Tabla 13: Rangos de Migración Lateral entre periodos

Periodos	Años	Acreción (m ²)	Acreción (m/a)	Erosión (m ²)	Erosión (m/a)
1934/1967 (P1)	24	115870	0,38	213728	0,45
1967/1998 (P2)	31	72395	0,25	279774	0,37
1998/2006 (P3)	8	145163	1,08	143552	1,05
	63				

Rango de Migración Lateral (m/a)

Como primera aproximación, se observa que los RML por la erosión son mayores a lo largo de los dos primeros períodos (Tabla 13). Mientras que en el tercer periodo, los RML por acreción se intensifican y alcanzan a 1,08 m/año, al igual que los RML por erosión que alcanzan a 1,05 m/año.

En la Figura 16, se destaca el comportamiento de los RML por acreción que prácticamente se triplican (2.8 veces) entre 1943/2006 y se establece que los procesos de acreción se intensifican 4.5 veces entre 1998/2006. En cambio, los RML por erosión prácticamente se triplican (2.6 veces) entre 1943/2006.

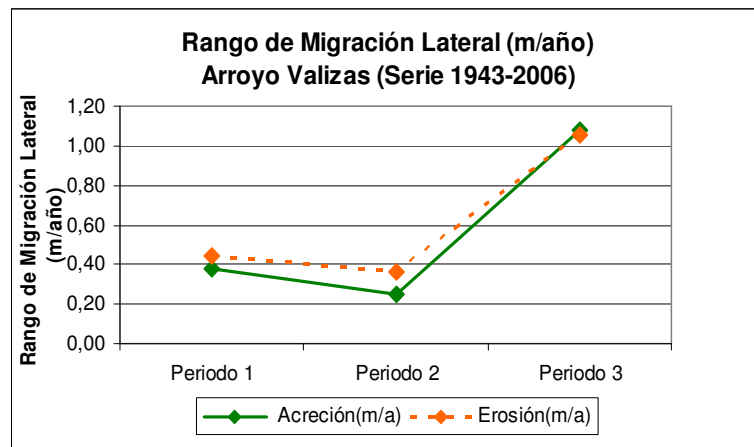


Figura 16: Comportamiento de RML por Acreción/Erosión

En síntesis:

- La Tasa Global de Remoción Anual para la serie 1943/2006 es de 1,5 ha/año.
- La Tasa Global de Remoción por Acreción es de 0,5 ha/año para igual periodo

¹³ Rangos de Migración Lateral: Superficie del polígono/(1/2 perímetro X N° años considerados)

- La Tasa Global de Remoción por Erosión es de 1 ha/año para igual periodo

Esto se traduce a nivel de migración lateral en:

- un RML por acreción de 0,57 m/año y
- un RML por erosión de 0,62 m/año.

En la Figura 17, se observa ensanchamiento del canal con un desplazamiento lateral de 22 metros promedio a lo largo del curso. El proceso de ensanchamiento no ha sido uniforme en el tiempo, como se observa en la Figura 17, donde se evidencia un salto 1967/1998, donde el ensanchamiento promedio fue de 13 m.

Tabla 14: Ancho medio del Canal (m)

Año	Ancho Canal (m)
1943	37,5
1967	43,6
1998	56,8
2006	59,8

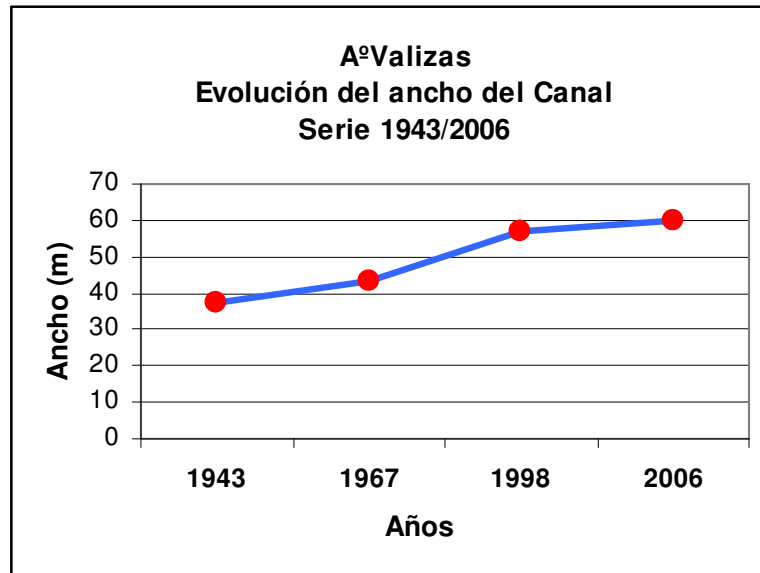


Figura 17: Evolución del ancho del canal

El ensanchamiento puede responder a una multiciplidad de causas, como por ejemplo: al incremento del caudal del A°Valizas debido al aumento de las precipitaciones en la cuenca de la Laguna de Castillos y/ó al incremento de los aportes de agua proveniente del mar, como a la reducción de la infiltración debido a cambios en el uso del Suelo (Céspedes *et al*, 2009).

7.1.1. Selección de la variable

La migración lateral del curso en los diferentes periodos, es producto de los procesos de acreción y erosión, que responden a las variaciones del caudal y de la carga de sedimentos que transporta a lo largo del tiempo (Richards, *op.cit.*; Christofolletti, *op.cit.*). Hay diferentes trabajos que abordan esta temática, por ejemplo los realizados por Constantine (2009), que determina el rango de erosión de los meandros e introduce la técnica de la fotogrametría para el

registro de las variaciones laterales, siendo éste antecedente relevante para ajustar el método de trabajo en esta investigación.

La información generada, se puede analizar considerando la Tasa de Remoción Anual (TRA en m²/año) o el Rango de Migración Lateral (RML en m/año) y para optar por la más adecuada, se analiza el grado de correlación entre variables. Obteniéndose como resultado una alta correlación con un R²= 0,71 para un 95% de nivel de confianza.

En la Figura 18 se presenta el gráfico con la correlación entre la TRA/RML, por lo que se decide trabajar con los RML.

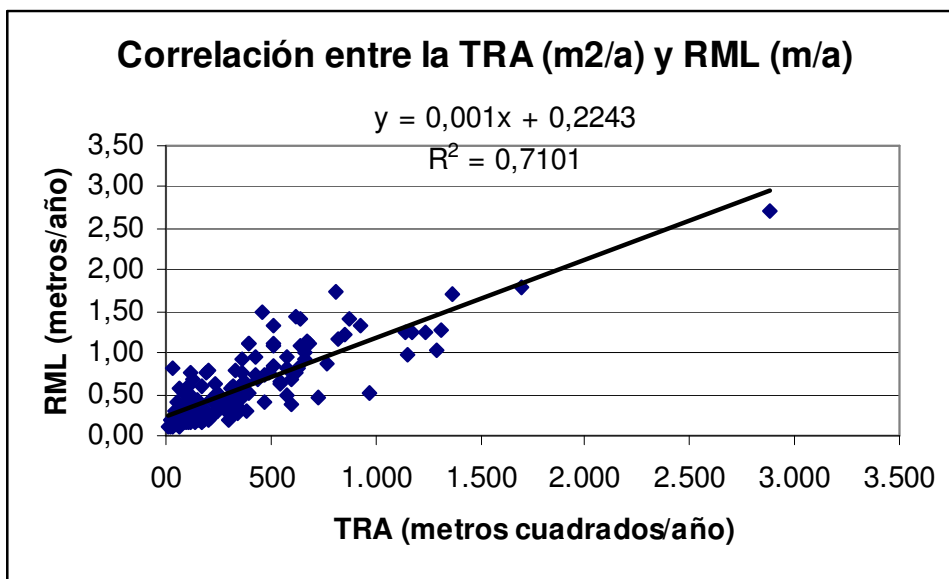


Figura 18: Correlación entre la TRA y RLM

7.1.2.

Descripción de los datos de RML

En la Tabla 15, se resumen las características de las 6 series de RML, que a nivel estadístico son independientes y desiguales (\neq N° de datos).

Para comparar las series de RML y establecer si entre ellas existen diferencias significativas a nivel estadístico, se evalúa previamente el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, para poder aplicar el Test de Análisis de Varianza para un factor-ANOVA (Pérez, *op. cit.*; Hsu, 1981).

Para estudiar los supuestos de normalidad, se aplica el Test Bondad de Ajuste de Kolmogorov-Sminiv, para un conjunto con N= 165 datos de RML, a un nivel de confianza del 95% y el Test de Levene para analizar el comportamiento de las varianzas de las series.

Tabla 15: Descripción estadística de la serie de datos de RML (1943/2006)

RML (m/año)	Acreción (P1)	Erosión (P1)	Acreción (P2)	Erosión (P2)	Acreción (P3)	Erosión (P3)
Nombre de Serie	101	102	201	202	301	302
Nº de Casos	26	30	31	19	30	29
Media	0,4177	0,3883	0,3545	0,2384	0,9790	0,9993
Límite inferior	0,3242	0,2718	0,2920	0,1550	0,7431	0,83690
Límite superior	0,5112	0,5048	0,4170	0,3219	1,2149	1,1618
Media recortada al 5%	0,3927	0,3461	0,3377	0,2082	0,9122	0,9800
Mediana	0,4100	0,2900	0,3100	0,1800	0,8150	1,0200
Varianza	0,054	0,097	0,029	0,030	0,399	0,182
Desv. típ.	0,23138	0,31200	0,17035	0,17315	0,63186	,42707
Mínimo	0,13	0,11	0,17	0,11	0,16	0,29
Máximo	1,27	1,74	0,88	0,91	3,03	2,14
Rango	1,14	1,63	0,71	0,80	2,87	1,85
Amplitud intercuartil	0,22	0,19	0,19	0,11	0,66	0,51
Asimetría	2,033	3,061	1,566	3,539	1,863	0,539
Curtosis	6,638	11,960	2,443	14,061	4,084	0,586
Error típico	0,04538	0,05696	0,03060	0,03972	0,11536	0,07931

Como resultado en la Tabla 16, se establece que las series no cumplen el supuesto de normalidad, ni cumplen el supuesto de homogeneidad de varianza, tras aplicar el test de Levene¹⁴ y el de Kruskal-Wallis¹⁵.

Tabla 16: Pruebas de Bondad de Ajuste

Series RML	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
101	0,239	30	0,000	0,684	30	0,000
102	0,175	26	0,039	0,831	26	0,001
201	0,300	19	0,000	0,562	19	0,000
202	0,188	31	0,007	0,848	31	0,000
301	0,113	29	0,200	0,965	29	0,429
302	0,166	30	0,034	0,823	30	0,000

Pruebas de Normalidad del RML

Para levantar estas restricciones se aplica una transformación logarítmica a los RML (ln), como sugiere la bibliografía especializada previo a la aplicación de Test No- Paramétrico (Arriaza *et al, op. cit.*). La transformación logarítmica de los datos se justifica porque permite reducir las variaciones internas de los datos, mejorando la distribución de los mismos, y sí las restricciones se levantan, se está

¹⁴ Test de Levene, se utiliza para datos que siguen una distribución normal.

¹⁵ Test de Kruskal- Wallis para datos que no siguen una distribución normal

en condiciones de comparar las medias poblacionales de las series aplicando una ANOVA de un factor (Norusis, *op. cit.*).

En la Tabla 17, se muestran los resultados de la aplicación de las pruebas de Bondad de Ajuste y Homocedasticidad, luego de transformados los datos (LnRML).

Como las series entre sí no tienen el mismo número de datos (\neq N° de datos), se aplican el Test Brown y Forsythe (1974) y Welch (1936) para analizar el comportamiento de las Varianzas (Day y Quinn, 1989).

Como resultado se pudo establecer que los datos transformados de RML (LnRML), cumplen los supuestos de normalidad y

homocedasticidad, al 95% de nivel de confianza. Por lo tanto, se procede a utilizar los datos de RML transformados (LnRML) para aplicarles una ANOVA

Tabla 17: Pruebas de Bondad de Ajuste RML
Pruebas de normalidad RML Transformado

Series Ln(RML)	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
101	0,104	30	0,200 [*]	0,966	30	0,433
102	0,122	26	0,200 [*]	0,968	26	0,560
201	0,159	19	0,200 [*]	0,856	19	0,009
202	0,103	31	0,200 [*]	0,958	31	0,266
301	0,136	29	0,184	0,952	29	0,205
302	0,081	30	0,200 [*]	0,974	30	0,646

a. Corrección de la significación de Lilliefors

7.1.2.1. Comparación entre los RML de Acreción y de Erosión

Al explorar los datos de RML por acreción y erosión, surgen preguntas que se intentan responder en los sucesivos items:

- ¿Existen diferencias significativas entre los RML producto de procesos de erosión/acreción?

Para establecer si existen diferencias significativas entre los RML por Erosión/Acreción durante el período 1943/2006, se realiza la Prueba T

Hipótesis:

Ho: RML de Acreción = RML de Erosión en 63 años

H1: RML de Acreción \neq RML de Erosión en 63 años

Tabla 18: Pruebas de Bondad de Ajuste LnRML

Estadísticos de grupo				
Series RML (LnRML)	N	Media	Desv. Típica	Error típ. (media)
Erosión	77	-0,8468	0,79932	0,09109
Acreción	88	-0,7794	0,66869	0,07128

Prueba T muestras independientes

Resultado de la Prueba Levene de igualdad de varianzas: $F_{(2/165)} = 7,863$, $p < 0,05$, como el resultado del Test es inferior a $\alpha = 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, por lo que:

RML Acreción \neq RML de Erosión

En el periodo 1943/2006 los RML por Erosión fueron superiores a los RML por Acreción. El hecho que la erosión sea mayor a lo largo de los 63 años, se evidencia en el ensanchamiento del canal. Este proceso indica un incremento de la energía en el sistema fluvial, probablemente debido al aumento del caudal.

Este comportamiento coincide con lo planteado por diferentes investigadores, que explican la migración lateral fluvial, como la respuesta en el ajuste de las variables que modifican el canal (Chorley, *op. cit.*; Leopold y Wolman, *op. cit.*) y se relacionan con la variación del flujo, la pendiente y la litología del cauce, que modifican la forma del canal para que en su recorrido el flujo realice el mínimo trabajo. Las características litológicas de la planicie del A°Valizas favorecen la migración lateral ya que el sustrato está formado por sedimentos limo arenosos poco consolidados y suelos poco profundos (Preciozzi, *et al. op. cit.*).

Si bien se pudo comprobar que la erosión lateral a lo largo de 63 años ha sido más intensa, no es menos cierto que los procesos de acreción también han registrado un incremento (Tabla 13), donde la acreción varía de 0,38 m/a entre 1943/1967 a 1,08 m/a entre 1998/2006.

Esto sugiere que el curso se encuentra en un cierto equilibrio entre los procesos, para confirmar esta hipótesis se procede a analizar el comportamiento de los RML (acreción/erosión) entre periodos.

7.1.1.2. Comparación entre los RML entre periodos

- ¿Existen diferencias significativas en los RML entre periodos, independiente al proceso que los genera?

Para realizar la comparación, se aplica Análisis de Varianzas de un Factor (ANOVA) para un nivel de confianza del 95% (Descriptivo en Anexo II-Tablas de RML).

Hipótesis:

$$H_0: RML_{P1} = RML_{P2} = RML_{P3}$$

$$H_1: RML_{P1} \neq RML_{P2} \neq RML_{P3}$$

Resultado del ANOVA, para una población de $N=164$, siendo el estadístico $F= 73,577_{(5/164)}$, se obtiene como resultado que $p<0.05$, por lo tanto, se puede asumir que las series son significativamente distintas (Tabla 19).

Tabla 19: ANOVA para los Ln(RML) entre periodos

ANOVA Ln(RML)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	41,718	2	20,859	73,577	0,000
Intra-grupos	45,927	162	0,284		
Total	87,645	164			

ANOVA para RML entre periodos

La diferencia significativa entre los periodos se mantiene al aplicar el Test Welch¹⁶ y el Test de Brown-Forsythe¹⁷. Se rechaza la Hipótesis nula, y se acepta la Hipótesis alternativa.

$$H_1: RML_{P1} \neq RML_{P2} \neq RML_{P3}$$

A las series de datos, se les aplica el análisis Post-Hoc de la ANOVA, para evaluar como se agrupan y se aplican el Test de Tukey y el Test de Scheffé. Como resultado se obtiene que los RML para los periodos 1943/1967 y 1967/1998 se comportan como subconjuntos homogéneos, mientras que los RML correspondientes al período 1998/2006 difiere significativamente para $\alpha= 0,05$ (Ver Anexo II- Tablas de RML).

De la comparación de la Acreción/Erosión entre periodos, se distinguen dos momentos claros, antes y después de 1998, por el incremento de los procesos de remoción de materiales, con un rango de 1m/año de migración lateral (Figura 19).

¹⁶ Test Welch¹⁶ para muestras desbalanceadas.

¹⁷ Test de Brown-Forsythe para muestras desbalanceadas con $N < 30$ datos.

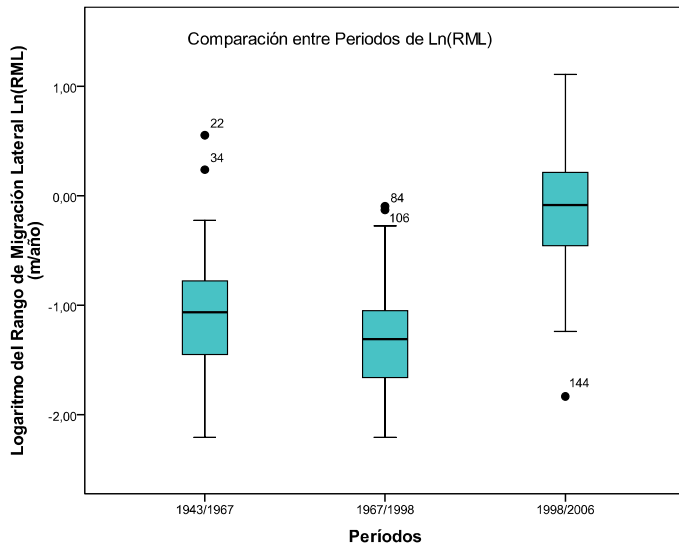


Figura 19: Subconjuntos homogéneos entre periodos (Test Turkey)

Como factor externo, el aumento del caudal puede responder al incremento de las precipitaciones en la cuenca durante el último periodo (1998/2006); por ese motivo se analiza la evolución de las precipitaciones en la cuenca, cuyos resultados presentan en los próximos ítems.

También es posible que el incremento de caudal, responda a eventos extremos de precipitaciones (IPPC, 1996), que afecten excepcionalmente a la cuenca del A°Valizas pero que no impliquen cambios en el regimen de precipitaciones.



Figura 20: Vista del Cabo Polonio desde el Cerro Bella Vista. Mayo 2007



Figura 21: Vista del A°Valizas desde la vertiente sur. Mayo 2007

Otra causa posible del aumento del caudal, se debe a modificaciones en el balance hídrico por cambio en el balance infiltración/escurrimiento, debido a cambios en el Uso del Tierra (Céspedes et al, *op. cit.*).



Figura 22- Vista de las márgenes del A° Valizas próximo a la desembocadura. Enero 2011

Las variaciones del caudal pueden responder también, al aumento del ingreso de agua del mar, debido a: la intensificación de eventos de tormenta que elevan el nivel del mar por la acción del viento y favoreciendo el ingreso de agua al A°Valizas; a cambios de la dirección de los trenes de olas respecto a la costa que afecten la dinámica de apertura y cierre de la barrera arenosa del A°Valizas; y al aumento de vegetación en los campos de dunas provocando la reducción el volumen de sedimentos arenosos que se movilizan en la zona litoral activa- ZLA (De Álava, 1992). Estos sedimentos son transportados por el viento y/o la corriente de deriva litoral, por lo cual se endentecería el cierre de la barra, favoreciendo el ingreso de agua del mar a la Laguna (Panario y Piñeiro, *op. cit.*, Gutiérrez, *op. cit.*).



Figura 23: Fondo del Sistema Dunar del Cabo Polonio. Enero 2011

7.1.2.3. Comparación de los RML por Acreción y Erosión entre periodos

¿Cómo se comportan los RML al compararlos entre sí, en función del tiempo y proceso el proceso que los origina?

Para responder a esta pregunta se plantea:

$$H_0: RML_{Acp1} = RML_{Acp2} = RML_{Acp3} = RML_{Erp1} = RML_{Erp2} = RML_{Erp3}$$

$$H_1: RML_{Acp1} \neq RML_{Acp2} \neq RML_{Acp3} \neq RML_{Erp1} \neq RML_{Erp2} \neq RML_{Erp3}$$

Se aplica un ANOVA, para una serie de N=164 y un nivel de confianza del 95%, cuyo estadístico es $F= 32,62_{(5/164)}$, y se obtiene como resultado que $p < 0,05$, por lo tanto, se puede asumir que las series presentan diferencias significativas, para un $\alpha=0,05$. (Ver Anexo II-Tablas de RML).

Tabla 20: Pruebas Post Hoc

Series	Log (RML)			
	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Acreción (201)	19	-1,5668		
Acreción (101)	30		-1,1437	
Erosión (202)	31		-1,1296	
Erosión (102)	26		-1,0005	
Erosión (302)	30			-0,1928
Acreción (301)	29			-0,1000
Sig.		1,000	0,916	0,987

Subconjuntos de los RML entre periodos

Como se obtienen diferencias significativas, se realizan pruebas Post Hoc, utilizando el Test de Tukey, de allí se obtiene que las series de RML, presenten diferencias entre los procesos que los originan (Tabla 20).

Los procesos de acreción son los que presentan mayor variabilidad en todos los periodos, mientras que la erosión entre 1943/1967 y 1967/1998 presenta un comportamiento similar, con tendencia a incrementarse (Figura 24).

Resultados: Se rechaza la hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa.

$$H_1: RML_{Acp1} \neq RML_{Acp2} \neq RML_{Acp3} \neq RML_{Erp1} \neq RML_{Erp2} \neq RML_{Erp3}$$

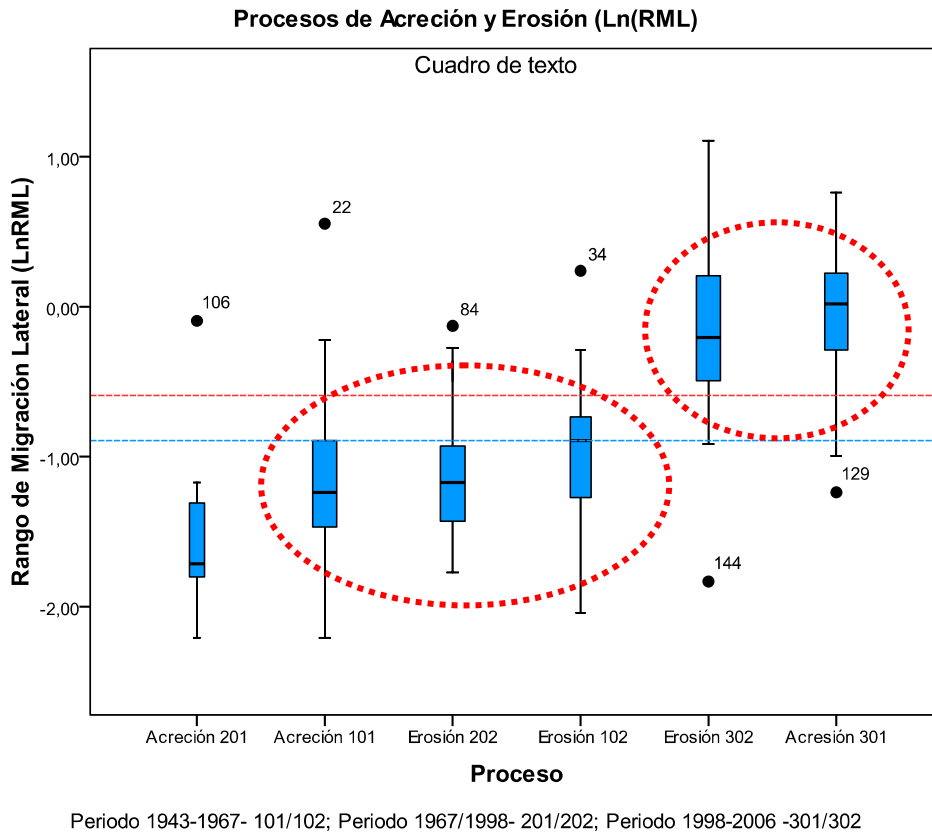


Figura 24: Agrupamiento de RML por procesos y periodos

Se estudia el comportamiento Post-Hoc y se obtiene que:

- los RML por Acreción: no presentan un patrón de agrupamiento.
- los RML por Erosión: existe un agrupamiento en dos períodos 1943/1967 y 1967/1998
- los RML comparados entre sí: Se observan dos subconjuntos que responden a cambios temporales y no a los procesos que los originan

Los resultados obtenidos reafirman que en el último período (1998/2006), los procesos de removilización de materiales se activan. Por lo que se podría estar frente a un sistema donde las fuerzas estén compensadas, y además se esté produciendo un incremento de caudal y sedimentos transportados por el curso. El aumento de sedimentos puede provenir de la alta cuenca o pueden responder al ingreso de sedimentos provenientes del mar, lo que explicaría la formación de nuevas áreas de acumulación a lo largo del curso fluvial.

7.1.2.4. Comparación entre los RML por Erosión en función de las márgenes.

- ¿Los procesos de erosión afectan a ambas márgenes con la misma intensidad?

Se busca establecer si existen diferencias entre los RML producto de la erosión en función de las márgenes del curso. Se toman los datos de RML por erosión (N= 87 datos) distribuidos en tres series en función de las márgenes y los periodos establecidos. A las márgenes derechas erosionadas se denominan EDE y a las márgenes izquierds EIZ. Se analizan las tres series de Ln (RML) para comparar si los RML por erosión afectan en forma similar a ambas márgenes.

Se plantea la siguiente hipótesis:

Ho: Erosión derecha (EDE) = Erosión izquierda (EIZ)

H₁: Erosión derecha ≠ Erosión izquierda

Por lo que:

Ho: EDEp1 = EDEp2 = EDEp3 = EIZp1= EIZp2= EIZp3

H₁: EDEp1 ≠ EDEp2 ≠ EDEp3≠ EIZp1 ≠ EIZp2 ≠ EIZp3

Al realizar la ANOVA, se obtiene que para una serie de N=87, F= 12,110_(5/81), y p<0,05, los periodos presentan entre sí diferencias significativas. (Ver Anexo II- Tablas de RML).

Tabla 21: Pruebas Post Hoc de Erosión

LnRML de la Erosión en función de las márgenes			
Series de RML	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
2EDE (P2)	15	-1,1462	
2EIZ (P2)	16	-1,1140	
1EDE (P1)	12	-1,0525	
1EIZ (P1)	14	-09560	
3EDE (P3)	15		-0,3520
3EIZ (P3)	15		-0,0335
Sig.		0,921	0,568

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Pero al analizar la Tabla 21, se verifica que no existe diferencias significativas entre la erosión en función de las márgenes del canal y que el agrupamiento aquí expresado responde a la intensificación del proceso erosivo durante 1998/2006, en ambas márgenes.

Se pudo observar que ambas márgenes son sensibles al proceso de erosión, por lo que se puede asumir que el curso se ha estabilizado si se consideran que se incrementaron conjuntamente los procesos de acreción/erosión.

7.1.3. Análisis espacial de los RML a lo largo del A°Valizas

En este ítem se estudia el comportamiento espacial de los RML, a lo largo del A°Valizas. Para este estudio se utilizan todos los RML producto de la erosión a lo largo de los 63 años considerados. La selección de datos se justifica porque se ha establecido en los ítems anteriores que los RML por erosión han sido mayores a lo largo del total de tiempo analizado.

Al analizar el comportamiento espacial de los RML surgen dos nuevas preguntas:

- a) ¿qué ocurre a lo largo del curso con los RML?,
- b) ¿se puede zonificar el curso en función de los RML?

Tabla 22: Resultados del Análisis Jerárquico de Cluster

Conglomerado 1				Conglomerado 2			
Código ¹⁸	Clu	Vanual	RML	Código	Clu	Vanual	RML
3EIZ4	82	172	0,61	2EIZ1	27	161	0,19
3EDE11	60	232	0,62	2EDE1	35	179	0,19
1EIZ8	25	542	0,63	1EDE1	1	136	0,19
3EDE9	72	375	0,65	2EIZ8	41	65	0,20
3EDE8	71	366	0,75	2EIZ12	52	159	0,20
1EIZ7	24	486	0,75	2EDE12	48	159	0,20
2EIZ16	51	623	0,76	2EIZ3	38	63	0,22
3EIZ13	77	191	0,76	2EDE9	46	209	0,22
3EDE10	59	629	0,82	1EDE3	6	69	0,22
3EDE15	64	32	0,82	EIZ11	15	104	0,24
2EDE14	50	766	0,88	1EDE6	9	83	0,24
3EIZ2	80	363	0,92	2EIZ5	37	80	0,26
3EIZ3	81	428	0,94	2EDE5	40	337	0,26
3EIZ9	87	1.152	0,98	2EIZ2	28	161	0,27
3EDE1	58	668	1,13	2EDE3	29	50	0,29
3EIZ14	78	2.877	2,70	2EDE2	31	240	0,29
3EIZ15	79	1.052	3,03	1EIZ2	19	184	0,30
		Media	1,04	2EIZ6	30	292	0,30
				1EIZ13	17	162	0,30
				2EDE8	44	240	0,31
				2EIZ7	39	384	0,31
				2EIZ13	45	155	0,32
					Media	0,25	

Código Toponímico
 Nº de Serie de datos
 EDE/EIZ- Erosión
 derecha/izquierda
 Posición del punto respecto a
 la laguna

Resultados Análisis Jerárquico de Cluster (Método de Ward)

Para contestar estas preguntas, se realiza un Análisis de Conglomerados Jerárquicos (Tabla22) que permite discriminar grupos en función de la similitud existente entre los valores y la distancia entre los cluster (conglomerados). El análisis de cluster se realiza conjuntamente a las tres series, donde se consideraron 87 datos de RML. Para se utiliza el método de aglomeración de Ward (SSPS. 17) que utiliza la Distancia Euclideana al Cuadrado para separar a los conglomerados.

Como resultado, se observan dos conglomerados (Figura 25), separados por la intensidad del proceso de

erosión, como a cada polígono de RML se le asignó un código compuesto esto permite su localización a lo largo del curso con apoyo del SIG.

¹⁸ 3EDE10: Se genera entre 1998/2006, el proceso es erosión en la margen derecha y el el 10º polígono tomando como origen la Laguna de Castillo.

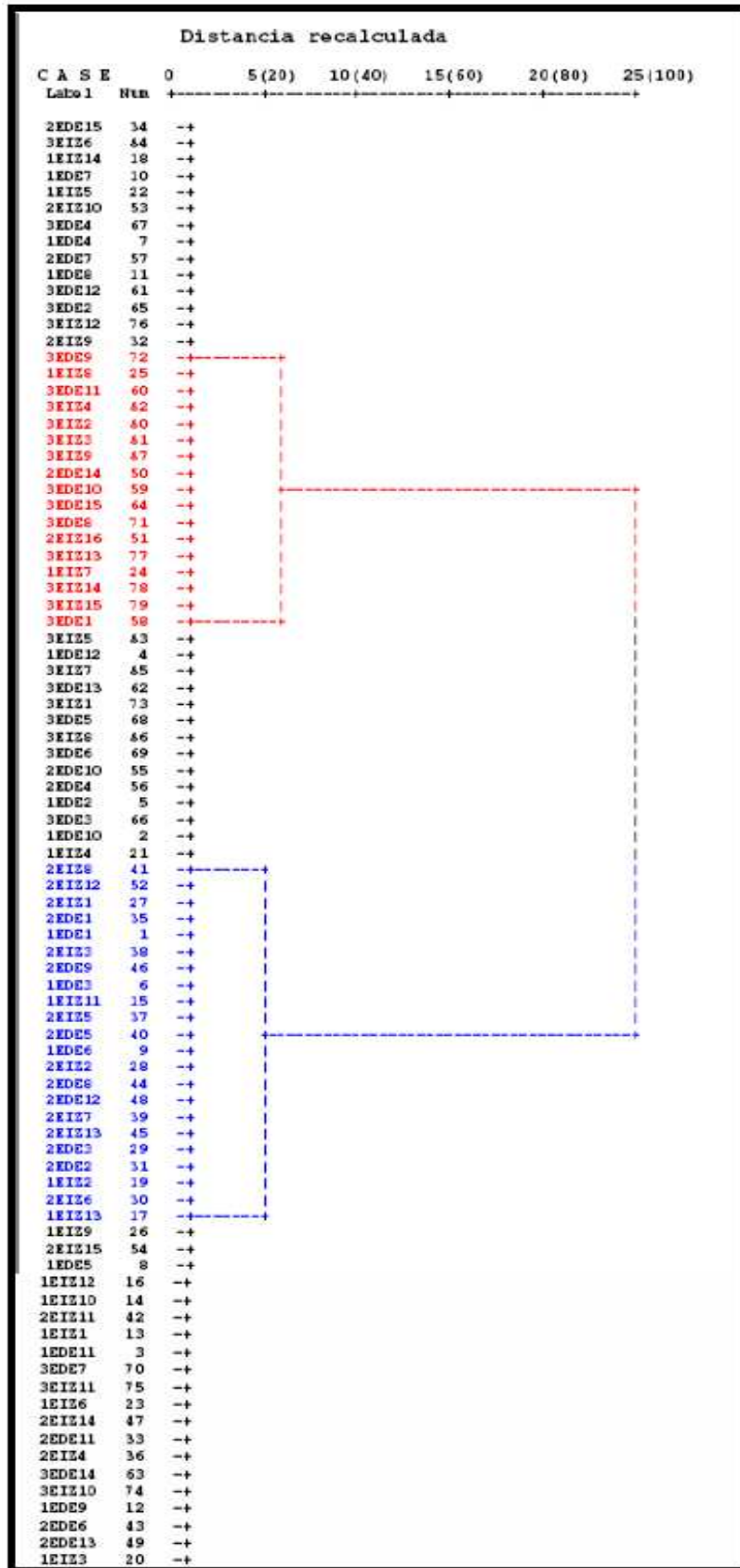
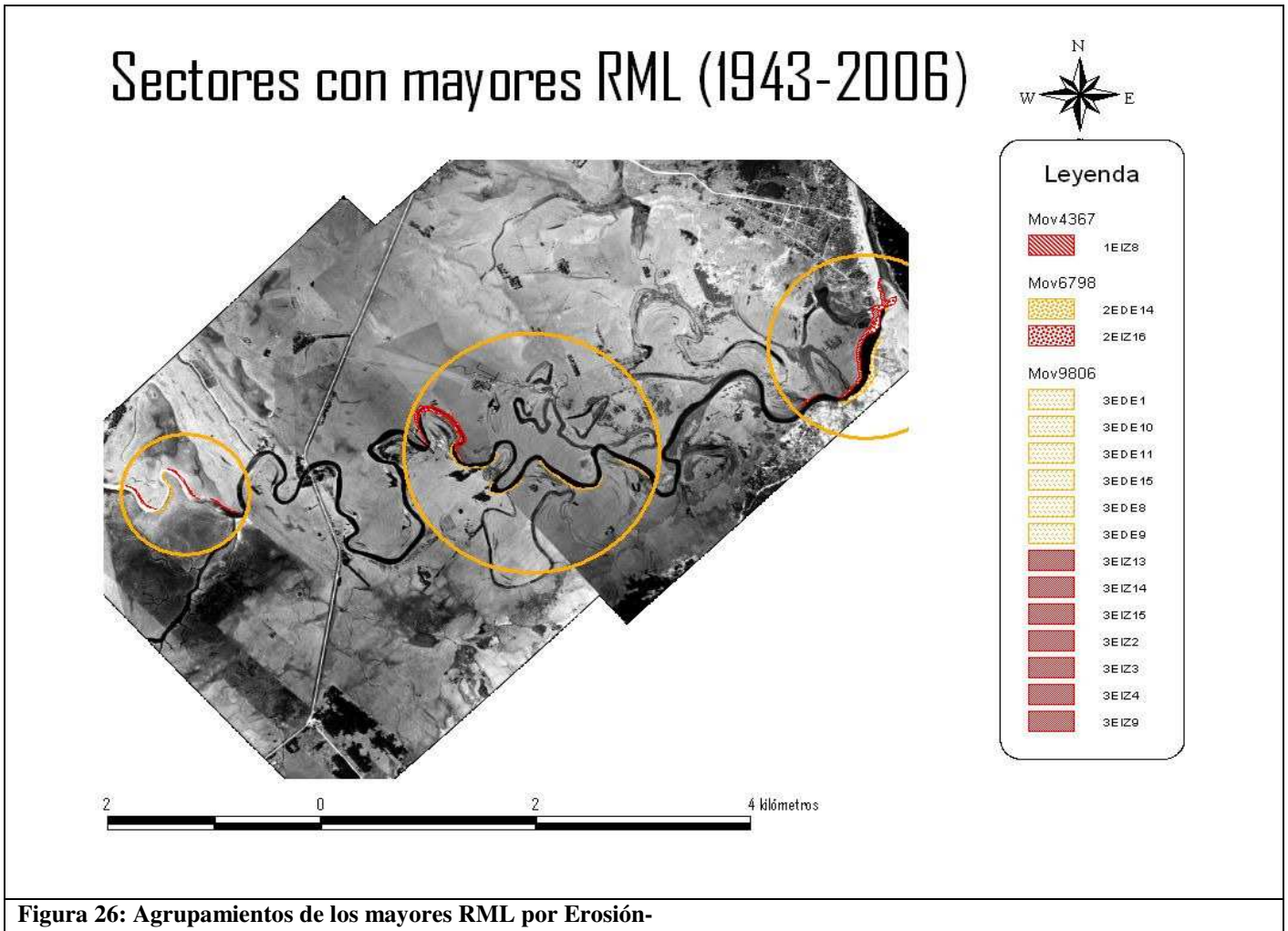


Figura 25: Dendrograma (Método de Ward)

Posteriormente se localizan los 17 polígonos que componen el Conglomerado 1 (Tabla 22), identificándose las zonas de mayor erosión a lo largo del curso. Con este procedimiento se identifica un patrón espacial de distribución de erosión longitudinal del A°Valizas para cada periodo y como resultado se individualizan tres sectores de máxima erosión (Figura 26- Mapa de localización de los mayores RLM por erosión).



En la Tabla 23, se presentan los datos que integran cada sector a lo largo del curso del A°Valizas, cada sector identificado presenta características que se describen a continuación.

Tabla 23: Distribución espacial del conglomerado.

Código	RML	Sector
3EIZ4	0,61	Sector A
3EIZ2	0,92	Sector A
3EIZ3	0,94	Sector A
3EDE1	1,13	Sector A
3EDE11	0,62	Sector B
1EIZ8	0,63	Sector B
3EDE9	0,65	Sector B
3EDE8	0,75	Sector B
1EIZ7	0,75	Sector B
3EDE10	0,82	Sector B
3EIZ9	0,98	Sector B
2EIZ16	0,76	Sector C
3EIZ13	0,76	Sector C
3EDE15	0,82	Sector C
2EDE14	0,88	Sector C
3EIZ14	2,70	Sector C
3EIZ15	3,03	Sector C

En el Sector A, ubicado próximo a la Laguna de Castillos, se localizan cuatro datos de RML, los cuales oscilan entre 0,6 a 1,10 m al año y se originaron durante el periodo 1998/2006 (Ver Figura 27). Este sector del curso tiene un índice de sinuosidad de 1,70 (Leopold, 1973) ya que este sector mide en línea recta 1100 m y el largo alcanza a los 1875 m.

A ambas márgenes se ubica una depresión asociada, con presencia semipermanente de agua a lo largo del año y donde se desarrolla vegetación hidrófila y arbustiva (Ver Figura 27). Mientras que la margen izquierda evidencia mayor actividad erosiva.

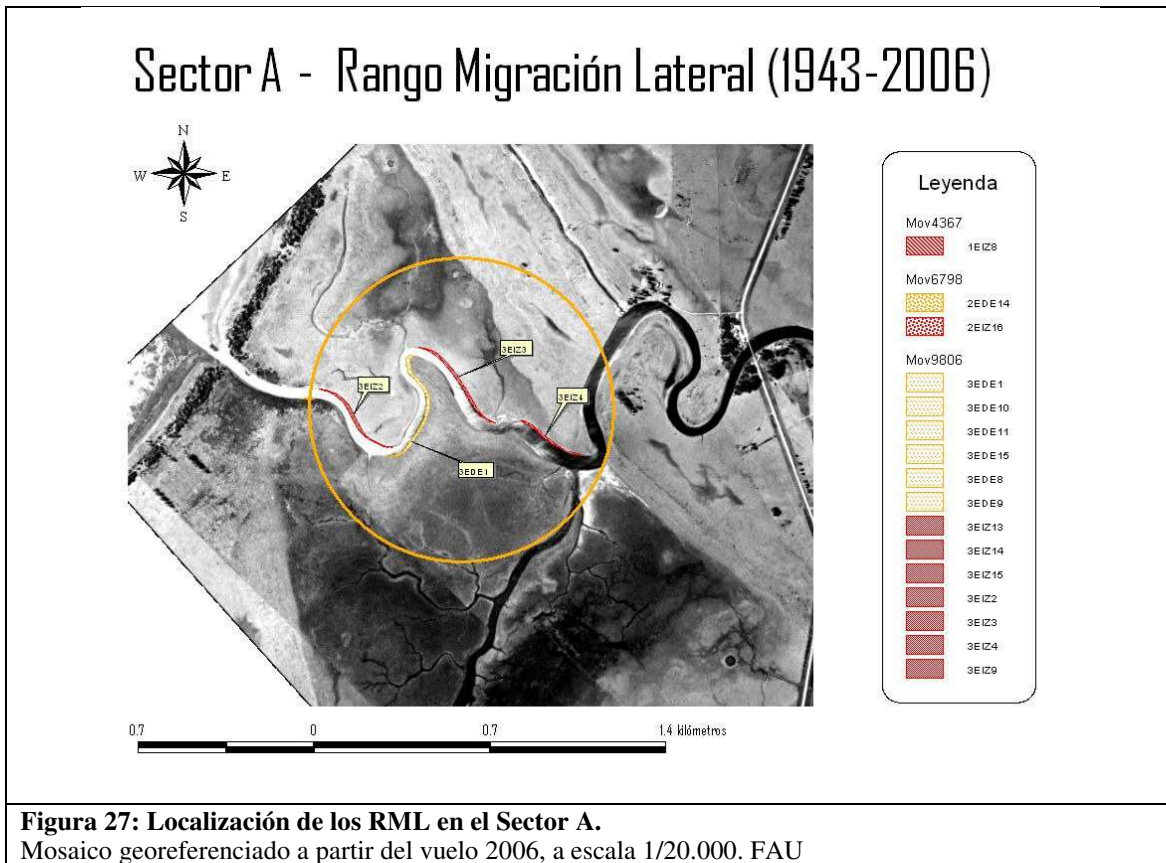


Figura 27: Localización de los RML en el Sector A.
Mosaico georeferenciado a partir del vuelo 2006, a escala 1/20.000. FAU



Figura 28: Vista de la margen izquierda del Sector A. –Fotografía: Gabriela Fernández, enero 2008

El Sector B, se ubica aproximadamente 1100 m aguas abajo del puente sobre la Ruta N° 10; este sector se extiende en línea recta 2200 m y el largo real del tramo alcanza los 4800 m, siendo el sector de mayor sinuosidad con un índice de 2,09 (Ver Figura 30- Sector B).

El Sector B está compuesto por 7 datos del Conglomerado 1 (ver Tabla 23); de los cuales, dos RML se originaron durante 1943/1967 y los restantes entre 1998/2006, aquí los rangos de erosión oscilan entre 0,60 a 0,98 m al año.

En la zona aledaña a este tramo del curso, se ubica una planicie con microrelieves, que se intercala con meandros abandonados, lagunas aisladas, point bars, mientras que domina la vegetación de praderas.



Figura 29: Vista panorámica del Sector B. Fotografía: Gabriela Fernández, mayo 2009

Sector B- Rango Migración Lateral (1943-2006)

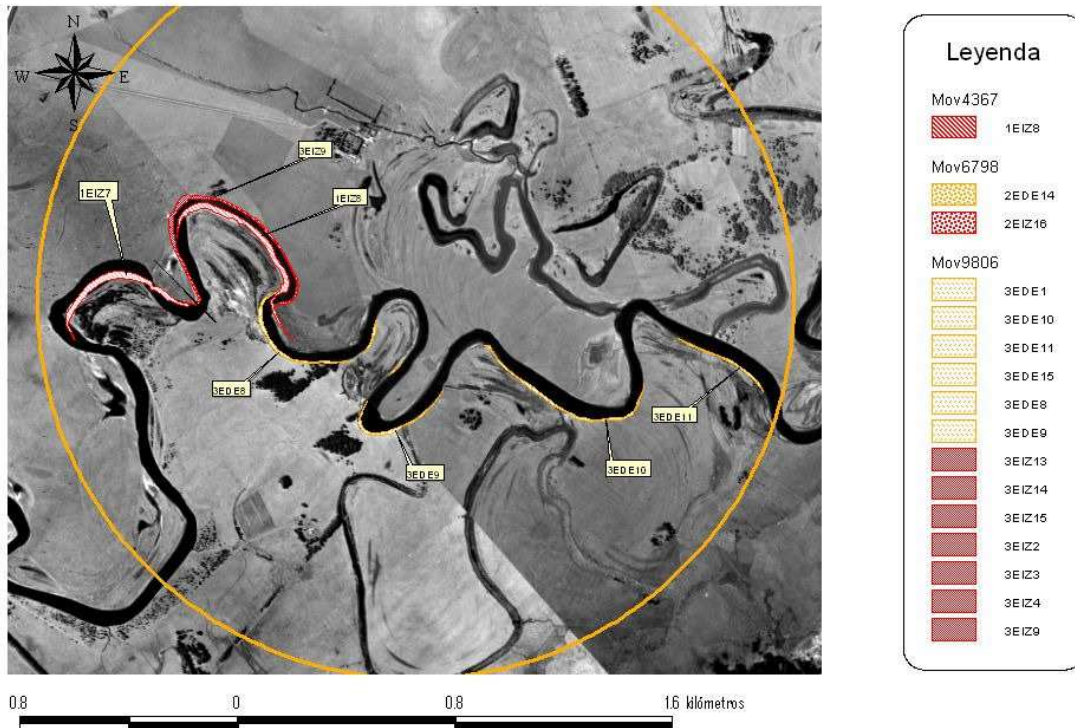


Figura 30: Localización de los RML en el Sector B.

Mosaico georeferenciado a partir del vuelo 2006, a escala 1/20.000. FAU



Figura 31: Canal meándrico en el Sector B. Fotografía: Gabriela Fernández, mayo 2009

El Sector C (6 casos) se localiza próximo a la desembocadura del A°Valizas, el tramo del curso en línea recta alcanza los 1500 m, siendo el largo real del tramo de 1800 m; por lo cual aquí la sinuosidad del canal es mínima y el índice de sinuosidad es de 1,2, siendo el tramo más rectilíneo de todo el cauce (Figura 30).

Por otra parte, este sector presenta los mayores valores de RML, que oscilan entre 0,70 a 3,0 m por año, y es el sector de mayor movilidad, en valores absolutos, a lo largo de todos los años analizados. Esta característica se debe a que es el sector directamente afectado por la acción del oleaje, las mareas y los ciclos de apertura/cierre de la barra arenosa, (Rodríguez Gallego, *op. cit.*)

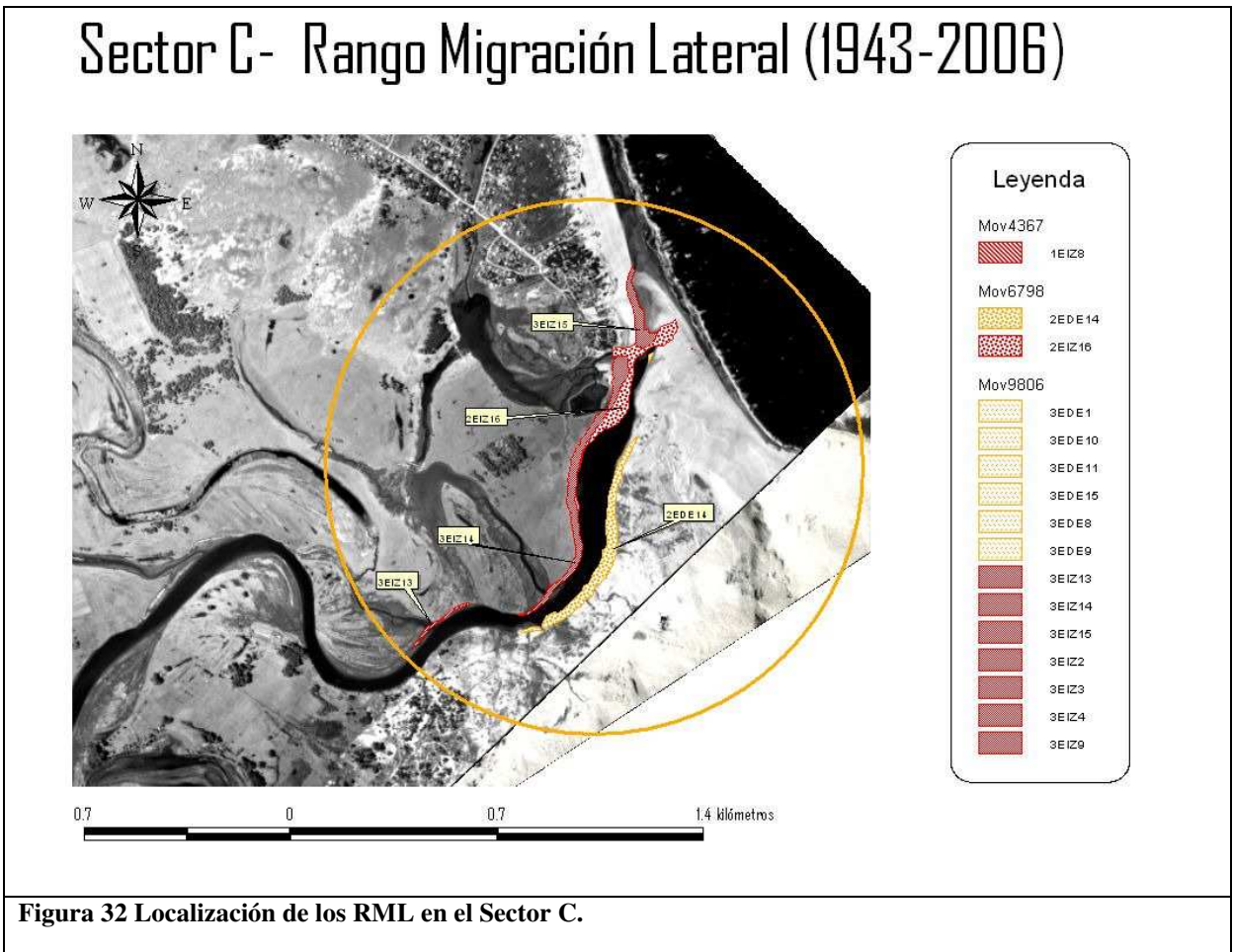


Figura 32 Localización de los RML en el Sector C.

En el sector C, en la margen derecha se localiza un sistema dunar activo, mientras que la margen izquierda se ubica una planicie baja con bañados asociados donde se asienta la localidad de Barra de Valizas. En las zonas próximas al canal actual, se reconcen antiguos canales y planicies de inundación del A°Valizas por donde se desagüaba en el Siglo XVIII (UdelaR, *op.cit.*).



Figura 33: Cierre de la Barra Arenosa del A°Valizas. Enero 2005

Al comparar entre sí los tres sectores (N= 17 total), aplicando una ANOVA de un factor, para un nivel de significación del 95%, se obtiene que entre ellos y a nivel estadístico no presentan diferencias.

Los sectores B y C localizados en el centro y en la desembocadura, se originaron a lo largo de los tres periodos y que concentran los mayores rangos de migración. Este comportamiento era esperable en el Sector C, ya que coincide con la desembocadura y la zona de mayor dinámica fluvio-marina. Mientras en el Sector B, es mayor la sinuosidad y hay evidencias en el paisaje (meandros abandonados), de que ha sido una zona muy dinámica, en relación a los materiales sedimentarios por donde se entalla el curso. (Panario y Gutierrez, *op.cit.*).



Figura 34: Efecto de los botes en las márgenes del canal. Febrero 2008

son más cohesivos.

Un cambio se ha producido en este sector del A°Valizas, ya que apartir de 1990 a la fecha, se realiza el transporte fluvial de turistas, que visitan el Monte de Ombúes y se práctica la pesca artesanal de camarón, para lo que se utilizan botes a motor. Este tipo de transporte levanta el

En tanto el Sector A, se realiza es el lugar donde la erosión se ha activado y los RML se incrementaron entre 1998/2006, pero a diferencia de los sectores anteriores, está zona de la planicie presenta materiales arcillosos, ya que el arroyo atraviesa en este punto una zona de humedales y los materiales

pelo del agua, generando olas que impactan en las márgenes provocando erosión; estos resultados confirman lo informado en el trabajo de Rodríguez Gallego; *op.cit.*

7.2. Componentes externos e internos a la Cuenca de la Laguna de Castillos

Las variaciones del volumen y el régimen de precipitaciones, son variables que provocan modificaciones en el ingreso de agua al sistema, provocando ajustes al interior del sistema fluvial (Chorley, *op. cit.*; Chrsitofolletti, *op. cit.*). Por lo que analizar el comportamiento de las precipitaciones en la cuenca, nos permite establecer como este factor externo condiciona al sistema y su papel se redimensiona frente a las evidencias del “calentamiento global”. Estudios efectuados para la Cuenca del Plata, revelan el incremento del 10% de las precipitaciones (Giorgi, 2002, en Barros *et al*, 2006). En Uruguay el incremento según *Castañeda y Barros, 1994*, alcanza el 30% (*Bidegain, et al, 2005, en Barros et al, 2006*).

Las variaciones pluviométricas, se vinculan al aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos asociados (tormentas severas). El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 1996) define un evento extremo “*aquel evento que es raro en un lugar y en un instante en un año*”. Según esta definición se trata de valores máximos dentro de un conjunto de datos; lo que lleva a establecer que por efecto del calentamiento global, los extremos están variando en magnitud y en frecuencia. (IPCC, 2001; Wilks, 2006).

Con el objetivo de establecer si existen variaciones en el ingreso de agua pluvial a la Cuenca de la Laguna de Castillos, y establecer el peso del factor climático en el comportamiento del sistema fluvial, se realiza una comparación estadística entre series pluviométricas

7.2.1. Ingreso de agua a la Cuenca de la Laguna de Castillos. Precipitaciones

Las series analizadas corresponden a la Estación Meteorológica de Rocha, que registran las medias mensuales de precipitación, para los periodos 1944/1960, 1961/1990, 1991/2010, con un total de 67 registros.

La Tabla 24, muestra los valores medios acumulados de precipitaciones mensuales de cada serie. Al comparar la diferencia entre la Serie de 1944/1960 con respecto a la serie 1961/1990, se observa un incremento de 120 mm, correspondiente al 12% de aumento respecto a la Serie 1944/1960. Entre la serie 1961/1990 y 1991/2010, existe un incremento de 150 mm, con el 14% de aumento respecto a 1961/1990. Estos valores acompañan las tendencias positivas para el último siglo, registradas para Uruguay (Giorgi, *op.cit.*), con un incremento global de 270 mm (26%) entre 1944/2010.

Con el fin de establecer, si hay diferencias significativas entre las series analizadas, se aplica una ANOVA de un factor con un 95% de nivel de confianza, comprobando los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Tabla 24: Precipitaciones Mensuales

Meses	P1 1944-1960	P2 1961-1990	P3 1991-2010
Dic	58	62	82
Ene	90	99	94
Feb	87	107	112
Mar	89	90	142
Abr	97	72	136
May	70	89	111
Jun	96	99	124
Jul	67	107	104
Ago	86	111	99
Set	105	106	84
Oct	89	98	108
Nov	70	83	79
	1003	1123	1275

DNM. Estación Meteorológica Rocha

Se establecen las siguientes hipótesis:

- H_0 – No existen diferencias significativas entre las series pluviométricas (1944/1960, 1961/1990, 1991/2010)
- H_1 –Existen diferencias significativas entre las series pluviométricas (1944/1960, 1961/1990, 1991/2010).

Como las series cumplen los supuestos de homogeneidad y homocedasticidad, se aplica la ANOVA, y se obtiene que entre las mismas hay diferencias estadísticas significativas entre las tres series pluviométricas (Tabla 25).

Tabla 25: Resultados de la ANOVA

ANOVA- Medias de Precipitaciones Mensuales (mm)					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3075,167	2	1537,583	5,465	0,009
Intra-grupos	9283,833	33	281,328		
Total	12359,000	35			

Como se presenta en la Tabla 26, al aplicar las pruebas Post Hoc de Tukey y Scheffé, se establecen dos subconjuntos homogéneos, los cuales comparten la series 1961/1990. Se establece diferencias significativas entre la Serie 1944/60, con respecto a la Serie 1991/2010. Entre las series 1961/1990 y 1991/2010 se registran el aumento del volumen de precipitaciones, por lo que se mantiene la tendencia ascendente, pero en menor intensidad.

Al mismo conjunto de datos se le aplica la ANOVA de un factor para un nivel de confianza del 90%, donde se registra similar comportamiento y agrupamiento de las series. (Ver Anexo-Precipitaciones).

Tabla 26: Resultados Post Hoc de Tukey y Scheffé

Medias de Precipitaciones en mm				
Periodo	N	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	
HSD de Tukey	44-60	12	83,67	
	61-90	12	93,58	93,58
	91-06	12		106,25
	Sig.		0,329	0,169
Scheffé	44-60	12	83,67	
	61-90	12	93,58	93,58
	91-10	12		106,25
	Sig.		0,362	0,196

Como resultado preliminar se está en condiciones de afirmar que las series 1961/1990, 1991/2010 marcan el aumento gradual de las precipitaciones y se verifica entre 1961/2009 un aumento de 150 mm respecto a la media de la serie 1961/1990, lo que equivale a un incremento de 15% del volumen de agua en el sistema.

7.2.1.2. Descripción de las variaciones mensuales de las precipitaciones entre periodos (series 1944/1960- 1961/1990 y 1961/1990-1991/2010)

En la Figura 35, se observa que las precipitaciones se distribuyen a la largo de todo el año; lo que varía es el comportamiento del volumen de precipitaciones al comparar los meses entre sí.

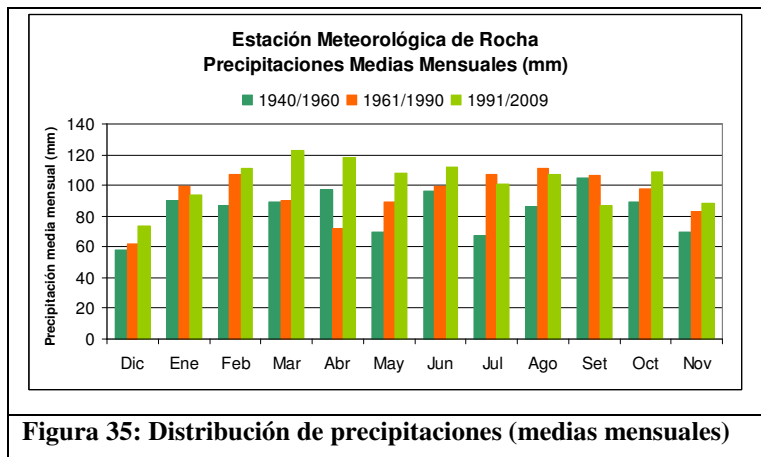


Figura 35: Distribución de precipitaciones (medias mensuales)

En la Figura 36 se muestra la distribución de las diferencias mensuales entre pares de series consecutivas. En la primera serie se establece la diferencia mensual de los periodos de 1944/1960 y de 1961/1990.

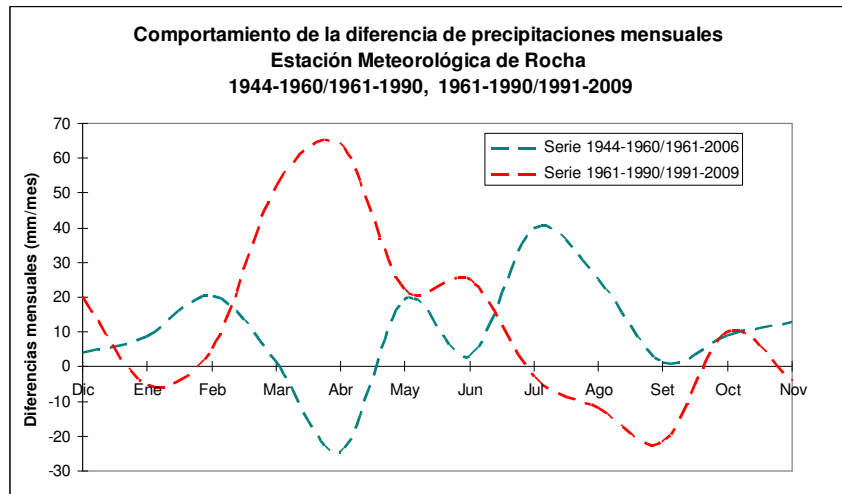


Figura 36: Diferencia en la distribución de precipitaciones

Tabla 27: Diferencia mensual

Meses	Diferencias	
	1944/1960-1961/1990	1961/1990-1991/2009
Dic	4,1	20,0
Ene	8,8	-5,2
Feb	20,4	5,0
Mar	1,3	52,0
Abr	-24,6	64,0
May	19,3	22,0
Jun	2,9	25,0
Jul	39,7	-3,0
Ago	25,1	-12,0
Set	1,2	-22,0
Oct	9,0	10,0
Nov	13,0	-4,0
	120	152

Se observa en la Tabla 27, las diferencias mensuales entre 1944/1960 y 1961/1990, durante el mes de Julio la diferencia es máxima con 40 mm/m, seguido por Febrero y Mayo con 20 mm/m, en cambio durante Abril se registran las mayores diferencias negativas con -25 mm/m.

Entre las series 1961/1990 y 1991/2010 se establecen las mayores diferencias positivas entre los meses de Marzo a Mayo, con un máximo de 60mm/m en el mes de Abril, mientras en Julio, Agosto se registran las mayores diferencias negativas.

En la Figura 36, se observa que el incremento de las precipitaciones se registra en Otoño, esto coincide con el proceso de la apertura de la barra arenosa del A°Valizas, que se produce a fines de Marzo y principios de Abril (Rodríguez Gallego, *op.cit*), y podría ser una variable que refuerza el proceso, pero que hoy no hay elementos suficientes para afirmar esta hipótesis.

7.2.1.3. Descripción de eventos anómalos positivos de precipitaciones (Serie 1980/2009)

A nivel climático se consideran fenómenos anómalos aquellos que se separan de los valores medios de las series. Al analizar la serie de 30 años de medias de precipitaciones para el periodo 1980/2009, se establece el patrón de distribución de eventos extremos y se calculan las

anomalías mensuales para cada año (30 años X 12 meses). Para este trabajo se toman los valores de los percentiles inferiores al 10 y los valores superiores al 90.

Tabla 28: Resumen de Anomalías

Año	Meses Secos	Meses Húmedos	P 10*	P 90**	Año	Meses Secos	Meses Húmedos	P 10*	P 90**
1980	6	6	1	1	1995	7	5	1	0
1981	4	8	2	1	1996	8	4	1	0
1982	8	4	0	1	1997	7	5	2	1
1983	7	5	1	4	1998	7	5	2	1
1984	5	7	1	0	1999	7	5	1	0
1985	8	4	1	0	2000	5	7	1	4
1986	3	9	1	3	2001	5	7	0	1
1987	9	3	1	0	2002	6	6	0	3
1988	7	5	2	2	2003	6	6	0	1
1989	8	4	0	0	2004	6	6	0	1
1990	7	5	2	1	2005	8	4	2	3
1991	6	6	2	1	2006	5	7	1	1
1992	8	4	1	0	2007	5	7	2	2
1993	4	8	0	2	2008	8	4	5	0
1994	8	4	0	1	2009	5	7	1	1
P10*- Percentil 10 P90** -Percentil 90						193	167	34	36
						Porcentaje		0,18	0,22

En la Tabla 28, se muestra en número de meses (N° de casos), con anomalías positivas y negativas. Entre 1980/2009 se registraron 167 meses con anomalías positivas, de los cuales 36 meses presentan eventos extremos positivos (22% del total).

En la Tabla 29, se presenta la síntesis de la Serie 1980/2009, con el número de meses con anomalías positivas en función de las estaciones térmicas y la frecuencia de meses con eventos extremos positivos. Se pudo observar que durante el periodo 1998/2006, en el que se observó mayor migración lateral del A°Valizas, se registraron 6 meses con eventos extremos en Otoño y 4 meses en Verano (Ver Anexo III- Tabla Anomalías).

Tabla 29: Resumen de Anomalías extremas según la estación térmica

V=Verano, O= Otoño, I= Invierno, P= Primavera

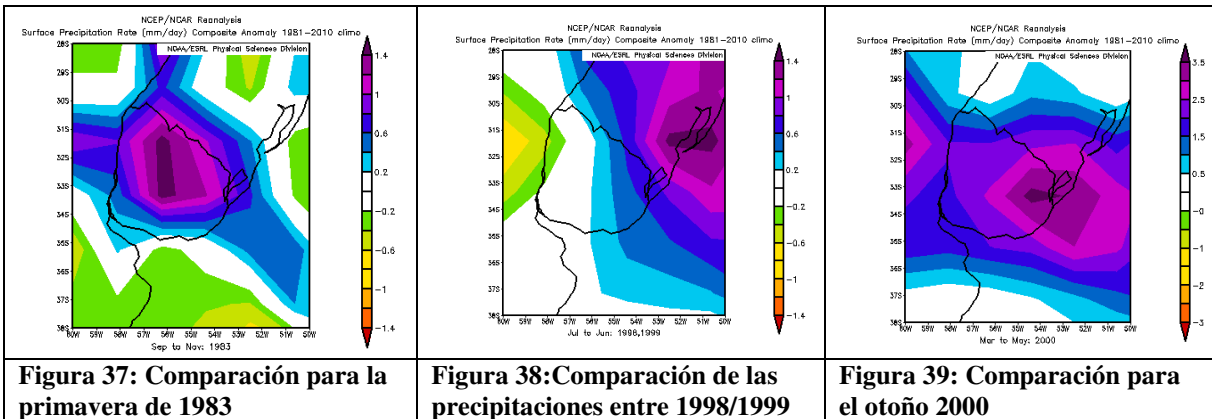
Año	Meses húmedos				Meses con Eventos Extremos			
	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Eventos Verano	Eventos Otoño	Eventos Invierno	Eventos Primavera
1980-2009	45	38	42	38	9	9	9	9
1998-2006	18	11	12	12	4	6	2	3

E. V=Extremos Verano, E. O.= Extremos Otoño,
E. I.= Extremos Invierno, E..P.= Extremos Primavera

También se aprecia que entre 1980/2009 no se registra un aumento en la frecuencia de eventos extremos positivos (Tabla 28), los que pueden registrarse en cualquier estación del año.

No obstante, al analizar la Serie 1980/2009, se detectaron años especialmente excepcionales por el número meses con eventos extremos, como fue el caso de 1983 y 2000. Se pudo apreciar además que durante 1998/2009, se registraron mayor número de eventos extremos en Otoño y Verano que pueden haber provocado eventos de inundación en la planicie del A°Valizas.

Se pudo establecer al comparar las anomalías de precipitación respecto con a las anomalías del Southern Oscillation Index (SOI), obtenidos de la página de la de NOAA (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>) y en forma preliminar la relación entre eventos extremos positivos de precipitación en la cuenca, con episodios del Niño registrados para zona del país.



El efecto de estos eventos de alta energía, pueden quedar amortiguados por la presencia de la Laguna de Castillos y los humedales asociados, o también pueden comportarse como un factor extrínseco de carácter puntual, que favorece el trabajo fluvial del A°Valizas. Existen dos factores intrínsecos, uno litológico ya que la planicie fluvial, está formada por materiales poco cohesivos (sedimentos finos y suelos) y el otro factor es el efecto de la barrera arenosa que afecta en el nivel del caudal. (Figura 40).



Figura 40: Vista panorámica con la barra cerrada. Fot. Tomada por Gabriela Fernández, Abril 2007

Cómo afecta la dinámica de la barra litoral al régimen fluvial y su interacción en función de la ocurrencia de eventos extremos, excede los objetivos de este trabajo, ya que es necesario contar con información básica, que incluye datos pluviométricos propios de la Cuenca y el comportamiento anual de la barra arenosa. Se genera la necesidad de establecer un plan de monitoreo que abarque la cuenca de la Laguna de Castillos y el A°Valizas, que se justifica por ser el sistema fluvial que incluye dos áreas protegidas.

7.2.2. Ingreso de agua a la Cuenca de la Laguna de Castillos. Comportamiento del Viento.

El viento en la costa es un factor de gran importancia, ya que incide en la formación de trenes de olas (ángulo e intensidad del oleaje), en el proceso de formación de arcos de playa y en gran medida en los procesos de ciclos de apertura y cierre de la barra arenosa del A°Valizas.

A modo preliminar se analiza el comportamiento del viento en la costa de Rocha, para lo cual se cuenta con una serie de 10 años de vientos diarios registrados en la estación de La Paloma, que permiten realizar una aproximación para el área de estudio. Para establecer los patrones de vientos se analiza el comportamiento de 2775 datos de vientos diarios para el periodo 1992/2002 (SOHMA, 2006). Datos que se agruparon según la procedencia del viento en ocho rumbos y en tres clases en función de su intensidad (Tabla 30 y Ver Anexo IV).

Tabla 30: Resumen de Viento (Dirección e intensidad)

Clases		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	SubT	%	
Suave	1	78	99	82	52	59	30	78	54	532	19,2	56,4
	2	128	227	189	79	97	111	111	92	1034	37,3	
Moderado	3	70	116	107	62	74	79	57	39	604	21,8	41,6
	4	39	74	47	50	75	43	41	25	394	14,2	
	5	14	12	26	15	32	31	17	9	156	5,6	
Fuerte	6	2	2	5	9	13	11	1	2	45	1,6	2
	7	0	2	0	1	6	0	0	0	9	0,3	
	8	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,04	
Subtotal		331	532	457	268	356	305	305	221	2775		
% por rumbos		11,9	19,2	16,5	9,7	12,8	11,0	11,0	8,0			

Para el periodo 1992/2002, los vientos provenientes del primer cuadrante, registran mayor frecuencia, con rumbos predominantes del NE con 532 registros (19,2%), lo siguen los vientos

provenientes del ESTE con 457 registros (16,5%) y en tercer lugar los vientos del SUR presentan 356 datos (12,8%).

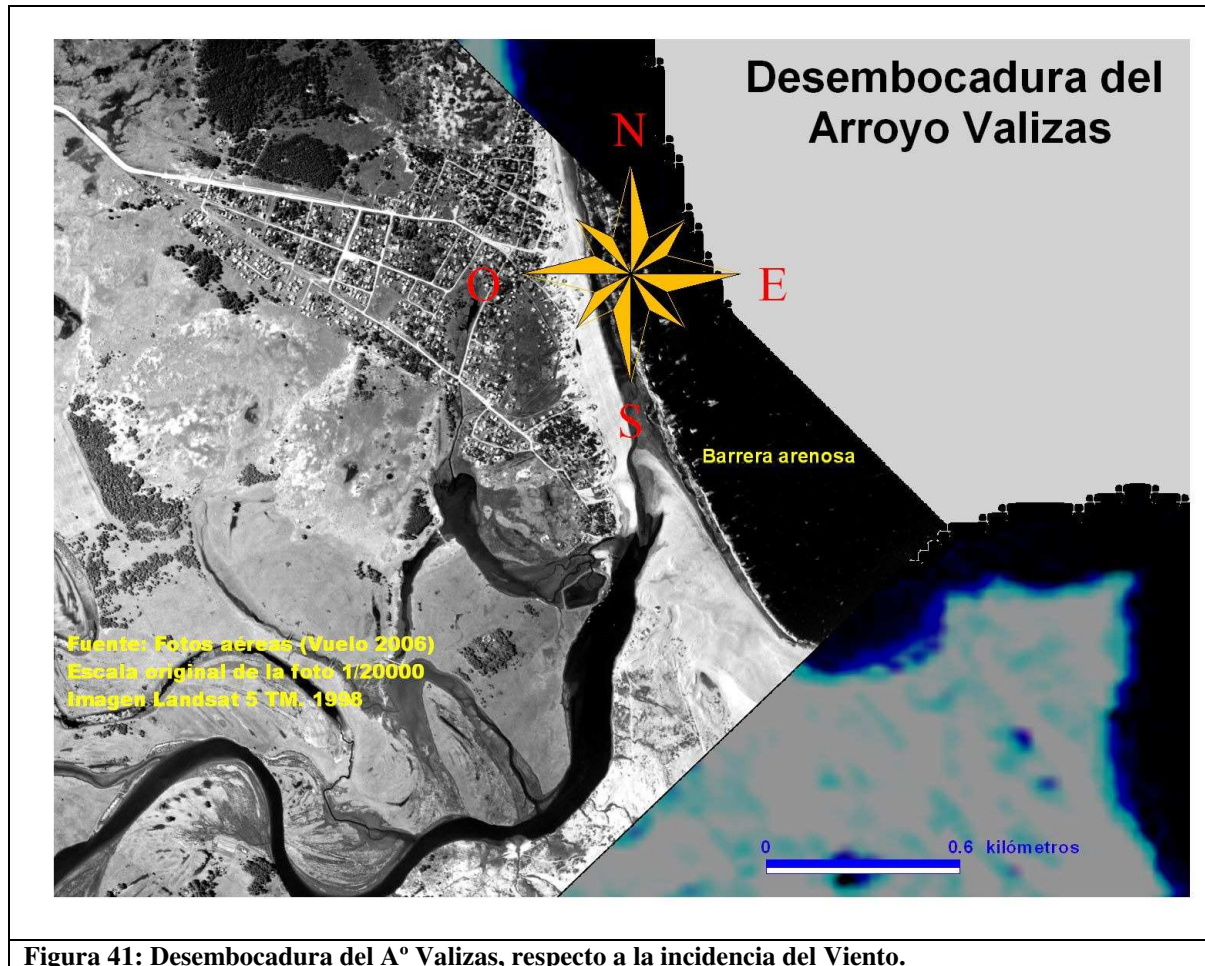


Figura 41: Desembocadura del A° Valizas, respecto a la incidencia del Viento.

Es importante recordar que el modelado de la costa y los ciclos de apertura y cierre de la barra arenosa dependen de la disponibilidad de sedimentos en los arcos de playa, mientras que su distribución se relaciona con la dirección e intensidad de las olas a nivel subacuático y con la movilidad de los materiales a nivel aéreo en los campos dunares de la ZLA, lo que provoca que la dirección y la fuerza del Viento sean principales fuerzas modeladoras de la costa (Panario y Gutiérrez, op.cit.).

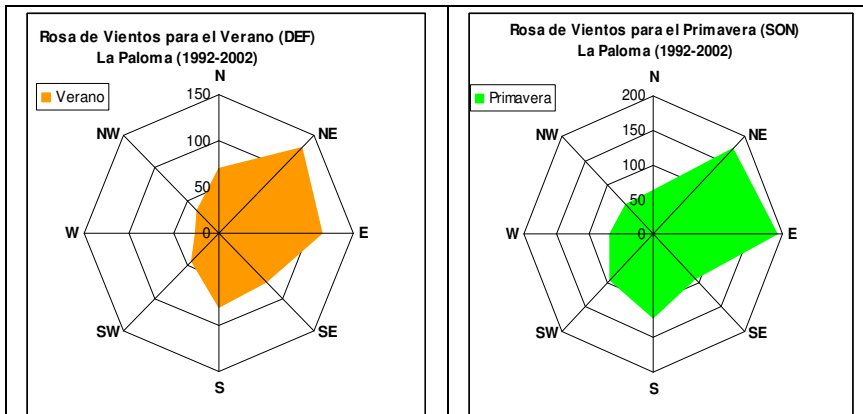


Figura 42: Patrones de rumbos de vientos estacionales para Verano y Primavera.

En la Figura 42 se presentan los patrones de viento en las diferentes estaciones térmicas y se observa un comportamiento similar entre Verano y Primavera, con dominio de los rumbos NE y ESTE. Mientras que

los patrones durante Otoño e Invierno son similares, con rumbos provenientes del SUR y SW. A priori se puede establecer que los vientos inciden en el proceso de apertura y cierre de la barra arenosa del A°Valizas. Esto responde al hecho que durante Primavera y Verano los vientos más frecuentes provienen del primer cuadrante (N-E) y son generalmente suaves, por lo tanto favorecen la acumulación de sedimentos en playa y el cierre de la barra arenosa (De Álava, *op. cit.*; Piñeiro y Panario, *op.cit.*).

En cambio durante el Otoño e Invierno los rumbos más frecuentes son del W, S y SW, lo que puede favorecer la apertura de la barra arenosa y el ingreso de agua del mar hacia la Laguna.

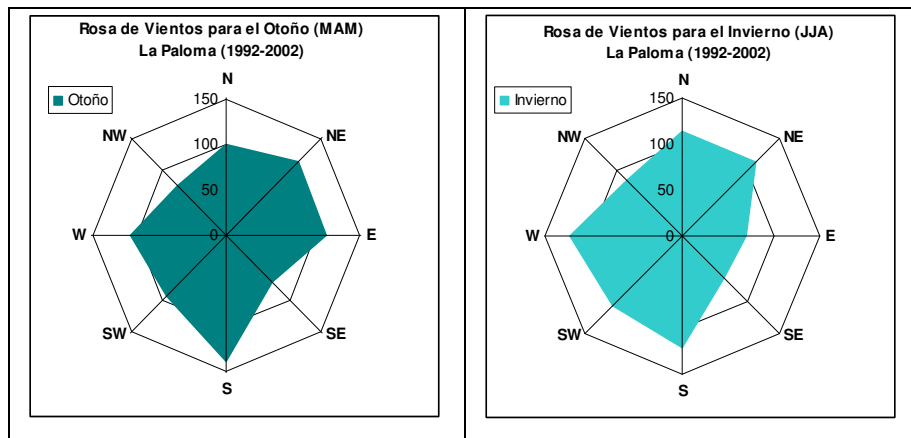


Figura 42b: Patrones de rumbos de vientos estacionales para Otoño e Invierno.

En la Figura 43, se presenta una serie de gráficos donde se observa el agrupamiento de vientos en función de tres intensidades de vientos (Suaves, Moderados y Fuertes), en las diferentes estaciones térmicas.

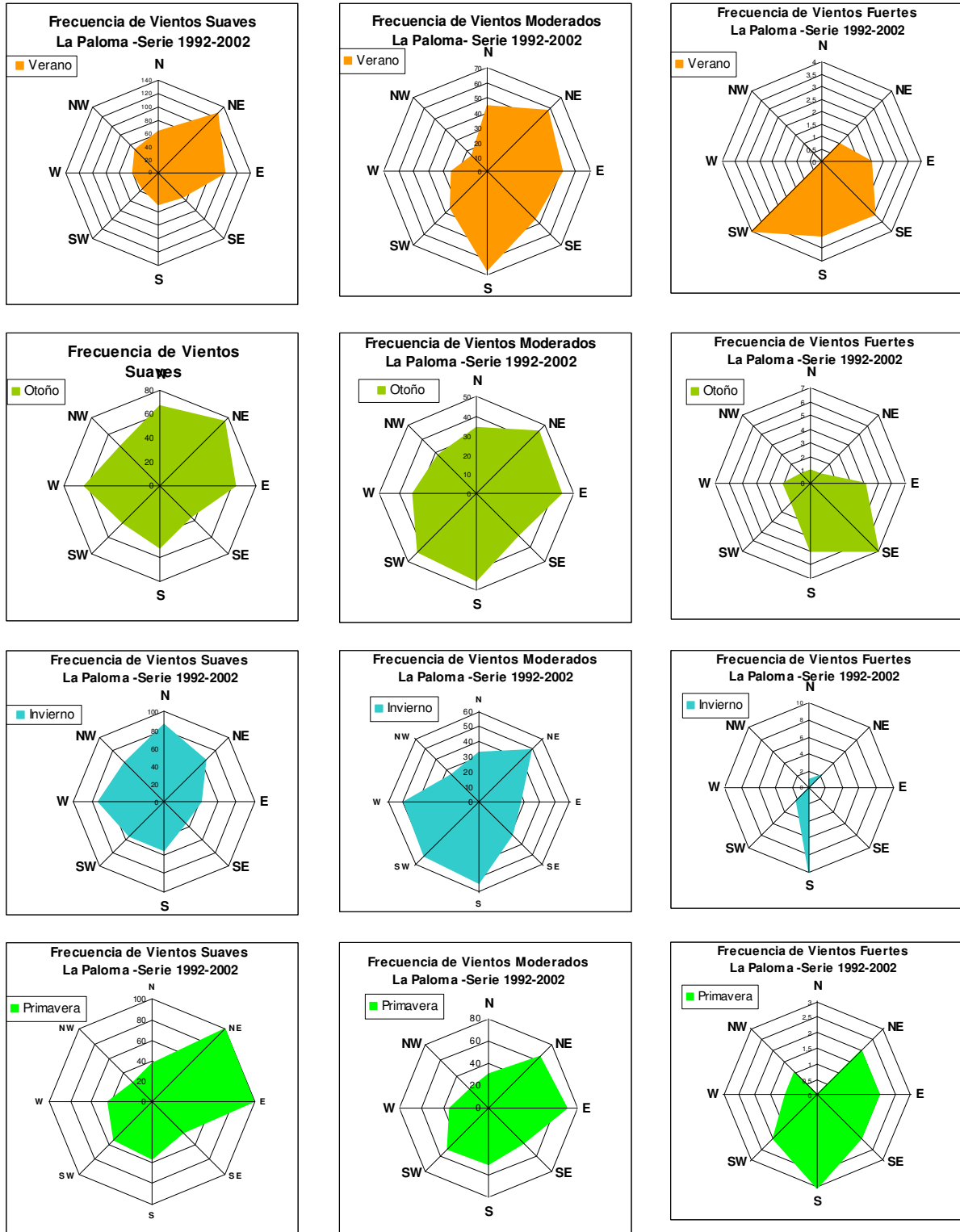


Figura 43: Patrones de vientos estacionales en función de la intensidad.

Como resultado se registraron 1886 casos de vientos suaves, donde el rumbo más frecuentes es el NE, con un peso porcentual máximo de 24,7% en Verano y un peso porcentual mínimo de 14,2% durante en Invierno (Ver ANEXO IV).

Los Vientos de intensidad moderada, presentan rumbos provenientes del SUR durante Verano, Otoño e Invierno, y del ESTE en Primavera.

El Patrón de Vientos Fuertes, corresponde solo al 2% del total de los casos analizados, siendo los vientos de componente SUR los más frecuentes, especialmente en Invierno con el 67% de los casos registrados; en cambio en Verano los vientos fuertes provienen mayoritariamente del SW y durante el Otoño los vientos más fuertes en su mayoría provienen del SE (Ver Tabla de Anexo IV).



Figura 44: Vista de las márgenes del A°Valizas próximo a la desembocadura. Setiembre 2011

Con los antecedentes bibliográficos existentes sobre el ciclo de apertura y cierre, se plantea que los vientos suaves del NE y ESTE favorecen el cierre de la barra, iniciándose el ciclo de cierre en la Primavera y culmina en Verano con el cierre total o parcial. El proceso es inverso en Otoño e Invierno donde se producen condiciones locales por la incidencia de vientos fuertes del SUR, SW y SE, que favorecen la apertura de la barra y el ingreso de agua de mar, como se observa en la Figura 44

7.2.2.1. Comportamiento del Viento Meridional.

Para evaluar si en los últimos 60 años, se ha incrementa la frecuencia de vientos de componente meridional que permitan explicar el incremento de caudal observado en el

A°Valizas entre 1998/2006, se analizan los datos de anomalías de Vientos Meridionales para el periodo 1950/2009 (<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>).

Tabla 31: N° de Eventos extremos de Vientos Meridionales (NOAA)

AÑOS	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
	Neg.	Neut.	Pos.	Neg.	Neut.	Pos.	Neg.	Neut.	Pos.	Neg.	Neut.	Pos.
1950 a 1959	5	1	4	6	1	3	5	4	1	5	2	3
1960 a 1969	6	3	1	4	2	4	6	2	2	2	2	6
1970 a 1979	7	0	3	3	0	7	3	5	2	3	1	6
1980 a 1989	5	3	2	8	1	1	3	3	4	5	0	5
1990 a 1999	0	2	8	5	2	3	5	0	5	7	1	2
2000 a 2009	1	5	4	1	2	7	5	2	3	4	3	3

N° de Eventos Extremos de Vientos (NOAA)

En el resumen de Anomalías de la Tabla 31, no se indentifica el aumento de la frecuencia de vientos de componente meridional.

A modo preliminar se puede observar que en las distintas décadas se han alternado eventos extremos positivos y negativos; por lo cual, no existen suficientes elementos que permitan afirmar que el aumento del caudal del A°Valizas se relacione al ingreso de agua del mar (Ver Anexo IV).

7.2.3. Análisis diacrónico del uso del suelo en la Cuenca de la Laguna de Castillos (1975-2006)

En la Tabla 32, se presentan los resultados de la clasificación de Uso de Suelos registrados durante el periodo 1975/2006, a partir de imágenes Landsat 1 y 5.

De los resultados se desprende que la cobertura natural esta siendo sustituida, y se comprueba el retroceso de la superficie de pradera natural, que pasa del 65% al 32% del área a lo largo del periodo 1975/2006. En contraparte se destaca el avance de la Pradera mejorada, los monocultivos agrícolas y forestales; en conjunto cubrían el 3% de la superficie al inicio del periodo analizado y en 2006 se extienden a lo largo del 42% del área de la cuenca.

Tabla 32: Superficies y Porcentajes según coberturas del Suelos

Cobertura/Usos	ha 1975	ha 1985	ha 1998	ha 2006	% 1975	% 1985	% 1998	%2006
Arenales	5815,61	5002,66	3857,52	3580,66	4,32	3,72	2,87	2,66
Pradera Natural	87334,54	80186,33	71785,09	42651,1	64,88	59,57	53,32	31,68
Humedales	17006,39	17168,68	17170,73	17836,6	12,63	12,75	12,76	13,25
Monte Nativo	20377,15	19127,11	20156,32	10504,6	15,14	14,21	14,97	7,80
Arado/cultivos	56,29	3898,07	1041,73	5167,8	0,04	2,90	0,77	3,84
Forestación	902,41	1762,53	3284,28	9957,36	0,67	1,31	2,44	7,40
Monte artificial	1911,05	1339,75	590,06	620,18	1,42	1,00	0,44	0,46
Pradera mejorada	0	3507,15	13974,26	36031,1	0,00	2,61	10,38	26,77
Otros	864,73	975,36	983,22	1146,92	0,64	0,72	0,73	0,85

Categoría Otros- Incluye infraestructuras varias (urbanización, carreteras)

El proceso de transformación territorial se intensifica entre 1998/2006, como se observa en la Tabla 32, donde la actividad forestal se implanta en la cuenca en forma tardía a pesar de contar con suelos declarados de prioridad forestal por la Ley N° 15.939 (Poder Legislativo, 1988).

A partir de 1998, los cultivos forestales se concentran en la zona alta de la Cuenca de la Laguna de Castillos y para el 2006 se extienden en el 7% del área total. Un proceso similar se evidencia con los monocultivos industriales que se instalan entre 1998/2006 y cubren actualmente aproximadamente un 5% de la superficie total de Cuenca; estos cultivos se localizan próximos a la Ruta N° 9 y en las inmediaciones de la Ciudad de Castillos.



Figura 45 y 46- Cultivos forestales en la Cuenca Sarandí. Marzo 2009

La Cuenca de la Laguna de Castillos, experimenta un proceso de expansión de la frontera agrícola sobre suelos tradicionalmente con uso ganadero extensivo y con la implantación de monocultivos forestales en las altas cuencas y monocultivos industriales en las planicies próximas a la laguna. Al concluir esta investigación se ha podido establecer que el proceso de transformación se ha intensificado, para el caso de la forestación se ha iniciado la cosecha forestal y se han reimplantado nuevas plantaciones.

La actividad forestal impacta el ciclo hidrológico, estudios recientes indican que las demandas de agua por estos cultivos son importantes, afectando la movilidad del agua disponible en un 63 a 70 % (Silvera *et al*, 2006, Paruelo *et al*, 2006, Pérez Arrarte, 2001). Es de esperar, entonces, que el volumen de agua por escurrimiento se haya reducido (Panario *et al*, 2006). También es posible que estos cultivos afecten el nivel de la laguna y el caudal del A°Valizas, hecho que aún no es apreciable, ya que estos cultivos apenas superan el 7% de la superficie total de la Cuenca se recuerda que esta cuenca no está aforada y no existen registros hidrológicos anteriores a la forestación, lo que dificulta el monitoreo ambiental de la Cuenca. En las planicies medias, la frontera agrícola avanza y se introducen monocultivos comerciales como soja, sorgo, maíz (cultivos fuertemente tecnificados).

En proceso de forestación y urbanización costera, es anterior a los cambios registrados aguas arriba de la laguna. La movilidad de sedimentos en la costa ha sido notoriamente restringida por la implantación de vegetación exótica y la intensificación de la urbanización en Barra de

Valizas, factores que inciden en la movilidad del A°Valizas ya que reducen el volumen de sedimentos arenosos que abastecen a los arcos de playa y al propio arroyo, por lo que estaría afectando a la dinámica fluvio-marina (Piñeiro y Panario, *op cit.*)

8. CONCLUSIONES

Objetivos Generales alcanzados:

Respecto al primer objetivo general. *Conocer las principales forzantes de la migración lateral del A°Valizas*, se concluye:

Las principales forzantes identificadas, son externas y de origen climático (Precipitaciones y patrones de viento) e inciden en el nivel del caudal, mientras que las forzantes internas están relacionadas a cambios de Uso del Suelo, las que a priori no explican los cambios registrados en el curso.

Respecto al segundo objetivo general. *Cuantificar la migración lateral del A°Valizas, a través de un estudio multitemporal con mosaicos aerofotográficos ortogonalizados*, se concluye:

A través del estudio multitemporal se cuantifica la migración lateral durante un lapso de 63 años y para el cálculo la Tasa Global de Remoción Anual (TGRA) se considera el cociente entre el número total de de años y las superficies de remoción; obteniéndose una tasa de 1,54 has/año.

Objetivos Específicos alcanzados:

Respecto al *objetivo específico 1. Determinar los Rangos de Migración Lateral (RML) en el A°Valizas, para el periodo 1943/2006 y para los subperiodos (1943/1967, 1967/1998 y 1998/2006)*, se concluye:

Durante el periodo 1943/2006, el Rango de Migración Lateral medio (RLM) fue de 0,5 m/año y promedialmente el canal del A°Valizas ha migrado lateralmente 30 metros.

No se dispone de una serie de datos de migración histórica del curso o de cursos similares en la región, por lo tanto no se puede evaluar el significado de esta tasa de migración. Para comprender el significado ambiental de la migración detectada, se requiere: que el curso sea monitoreado y establecer la variabilidad del mismo.

Respecto al *objetivo específico 2. Establecer si hay diferencias significativas entre los RML producto de la Acreción/Erosión, considerando el total de años de la serie 1943/2006*, se concluye:

Los Rangos de Migración Lateral por erosión son mayores durante todo el período, si se los compara con los RML por acreción; con valores medios para los procesos de acreción de 0,57 m/año y de 0,62 m/año para los procesos de erosión.

Entre 1998/2006 se constata el incremento de los procesos de acreción y erosión; las superficies se duplicaron respecto al período 1943/1998, lo que indica que el curso se ajusta a nuevas condiciones de energía.

En síntesis, los procesos de remoción de materiales se han incrementado en los últimos años, siendo esto posible por un aumento de energía en el A°Valizas; este incremento puede responder a múltiples factores: el aumento de las precipitaciones en la cuenca; a cambios de uso del suelo que favorezcan los procesos de escurrimiento superficial, y/o a cambios del ciclo de apertura/cierre de la barra arenosa en la desembocadura del arroyo.

Respecto al *objetivo específico 3. Establecer si hay diferencias significativas entre los RML producto de la Acreción/Erosión, considerando el número total de años*, se concluye que:

Entre 1998/2006 los RML por acreción y erosión se incrementan significativamente respecto a los periodos anteriores, pero llama la atención el incremento del RML por acreción, cuyo valor medio alcanza a 1,08 m/año cuando el RML por erosión es de 1,05 m/año. No existen elementos en este trabajo que permitan afirmar que los RML por procesos de acreción continúen incrementándose y reviertan la tendencia. Este es un nuevo tema a monitorear, porque el incremento de la acreción implica cambios en los niveles de energía del sistema.

Se identifican dos momentos en el comportamiento del curso, el primero entre 1943/1998 con RML inferiores a 0,5 m/año y el segundo entre 1998/2006, con RML superiores al 1m/año. El aumento de la capacidad de trabajo del curso indica que el sistema dispone de más energía, por la presencia de un aumento de agua en el canal, pero este punto solo puede confirmarse si se afora el curso. Por lo que se puede establecer que todo el sistema fluvial, experimenta un proceso de aceleración de los procesos de remoción de materiales a nivel global.

Respecto al *objetivo específico 4. Comparar los RML en función de los procesos que los originan y su comportamiento en el tiempo*, se concluye que:

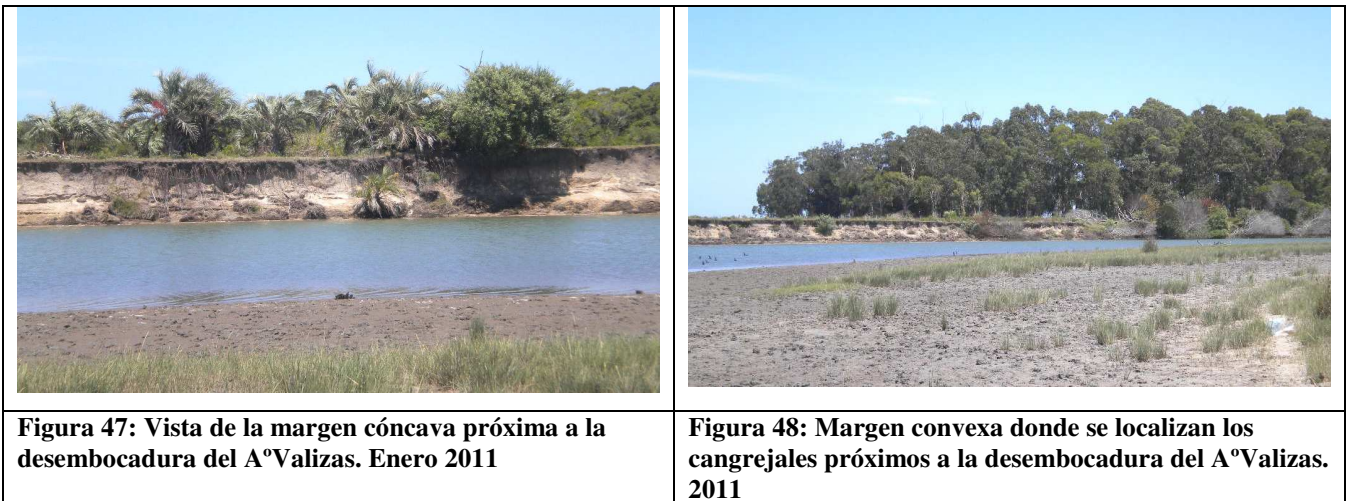
El proceso de Erosión ha sido más intenso respecto a la Acreción, entre 1943 y 1998, aunque en el último periodo (1998/2006) se constata un incremento de ambos procesos, que duplican las superficies removidas en los periodos anteriores (Ver Tabla 19).

Respecto al comportamiento de la erosión y la acreción, considerando la periodización realizada, se pudo comprobar que existen diferencias significativas entre las 6 series analizadas vinculados con los cortes temporales.

A grandes rasgos se puede asumir que la Serie 1943/1967 y la Serie 1967/1998, son similares, mientras que la Serie 1998/2006, se diferencia significativamente del resto. Por lo que podemos reagrupar los RML, en dos momentos claros, antes y después de 1998.

Respecto al *objetivo específico 5. Comparar el comportamiento de la Erosión entre las márgenes.*

No existen evidencias que indiquen un comportamiento diferencial de la erosión en las márgenes del A°Valizas a lo largo de todo el curso. No obstante, las márgenes cóncavas son más afectadas por la erosión, hecho que responde a la propia dinámica fluvial. Estos procesos están en función del grado de cohesión de la margen cóncava y las sucesiones de márgenes cóncavas y convexas.



Respecto al *objetivo específico 6. Comparar el comportamiento del RML por erosión a lo largo del perfil longitudinal del A°Valizas*, se concluye que:

Al espacializar los eventos de mayor erosión en el canal, se distinguen tres sectores a lo largo del A°Valizas, que se ubican en la naciente, en el centro y la desembocadura. Estos sectores se diferencian por sus litologías, los índices de sinuosidad y la movilidad lateral en cada uno de ellos (Tabla 23).

Estas zonas presentan diferencias paisajísticas y en la morfología del canal (índice de sinuosidad), lo que hace pensar que los diferentes materiales y las diferencias de pendiente, inciden en la intensidad de los procesos erosivos. Las zonas próximas a la desembocadura presentan los mayores RML, hecho esperable por ser la zona donde la dinámica fluvio-marina es más intensa.



Figura 49: Terraza con materiales finos y suelo.

En cambio en la zona de erosión próxima a la Laguna, se presentan las mayores interrogantes. Es una zona que entre 1943/1998, los RML eran bajos, hecho que se asocia a la cohesión de los materiales de la terraza.

El proceso erosivo es reciente (1998/2006) lo que se puede explicar a cambios en las condiciones locales, ya que desde 1990, desde el puente de la Ruta N° 10 a la laguna, se ha instalado un circuito de paseos hacia el Monte de Ombués y ha aumentado el número de botes durante la zafra del camarón. En ambos casos se utilizan botes a motor que a su paso levantan el nivel de agua, generando ondas que golpean las márgenes. Los resultados obtenidos en esta investigación refuerzan los resultados presentados por Rodríguez Gallego, *op.cit.*

En síntesis, se pudo identificar que los procesos de removilización se incrementaron en los últimos años. Estos cambios responden a un aumento de la energía disponible en el A°Valizas, que puede vincularse a diversos factores, como por ejemplo, cambios en el uso del suelo que impliquen un aumento del escurrimiento superficial, al incremento de las precipitaciones en la cuenca y a cierres más prolongados de la barra arenosa que aumentan el nivel del agua del A°Valizas.

Respecto al *objetivo específico 7. Estudio del comportamiento de las precipitaciones para establecer la relación que existe entre la migración lateral del A°Valizas*, se concluye que:

Respecto al ingreso de agua al sistema fluvial de la Laguna de Castillos, debido a las precipitaciones, se constata que las mismas se incrementaron aproximadamente en 270 mm entre 1944/2009 (Tabla 24). Se pudo establecer además, que el aumento es sostenido a pesar de

lo cual entre las series 1961/1990 y 1991/2010, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas, porque el incremento es gradual.

Respecto al *objetivo específico 8. Establecer el patrón estacional de las precipitaciones y estudiar su evolución temporal*, se concluye que:

Al estudiar la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, se observó el incremento de las precipitaciones durante la estación de Otoño entre 1998/2009.

Respecto a la distribución de anomalías positivas y negativas, no se observan diferencias entre sí, pero se constató que entre 1998 y 2009 se produjeron 18 eventos extremos positivos, los cuales se registraron en el año 2000 y 2003. Estos eventos deben haber provocado el aumento del caudal del A°Valizas. (Tabla 27).

Respecto al *objetivo específico 9. Determinar como los eventos extremos se distribuyen temporal y estacionalmente*, se concluye que:

Los eventos extremos se registran principalmente en Otoño y en Verano entre 1990/2010 y a modo preliminar se establece que existe relación entre los eventos extremos positivos y los episodios del Niño registrados para esta zona del país.

También se pudo establecer que el A°Valizas en la actualidad tienen más capacidad de trabajo, lo que se refleja en la morfología del canal y especialmente en la migración lateral. Por otra parte, se puede establecer que metodología facilita la obtención de datos para cuantificar los cambios.

Por lo tanto, no se puede afirmar que los factores climáticos explican la intensificación de la migración lateral del A°Valizas; no obstante, se reconoce que la capacidad de trabajo del A°Valizas, se intensifica durante los eventos extremos, ya que el cauce funciona con el caudal de márgenes plenas (Christofolletti, *op.cit.*).

Respecto al *objetivo específico 10. Establecer el patrón de dirección e intensidad de vientos para la costa de Rocha para el período 1992/2002*, se concluye que:

A nivel estacional el patrón predominante de vientos, presenta una bidireccionalidad marcada, con un patrón de vientos provenientes del NE y ESTE en las estaciones de Verano y Primavera,

mientras que durante el Otoño e Invierno, los vientos más frecuentes rotan al Sur, oscilando al SW.

A nivel estacional se observa que durante el Verano y la Primavera, los vientos suaves provienen del NE y ESTE, los cuales favorecen los procesos de acreción de los arcos de playa y favorecerían el proceso de cierre anual de la barra arenosa del A°Valizas.

Los rumbos más frecuentes de vientos de intensidad moderada, provienen del SUR en Verano, Otoño e Invierno, los cuales generan olas de mayor altura e intensidad y se presume que afecten la dirección e intensidad de la corriente de deriva, por lo que se requiere nuevas líneas de investigación que permitan aceptar o desechar esta afirmación.

Los vientos fuertes, son poco frecuentes anualmente, a pesar de lo cual afectan la zona costera ya que provocan eventos de alta energía y aceleran los procesos de erosión de playas.

Los rumbos característicos de las altas intensidades de vientos son mayoritariamente provenientes del SUR en Invierno, del SW en Verano y del SE durante el Otoño, favoreciendo la apertura de la barra y el ingreso de agua al A°Valizas.

Respecto al *objetivo específico 11. Establecer las tendencias del comportamiento de las anomalías de vientos meridionales que afectan la costa de Rocha*, se concluye que:

Con la información disponible no se pudo identificar ninguna tendencia que permita afirmar que los vientos de componente meridional se han incrementado, y que permitan establecer un incremento de los aportes del mar al A°Valizas.

No obstante, se reconoce que a lo largo de la serie de datos, se han observado años con mayor número de eventos extremos, que podrían explicar la migración lateral del A°Valizas que se produce en las proximidades de la desembocadura.

En este punto y sólo a modo preliminar se presentan en el Anexo IV, algunos resultados obtenidos del análisis de los vientos meridionales.

Respecto al *objetivo específico 12. Establecer si la Cuenca evidencia transformaciones productivas, actividades fluviales y turísticas que puedan ser responsables del incremento de la migración lateral*, se concluye a modo preliminar que:

La cuenca de la Laguna de Castillos se encuentra en un proceso de intensificación productiva, que afecta la alta cuenca con la implantación de monocultivos forestales y monocultivos cerealeros en las planicies altas próximas a la laguna y se puede establecer que algunas actividades turísticas en el curso del Valizas, inciden en la erosión lateral del cauce.

A pesar de lo anterior, no se pudo establecer la incidencia de esta forzante en el comportamiento y en este punto solo se pueden establecer conclusiones preliminares, ya que la complejidad de los procesos requieren de información básica inexistente, como por ejemplo registros de caudal. Estos permitirían establecer el origen de los aportes al arroyo, sea por el aumento en el escurrimiento y/o por el incremento de agua proveniente del océano.

9. RECOMENDACIONES

- 1- Establecer, a corto plazo, una red de monitoreo de calidad ambiental para la cuenca, con aforo de cursos, instalación de estaciones pluviométricas y monitoreo de calidad de agua.
- 2- Propiciar estudios físicos, químicos y biológicos para evaluar el impacto de las actividades productivas en el área, que permitan generar insumos básicos para la creación de planes de gestión.
- 3- Promover un programa de monitoreo del canal del A°Valizas, donde se registre la movilidad lateral, batimetría, régimen de caudal, y comportamiento de la barra arenosa.
- 4- Realizar a corto plazo, un balance hídrico de la cuenca con apoyo de datos de campo para establecer la disponibilidad de agua.
- 5- Establecer la capacidad de carga del sistema A°Valizas y en especial analizar las actividades extractivas y turísticas.
- 6- Realizar estudios para evaluar la importancia económica y social del desarrollo turístico en la cuenca y en particular para la localidad de Barra de Valizas. Definir las potencialidades, limitaciones y planes alternativos de gestión.
- 7- Establecer planes de manejo integrados para la cuenca, que establezcan las restricciones necesarias para la preservación de los recursos naturales, analizando el impacto diferencial de las actividades productivas localizadas actualmente en el área.
- 8- Realizar un plan de manejo especial para la planicie del A°Valizas.
- 9- Reconocer el valor estratégico y paisajístico que tiene el A°Valizas y la Cuenca de la Laguna de Castillos e incorporarlas al SNAP, con la categoría de parque nacional.
- 10- En el plan de manejo del Área Protegida, se deben incluir medidas de recuperación de ambientes degradados para las vertientes costeras.
- 11- Realizar estudios para determinar la capacidad de carga de turistas, que tiene el balneario Barra de Valizas, para establecer un plan de desarrollo local.
- 12- Establecer un plan de manejo específico, para el crecimiento urbano de Barra de Valizas, que contemple las especificidades y restricciones del territorio que ocupa.

10. BIBLIOGRAFIA

- Achkar, M.; Domínguez, A.; Pesce, F. 2004. Diagnóstico socioambiental participativo en Uruguay. Programa Uruguay Sustentable. Redes- Amigos de la Tierra.
- Achkar, M. 2005. Evaluación de la distribución de la materia orgánica del horizonte superficial del suelo mediante el uso de imágenes satelitales. Aplicación de metodología SIG. Caso: Cuenca del Arroyo Sánchez- Uruguay. Tesis Doctoral. Institut National Polytechnique de Toulouse
- Achkar, M.; Canton, V.; Díaz, I.; Domínguez, A.; Faccio, C.; Fernández, G.; Pesce, F.; Sosa, B. 2010. Áreas protegidas: Un desafío en el ordenamiento ambiental del territorio. CSIC. UdelAR.
- Alonso, E. 1998. Plantas acuáticas de los Humedales del Este. Rocha: PROBIDES, 1998.
- Alonso, E.; Bassagoda, M. 2002. La vegetación costera del SE uruguayo: ambientes y biodiversidad. Museo de Historia Natural y Antropología. N° 5: 1-6. Montevideo Uruguay. En Fagúndez y Lezama, 2005. Distribución Espacial de la Vegetación Costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe Freplata. Sección Ecología. Facultad de Ciencias - UdelAR
- Arriaza Gómez, A.; Fernández Palacín, F; López Sánchez, M.; Muñoz Márquez, M; Pérez Plaza, S; Sánchez Navas, A. 2008. Estadística Básica con R y R-Commander. Universidad de Cádiz. <http://gsyc.escet.urjc.es/~herraiz/ebrcmdr.pdf>
- Assad, M.; Hamada, E.; Cavalieri, A. 1998. Sistemas de informações geográficas na avaliacao de terras para agricultura. In. Sistema de informações Geográficas Aplicações na Agricultura. Assad, E. y Eyji Sano, E. Editores. Embrapa. Brasil.
- Azpiroz, A. 1997. Aves del Uruguay. Lista, estatus y distribución. Rocha: PROBIDES, 1997.
- Barros, V.; Clarke, R.; Silva, P. 2006. El cambio climático en la Cuenca del Plata. Investigaciones Científicas y Técnica. CONICET. Buenos.Aires
- Berreta, E. 2000. Aspectos sobre la Conservación y Manejo de la Biodiversidad en Uruguay. INIA. Salto Grande.
<http://www.pastizalesnaturales.com/congresos/5/conferencias/PRESENTACION%20El%20bio%20Berreta.doc>
- Bidegain, M.; Caffera, R.; Bixen, V.; Pshennikov, J.; Lagomarsino, E.; Forbes, L.; Nagy, G. 2005. Tendencias climáticas, hidrológicas, y oceanográficas en el Río de la Plata y Costa Uruguaya. En: Barros, V.; Menéndez, A.; Nagy, G. (Eds): El Cambio climático en el Río de la Plata. CIMA/CONICET.
- Bosque Sendra, J. 1992. Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp S.A. Madrid.

- Bossi, J.; Ferrando, L.; Montaña, J.; Campal, N.; Morales, N.; Gancio, F.; Schipilov, A.; Piñeiro, D.; Sprechmann, P. 1998. Carta Geológica del Uruguay. Escala 1/500.000. Cátedra de Geología. Facultad de Agronomía. UdelaR. Montevideo.
- Bracco, R. 1995. Cronología de la Laguna de Castillos, en causas Geológicas del Paisaje Rochense. Curso PROBIDES.
- Bracco, R.; Ures, C. 1997. Ritmos y dinámicas cuantitativa de las estructuras monticulares. Sector Sur de la Laguna Merín- Uruguay. Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología. Colonia del Sacramento.
- Bracco, R.; Ures, C.; Ubilla, M. 1999. Contribución al análisis crítico de la relación espacial y temporal entre material cultural y paleofauna (Pleistoceno Final y Holoceno) en la cuenca Norte de Uruguay. VII Congreso Nacional de Antropología, Montevideo.
- Brazeiro, A.; Achkar, M.; Canavero, A.; Fagúndez, C.; González, E.; Grela, I.; Lezama, F.; Maneyro, R.; Barthesagy, L.; Camargo, A.; Carreira, S.; Costa, B.; Nuñez, D.; de Rosa, I.; Torranza, C. 2008. Prioridades Geográficas para la conservación de la biodiversidad terrestre en Uruguay. Resumen ejecutivo. Proyecto PDT 32-26.
- Brown, A.; Carey, C.; Erkens, G.; Fuchs, M.; Hoffmann, T.; Macaire, J.; Moldenhauer, K.; Walling, E. 2009. From sedimentary records to sediment budgets: Multiple approaches to catchments sediment flux. *Geomorphology*, Volume 108 (2009) 35–47
- Camargo, E.; Theodor, B.; Sugawara, L.; Carrasco, P. 2005. Imágenes Landsat y CBERS en la identificación de uso del suelo con cultivos agrícolas. Anais XII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiania, Brasil, INPE.
- Campos, J.; Bacigalupe, A.; Costa, B.; Pistone, G. 1999. Conservación y restauración del matorral psamófilo. PROBIDES, 1999.
- Casas Sánchez, J. 1997. Inferencia Estadística. Estadísticos de KOLMOGOROV-SMIRNOV: Aplicación de Test de Bondad de Ajuste. Instituto Nacional de estadística. www.ine.es/revistas/estaespa/75_2.pdf
- Carvalho, L.; Liebmann, B. 2002. Extreme precipitation events in southeastern South America and large scale convective patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *J. Climate*, 15, 2377–2394. En: Marengo, J. (Coord); Menéndez, A.; Guetter, A.; Hogue, T.; Mechoso, C. 2004. Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Caracterización y Evaluación de Métodos de Predicción de Eventos Extremos de Clima y de la Hidrología en la Cuenca del Plata. Informe Final. Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la Variabilidad y Cambio Climático.
- Castaño, J.; Ceroni, M.; Jiménez, A. 2009. Caracterización Agroclimática del Uruguay (1980-2009). Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del INIA.

- Castañeda, E.; Barros, V. 1994. Las tendencias de las precipitaciones en el Cono Sur de América al Este de los Andes. *Meteorológica*, 19, 23-32. En: Barros, V.; Menéndez, A.; Nagy, G. (Eds): El Cambio climático en el Río de la Plata. CIMA/CONICET.
- Castiñeira, C.; Fernández, G.; Céspedes, C. 1997. Proceso de formación del Sitio Cráneo Marcado en el Litoral de la Laguna de Castillos (Depto Rocha- Uruguay). Una aproximación multidisciplinaria para su construcción paleoambiental. En *Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología*. Colonia
- Castiñeira, C.; Fernández, G.; Pintos, S.; Piñeiro, G. 1995. Aplicaciones del Estudio Paleambiental a las investigaciones arqueológicas. Laguna de Castillos (Rocha). En *Actas del IX Congreso Nacional de Arqueología*. Colonia.
- Cayssials, R.; Álvarez, C. 1983. Interpretación agronómica de la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. *Boletín Técnico N°9*. MGAP. DSF. Montevideo, Uruguay.
- Céspedes, C.; Piñeiro, G.; Achkar, M.; Gutiérrez, O.; Panario, D. 2009. The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. *Int. J: Enviroment and Health*, Vol 3. N° 2.
- Chaves, R.; Cavalcanti, I. 2000. Eventos extremos de precipitação sobre o Sul de Nordeste. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. 2000. En Marengo, J. (Coord); Menéndez, A.; Guetter, A.; Hogue, T.; Mechoso, C. 2004. Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Caracterización y Evaluación de Métodos de Predicción de Eventos Extremos de Clima y de la Hidrología en la Cuenca del Plata. Informe Final. Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la Variabilidad y cambio Climático.
- Chebataroff, J. 1952. Vegetación de los suelos salinos. *Revista Uruguaya de Geografía*. Vol. VI: 71-100. Montevideo-Uruguay.
- Chebataroff, J. 1973. Introducción al estudio de los Ecosistemas de Bañados Salinos. *Revista Uruguaya de Geografía*. Segunda Serie N°2: 31-41. Montevideo, Uruguay.
- Christofolletti, A. 1980. *Geomorfología*. Ed. Edgard Blucher. San Pablo.
- Christofolletti, A. 1981. *Geomorfología Fluvial*. Volume I O canal fluvial. Ed. Edgard Blucher. San Pablo
- Chorley, R. 1969. *Introduction to fluvial processes*. Prentice Hall International. Londres.
- Chorley, R.; Kennedy, B. 1971. *Physical Geography: A systems approach*. Prentice Hall International. Londres.
- Chorley, R.; Schumm, S.; Sugden, D. 1985. *Geomorphology*. Methuen. London and New York
- Chuvieco, E. 1990. *Fundamentos de la Teledetección Espacial*. Rialp. Madrid

- Chuvieco, E. 1996. Fundamentos de teledetección espacial. 3ª Edición Revisada. Ediciones Rialp S.A., Madrid.
- Clara, M.; Maneyro, R. 1997. Humedales del Uruguay. El ejemplo de los humedales del Este. <http://www.unesco.org/uy/cienciasnaturales/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/6.pdf>
- Clearinghouse. 2001. Grupo Geodesico. ClearingHouse Nacional http://intgis.montevideo.gub.uy/sit/data/otros_doc_y_proy/MRGMVD2004_Grupo_geo_desico_Clearinghouse.pdf
- Cochran, W. 1941. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. *Annals of Eugenics*, 11: 47-52. London.
- Cochran, W. 1951. Testing a linear relation among variances. *Biometrics* 7: 17-32.
- Conde, D.; Rodríguez-Gallego, L.; Rodríguez- Graña, L. (Resp). 2003. Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa Atlántica de Uruguay. Informe Final. Sección Limnología, Depto. Ecología, Instituto de Biología. Fac. Ciencias. UdelaR. PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA).
- CONEAT. 1979. Grupos de Suelos. Índices de Productividad. Montevideo, Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra, Ministerio de Agricultura y Pesca. Montevideo
- CONEAT. 1994. Grupos de Suelos. Índice de Productividad. MGAP, Montevideo
- Constantine, C; Dunne, T; Hanson, G. 2009. Examining the physical meaning of the bank erosion coefficient used in meander migration modeling. *Geomorphology*, Volume 106, Issues 3-4, Pages 242-252
- Constantine, C.R., 2006. Quantifying the connections between flow, bar deposition, and meander migration in large gravel-bed rivers. Ph.D. Thesis, Univ. of Calif. Santa Barbara.
- Costanza, R.; Kemp, W.; Boynton, R. 1993. Predictability, scala, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems; implications for management. *Ambio* 22:88-96. En: Conde, D.; Rodríguez-Gallego, L.; Rodríguez- Graña, L. (Resp), 2003. Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa Atlántica de Uruguay. Informe Final. Sección Limnología, Depto. Ecología, Instituto de Biología. Fac. Ciencias. UdelaR. PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA).
- Cooke, R.; Doornkamp, J. 1990. *Geomorphology in enviromental management*. Introduction. 2ª Edición Revisada. Clarendon. Oxford
- Corsi, W. 1978. Clima. En: Pasturas IV. Miscelánea N° 18. 2ª ed. Montevideo: CIAAB. p. 255-266. En: Algunos Aspectos sobre la Conservación y Manejo de la Biodiversidad en Uruguay. Berreta, E. INIA. Salto Grande.
<http://www.pastizalesnaturales.com/congresos/5/conferencias/PRESENTACION%20Elbio%20Berreta.doc>

- Da Costa, E. 2005. Distribución espacial de unidades ambientales en el parque natural regional Valle del Lunarejo. Pasantía TECRENAT. Facultad de Ciencias. UdelaR.
- Day, J.; Hall, S.; Kemp, W.; Yañez-Arancibia, A. 1989. Estuarine ecology. Wiley. New York.
- En Conde, D.; Rodríguez-Gallego, L.; Rodríguez-Graña, L. (Resp), 2003. Análisis conceptual de las interacciones abióticas y biológicas entre el océano y las lagunas de la costa Atlántica de Uruguay. Informe Final. Sección Limnología, Depto. Ecología, Instituto de Biología. Fac. Ciencias. UdelaR. PNUD/GEF/RLA/99/G31 (FREPLATA).
- Day, R.; Quinn, G. 1989. Comparisons of Treatments alter an Análisis of Variante in Ecology. Ecological Monographs, Vol. 59, N° 4, pp: 433-463.
- De Álava, D.; Fernández, G.; Panario, D. 1992. Propuesta de Manejo para Área Protegida: Cabo Polonio –Monumento de Costa Oceánica – Cat. III UICN – Incluida en la Convención de Ramsar. Rocha.
- De Álava, D. (Coord); Panario, D.; Fernández, G. 1994. Estudios para la propuesta de un manejo integrado de la zona costera del departamento de Rocha (propuesta preliminar). UNCIEP. Facultad de Ciencias, Montevideo.
- De Álava, D.; Panario, D. 1996. La Costa Atlántica: ecosistemas perdidos y el nacimiento de un monte de pinos y acacias. En: Almanaque Banco de Seguros del Estado. Montevideo.
- De Álava D. 2006. Interfase de conflictos: el sistema costero de Rocha (Uruguay). pp.: 637-650. En: Bases para la Conservación y el Manejo de la Costa Uruguaya. Menafrá, Rodríguez-Gallego, Scarabino & Conde (Eds.). Vida Silvestre Uruguay, Montevideo.
- De Álava, D. 2007. Incidencia del Proceso de Transformación Antrópico en el Sistema Costero La Paloma- Cabo Polonio. Tesis. Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, UdelaR. Montevideo.
- Del Puerto, O. 1987. Vegetación del Uruguay. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
- Del Puerto, O. 1969. Hierbas de Uruguay. Nuestra Tierra N° 19. Editorial “Nuestra Tierra”.
- Dell’Acqua, M.; Petraglia, C.; San Román, D. 2006. Resultados de la interpretación de imágenes satelitales para forestación y usos del suelo de prioridad forestal. DGRNR, DGF, MGAP. Montevideo.
- DIEA, 1990. Censo General 1990. Dirección de Estadísticas Agropecuarias-Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.
- DIEA, 2003. Censo General Agropecuario 2000. Recuentos Preliminares. Dirección de Estadísticas Agropecuarias. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca.
- DNM. 2000. Estadística Climática del Uruguay- Serie 1961-1990. Dirección Nacional de Meteorología

- DNM. 2006. Registros Mensuales de la Estación Meteorológica de Rocha. Serie 1980-2006. Dirección Nacional de Meteorología
- DGRNR. 2006. Actualización de la carta forestal del Uruguay con Imágenes del Año 20004. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. MGAP, En: http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/Forestal/CARTA_FORESTAL2004.pdf
- DSF. 1979. Carta de Reconocimiento de Suelos. Clasificación de Suelos. Tomo III. Dirección de Fertilizantes y Suelos. MGAP. Montevideo.
- DSF. 1976. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, (escala 1/1.000.000). Dirección de Fertilizantes y Suelos MAP. Montevideo
- Duncan, D. 1955. Multiple Range Tests and Multiple F Test. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- Elizalde, G. 1996. Ensayo de clasificación de categorías de paisaje. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Venezuela.
- ESRI. 1996. ArcView GIS. The Geographic Information System for Everyone. Environmental Systems Research Institute.
- Faccio, C.; Achkar, M. 2008. Propuesta de ingreso del Área Parque Nacional Laguna Negra al Sistema Nacional del Área Protegida. Convenio PROBIDES. Facultad de Ciencias. UdelaR.
- Faccio, C.; Achkar, M. 2008. Propuesta de ingreso del Área Paso Centurión- Sierra de Ríos al Sistema Nacional del Área Protegida. Convenio PROBIDES. Facultad de Ciencias. UdelaR.
- Fagúndez, C.; Lezama, F. 2005. Distribución Espacial de la Vegetación Costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe Freplata. Sección Ecología. Facultad de Ciencias - UdelaR
- Freden, S.; Gordon, F. 1983. LANDSAT Satellites. Manual of Remote Sensing. Volume I, 2^{da} Edition (American Society of Photogrammetry, Falls Church, Va., 1983), pp. 517-570.
- García-Villalpando, J. A; Castillo-Morales, A, Ramírez-Guzmán, M. E1, Rendón-Sánchez; G.; Larqué-Saavedra; M. 2006. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnet, Hsu y Bechhofer para la selección de medias.
- Gilvear, D.; Byant, R. 2003. Analysis of aerial photography and other remotely sensed data. In: Kondolf, G.M., Piegay, H. (Eds.), *Tools in Fluvial Geomorphology*. Wiley, Chichester, U.K., pp. 135–170.
- Giorgi, F. 2002. Variability and trends of sub-continental scale surface climate in the twentieth century. Part I: Observation. *Climate Dynamics*, 18, 675-691. En: Barros, V.; Menéndez, A.; Nagy, G. (Eds): *El Cambio climático en el Río de la Plata*. CIMA/CONICET.

- González, V.; Pesce, F.; Quintans, F.; Rodríguez, A.; Zerbino, S. 2003. Diagnóstico Ambiental Parque Lacustre Garzón. Departamento de Rocha. Curso Diagnóstico Ambiental, Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias. Montevideo, Uruguay.
- Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson.
- Gutiérrez, O. 2010. Dinámica sedimentaria en la costa uruguaya: Evolución y tendencias de playas urbanas en el marco del cambio global. Tesis de maestría en Ciencias Ambientales. UdelaR. Montevideo
- Herzig, M. 1993. Informe preparado a partir de la Misión Técnica de Ramsar, enmarcada dentro de las acciones de seguimiento a la aplicación del Procedimiento de Monitoreo al Sitio Ramsar "Bañados del Este y Franja Costera", Uruguay.
- Hooke, J.; Yorke L. 2010. Rates, distributions and mechanisms of change in meander morphology over decadal timescales, River Dane, UK. *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 35, issue 13, pp. 1601-1614
- Hooke, J. 2007. Spatial variability, mechanisms and propagation of change in an active meandering river. *Geomorphology*, 84(3-4), pp. 277-296
- Hughes. M.; Mc Dowell, P.; Andrew, W. 2006. Accuracy assessment of georectified aerial photographs: Implications for measuring lateral channel movement in a GIS. *Geomorphology*, Volume 74, Issues 1-4, March 2006, Pages 1-16
- Hsu, J. C. 1981. Simultaneous confidence intervals for all distances from the best. *Ann. Stat.* 9:1026-1034. En: Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. *Agrociencia* 35:79-86. 2001
- INE. 2005. Censo Preliminar. Fase -1. Instituto Nacional de Estadística. Montevideo http://www.ine.gub.uy/fase1new/divulgacion_definitivos.asp
- INE. 2006. Base de datos de página Web INE, <http://www.ine.gub.uy>
- INPE. 2011. Catálogo de Imágenes Satelitales. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales-Brasil. <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.
- IPCC. 1996. Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change. En: El cambio climático en la Cuenca del Plata. 2006. Editores: Barros, V.; Clarke, R.; Silva, P. CONICET
- IPCC. 2001. Tercer informe de evolución. Cambio Climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. PNUMA. <http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/impact-adaptation-vulnerability/impact-spm-ts-sp.pdf>
- Iriondo, M. 1981. Antigüedad del último cambio climático en el litoral. *Rev. Ecología* Vol. 6. CADINQUA (INQUA-AGA-CONICET). Buenos Aires
- Iriondo, M.; García, N. 1993. Climatic variations in the Argentine plains during the last 18000 years. En: *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 101:110-127.

- Iriondo, M. 1993. El Litoral. En: M. Iriondo (ed). El Holoceno en la Argentina. Vol. 2.1-21. CADINQUA (INQUA-AGA-CONICET). Buenos. Aires.
- Iriondo, M. 1996. Estratigrafía del Cuaternario de la Cuenca del Río Uruguay. En: XIII Congresos Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas IV: 15- 25.
- Jonson, D. 2000. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. Editores International Thomson. México. En: Sosa et al, 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la Región Arida del Estado de Chihuahua, México
- Jorcin, A. 1999. Temporal and special variability in the macrozoobentic community along a salinity gradient in the Castillos Lagoon (Uruguay). Arch. Hydrobiol. 146: 3: 369- 384. Stuttgart.
- Jordan, C. F. 1969. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. Ecology N° 50. 663-666p.
- Kalnay, E.; M. Kanamitsu, R.; Kistler, W.; Collins, D.; Deaven, L.; Gandin, M.; Iredell, S.; Saha, G.; White, J.; Woollen, Y.; Zhu, M.; Chelliah, W.; Ebisuzaki, W.; Higgins, J.; Janowiak, K.; Mo, C.; Ropelewski, J.; Wang, A.; Leetmaa, R.; Reynolds, R. Jenne, D. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. NCEP/NCAR 40 -Year reanalysis project. Bulletin of the American Meteorological Society, 77(3): 437-470. <http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgi-bin/data/composites/printpage.pl>
- Keuls, M. 1952. Use of the "Studentized Range" in Connection with an Analysis of Variance. Euphytica, 1, 112-122.
- Kraus C.; Trillmich F. Nkele J. 2005. Reproduction and growth in a precocial small mammal, *Cavia magna*. Journal of Mammalogy, 86(4):763-772. En: SNAP, 2009.
- Korkalainen, T y Laurén, A. 2006. Using phytogeomorphology, cartography and GIS to explain forest site productivity expressed as tree height in southern and central Finland. Geomorphology 74 (2006) 217-284.
- Lillesand, T. y Kieffer, R. 1994. Remote Sensing and Image Intepretation. 3ª ed. Wiley & Sons, inc. EEUU.
- Lafitte; Hurrell, 1997. En Fagúndez, C. y Lezama, F. 2005. Distribución Espacial de la Vegetación Costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe Freplata. Sección Ecología. Facultad de Ciencias. UdelaR
- Leoni, C.; Veró, F.; Alonso, E. 1995. La flora entre las manos. Fichas didácticas 2, PROBIDES
- Leopold, L. B. 1973. River channel change with time: an example. Geological Society of America Bulletin 84, 1845-1860.
- Leopold, L.; Wolman, M.; Millier, J. 1964. Fluvial Processes in Geomorphology. Freeman. San Francisco. Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson.

- Leopold, L. B.; Wolman, M. G. 1957. River meanders patterns: braided, meandering and straight. United States Geological Survey Professional Papers, 282B, 39-85. En: Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson.
- Legendre, P.; Borcard, D. 2000. Statistical comparison of univariate tests of homogeneity of variances. Journal of Statistical Computation and Simulation. Département de sciences biologiques, Université de Montréal.
- Maestre, F.T.; Escudero, A.; Bonet, A. (Eds). 2008. Introducción al Análisis Espacial de Datos en Ecología y Ciencias Ambientales: Métodos y Aplicaciones. Dykinson, Madrid, España.
- Malvárez, A. I. 1997. Las comunidades vegetales del delta del Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones de paisaje. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires
- Malvárez, A. I. 1997. Aspectos ecológicos del evento de inundación 1982-83. En: Efectos del evento de inundación de 1982-83 sobre la región del Delta del río Paraná. El caso del Dto. Victoria, Entre Ríos. Informe parcial del proyecto UBACYT AM- 05/94.
- Marengo, J. (Coord); Menéndez, A.; Guetter, A.; Hogue, T.; Mechoso, C. 2004. Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Caracterización y Evaluación de Métodos de Predicción de Eventos Extremos de Clima y de la Hidrología en la Cuenca del Plata. Informe Final. Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en relación con los efectos hidrológicos de la Variabilidad y cambio Climático.
- Mautecci, S.; Buzai, G. 1998. Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial. Centro de Estudios Avanzados de Buenos Aires. EUDEBA.
- Menafrá, R.; Rodríguez-Gallego, L.; Scarabino, F.; Conde, D. (Eds). 2006. Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. Vida Silvestre Uruguay.
- Micheli, E.R., 2000. Quantifying the effects of riparian vegetation on river meander migration. Ph.D. Thesis, Univ. of Calif. Berkeley. En: Constantine, C; Dunne, T; Hanson, G. 2009. Examining the physical meaning of the bank erosion coefficient used in meander migration modeling. Geomorphology, Volume 106, Issues 3-4, Pages 242-252
- MTyD. 2010. Anuario 2009. Boletín estadístico. Ministerio de Turismo y Deporte <http://www.mintur.gub.uy/images/stories/pdf/estadisticas/anuarios/Anuario2009.PDF>
- Milliken, G.; Johnson, D. 1992. Analysis of messy data. Volume I: designed experiments. Chapman and Hall, London. 473 pp.
- Minetti, J.; Pobrete, A.; Acuña, L.; Casagrande, G. 2003. Non Linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile. 1931-1999. *Atmósfera*, 16, 119-135. En: Barros, V.; Menéndez, A.; Nagy, G. (Eds): El Cambio climático en el Río de la Plata. Buenos Aires, CIMA/CONICET.

- Molinero, L. 2003. Bondad de ajuste a una normal. Transformaciones. Pruebas no paramétricas. <http://www.seh-lelha.org/pdf/noparame.pdf>
- Montaña, J.; Bossi, J. 1995. Geomorfología de los humedales de la Cuenca de la Laguna Merín en el Departamento de Rocha. Cátedra de Geología. PROBIDES
- MTOP/PNUD/UNESCO. 1979. Conservación y mejora de playas - URU. 73.007. Montevideo.
- Morisawa, M. 1968. Streams: Their dynamics and morphology. McGraw Hill Book Co. New York. En: Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología Ed. Pearson.
- Morisawa, M. 1985. Rivers: Form and Processes. Longman. London. En: Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson.
- Newman, D. 1939. The Distribution of Range in Samples from a Normal Population, Expressed in Terms of an Independent Estimate of Standard Deviation. *Biometrika*, 31, 20-30.
- NASA. 2011. The Landsat Program. <http://landsat.gsfc.nasa.gov>
- Norman, G.; Streiner, D. 1996. Bioestadística. Ed. Mosby.
http://books.google.com.uy/books?id=yCLUYL14tlQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Norbis, W. ; Langone, J. 1997. Fauna. En Reserva de Biosfera Bañados del Este. Avances del Plan Director. PROBIDES.
- Norbis, W. 2000. Estudios sobre la población de camarón rosado (*Penaeus paulensis*) en las lagunas costeras de la Reserva de Biosfera Bañados del Este. PROBIDES. 2000.
- Norusis, M. 1993. SPSS for Windows. Base system 13. Statistic Guides.
- Norusis, M. 2004. SPSS 13.0. Advanced Statistical Procedures Companion. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2004.
- Pacheco, H.; Suárez, C. 2004. Mediciones Fotogramétricas para determinar variaciones de la posición de la línea de costa en el cordón litoral de la Laguna de Unare. Estado de Anzoátegui, Venezuela. *Ciencias de la Tierra, Acta Científica Venezolana*, 55: 97-106, 2004
- Panario, D.; Piñeiro, G. 1997. Vulnerability of oceanic dune systems under wind pattern change scenarios in Uruguay. *Climatic Research Special Issues*, 9(1-2): 67-68.
- Panario, D. 1999. Dinámica de la costa atlántica uruguaya. En: Seminario: Costa Atlántica. Estado actual del conocimiento y estrategia de investigación de la costa y sus barras lagunares (Rocha, marzo de 1997). Rocha, PROBIDES. 23-54 pp. (Serie Documentos de Trabajo N° 21)

- Panario, D. 2000. Las playas uruguayas. Su dinámica, diagnóstico de situación actual y tendencias a mediano plazo. En: Domínguez, A., R. Prieto (Coord.): Perfil ambiental del Uruguay - 2000. Montevideo..
- Panario, D.; Gutiérrez, O. 2006. Dinámica y fuentes de sedimentos de las playas uruguayas. En: Menafrá, R., Rodríguez, L., Scarabino, F., Conde, D. (Eds.): Bases para la conservación y manejo de la costa Uruguaya. Vida Silvestre Uruguaya, Montevideo.
- Panario, D.; Mazzeo, N.; Eguren, G.; Rodríguez, C.; Altesor, A.; Cayssials, R.; Achkar, M. 2006. Síntesis de los efectos ambientales de las plantas de celulosa y del modelo forestal en Uruguay. Facultad de Ciencias. Informe interno. Montevideo
- Panario, D.; Gutiérrez, O. (en prensa). Introducción a la geomorfología de lagunas costeras, lagos someros y charcas del Uruguay. En: F. García-Rodríguez (Ed.), El Holoceno en la zona costera del Uruguay, CSIC-UdelaR, Facultad de Ciencias, Montevideo.
- Paruelo, J.; Guerschman, J.; Piñeiro, G.; Jobbágy, E.; Verón, S.; Baldi, G.; Baeza, S. 2006. Cambios en el Uso de la Tierra en Argentina y Uruguay: Marcos conceptuales para su análisis. Agrociencia. (2006) Vol. X N° 2 pág. 47 - 61
- Pérez Arrarte, C. 2007. Plantaciones forestales e impactos sobre el ciclo del Agua. Un análisis a partir del desarrollo forestal en Uruguay. Grupo Guayuvirá
<http://www.uruguayambiental.com/publicaciones/PerezArrartePlantacionesForestales.pdf>
- Pérez, C. 2001. Técnicas Estadísticas con SPSS. Pearson Educación S.A. Prenteci Hall. Madrid.
- Pinilla, C. 1995. Elementos de Teledetección. RA- MA. Madrid
- Piñeiro, G.; Panario, D. 1993. Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. Montevideo, UNCIEP, Facultad de Ciencias.
- Poder Legislativo. 1977. Decreto de Ley N° 260/977. Parque Nacional Lacustre (Lagunas de José Ignacio, Garzón y Rocha)
- Poder Legislativo. 1987. Ley N° 15.939. Ley de Prioridad Forestal. Diciembre 1987.
En: <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/AccesoTextoLey.asp?Ley=15939&Anchor=>
- Poder Legislativo. 1987. Decreto de Ley N° 527/92.
- Poder Legislativo, 1988. Ley N° 15.939. Prioridad Forestal
- Poder Legislativo. 2000. Ley N° 17.234. Ley de creación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Marzo 2000.
<http://www.parlamento.gub.uy/leyes/AccesoTextoLey.asp?Ley=17234&Anchor=>

- Podestá, L.; Gavirondo, M. 2006. Cuantificación de variaciones laterales de cursos de agua mediante fotogrametría digital. Sensoramiento Remoto y Meteorología Aplicada/Medio Ambiente. Grupo Montevideo.
- Preciozzi, F.; Spoturno, J.; Heinzen, W.; Rossi, P. 1985. Memoria explicativa de la carta geológica del Uruguay a escala 1:500.000. DINAMIGE. Montevideo
- PROBIDES, 1999. Plan Director. Reserva de Biosfera Bañados del Este/Uruguay.
<http://www.probides.org.uy/publica/director.htm>
- Richards, K. 1982. Rivers: Form and Process in Aluvial Channels. Methuen. London. En: Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson
- Richards, K. 1987. Fluvial Geomorphology. Progress in Physical Geography, 11, 432-457. En: Gutiérrez Elorza, M. 2008. Geomorfología. Ed. Pearson
- Roche, H. 1995. Humedales: un enfoque económico. PROBIDES.
- Rodríguez Gallego, L. 2000. Descripción geomorfológica del Arroyo Valizas. Monografía del Curso de Geomorfología.
- Rodríguez Gallego, L.; Rodríguez Graña, L.; Conde, D. 2003. Las lagunas costeras de Uruguay: estado actual del conocimiento. Sección de Limnología. Fac. Ciencias. UdelaR.
http://www.freplata.org/documentos/archivos/Documentos_Freplata/Lagunas_costeras_Uruguay_conocimiento_actual_VJCM.pdf
- Rodríguez Gallego, L.; Santos, C.; Amado, S.; Gorfinkel, D.; González, M.; Gómez, J.; Neme, C.; Tommasino, H.; Conde, D. 2008. Costos y Beneficios socioeconomicos y ambientales del uso actual de la Laguna de Rocha y su cuenca: Insumos para la Gestión integrada de un Área Protegida Costera. Programa de Desarrollo Tecnológico. Proyecto 36-09. <http://www.amigosdelaslagunasderocha.org/media/pdf/Informe%20Final%20202.pdf>
- Salvador Figueras, M. 2001. Análisis de Conglomerados o cluster. Universidad de Zaragoza.
<http://www.5campus.org/leccion/cluster>
- Scasso, F. 2002. Ambientes acuáticos de la zona costera de los Humedales del Este. Estado actual y estrategias de gestión. PROBIDES.
- Scheffé, H. 1959. The analysis of variance. New York. Wiley.
- Silvera, L.; Alonso, J.; Martínez, L. 2006. Efecto de las Plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. Agrociencia (2006). Vol. X. Nº 2, pag 75-93
<http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/VOL10/2/pp75-93.pdf>
- SGM. 1967. Cartas topográficas a escala 1/50.000. Servicio Geográfico Militar.
- SNAP. 2005. Evaluación de la eficiencia de manejo de las áreas protegidas de Uruguay. Informe 2005. Proyecto Fortalecimiento del proceso de implementación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (URR/05/001)

- SNAP. 2009. Proyecto de ingreso del área protegida marino-costera de Cabo Polonio. <http://www.snap.gub.uy/dmdocuments/CaboPolonio-ProyectoingresoSNAPmayo2009.pdf>
- Sokal, R.; Rohlf, F. 1995. Biometry. The Principles and Practice of Statistics in Biological Research (Third Edition). New York: W. H. Freeman.
- SSRFAU. 2006. Vuelos aéreo fotográficos a escala 1/20.000. Servicio de Sensores Remotos de la Fuerza Aérea Uruguaya.
- Stone, R.; Hammer, G.; Marcussen, T. 1996. Prediction of global rainfall probabilities using phases of the Southern Oscillation Index. *Nature* 384, 252 - 255 (21 November 1996). <http://www.nature.com/nature/journal/v384/n6606/abs/384252a0.html>
- Sosa, M.; Galarza, J.; Lebgue, T.; Soto, R.; Puga, S. 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la Región Árida del Estado de Chihuahua, México. *Ecol.apl.* v.5 n.1-2 Lima dic. 2006. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S17262162006000100007&script=sci_arttext
- Tucker, C. J.; Miller L. D. 1977. Shortgrass prairie spectral measurements. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. Vol. 41, N°9. 1975. 1157-1162 pp.
- Tukey, J. 1953. The Problem of Múltiple Comparisons. Unpublished manuscript. Princeton University.
- UDELAR. 1955. Relatos de Viajes, Memorias y Autobiografía. Viaje de William Toller a la Banda Oriental y Río de la Plata. en 1715 Tomo II. Documentos para la historia de la República Oriental del Uruguay. Montevideo
- UITS. 2010. SPSS Versión 17. University Information Technology Services. (<http://www.indiana.edu/~statmath/stat/spss/win/index.html>)
- Vicente Villardón, J. 2000. Introducción al análisis de cluster. Departamento de Estadística. Universidad de Salamanca.
- Visauta, B. 1998. Análisis Estadístico con SPSS para WINDOWS (Vol II. Análisis Multivariante). Mc-Graw Hill.
- Welch, B. L. 1936. Specification of rules for rejecting too variable a product, with particular reference to an electric lamp problem. *J. Roy. Statist. Soc., Suppl.* 3, 29-48.
- Welch, B. L. 1938. The significance of the difference between two means when the population variances are unequal. *Biometrika*, 29, 350-361.
- Wilks, D. S. 2006. Statistical Methods in the atmospheric Sciences. Department of Earth and Atmospheric Sciences. Cornell University. 2ª Edition. Elsevier.

Zavala, H. 1986. Introducción al enfoque multivariado en estudios de vegetación. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa. En Sosa *et al*, 2006. Clasificación de las comunidades vegetales en la Región Árida del Estado de Chihuahua, México. Ecol.apl. v.5 n.1-2 Lima.

11. INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DESCRIPCIÓN DE MOSAICOS FOTOGRÁFICOS	11
TABLA 2: DETALLE DE LAS IMÁGENES SATELITALES	12
TABLA 4: COBERTURAS DE BASE DEL SIG	14
TABLA 5: N ° DE POLÍGONOS POR PERÍODOS	15
TABLA 6: CATEGORÍAS ESTABLECIDAS PARA LA CLASIFICACIÓN	21
TABLA 7: USOS DEL SUELO EN LAS ÁREAS DE ENUMERACIÓN	24
TABLA 8: CULTIVOS CEREALEROS E INDUSTRIALES, PRADERA Y FORRAJES	25
TABLA 9: UNIDADES DE SUELO EN LA LAGUNA DE CASTILLOS	26
TABLA 10: GRUPOS DE SUELOS EN LA LAGUNA DE CASTILLOS	27
TABLA 11: CUANTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE ACRECIÓN/EROSIÓN	34
TABLA 12: SUPERFICIES REMOVIDAS POR PROCESOS DE ACRECIÓN/EROSIÓN	34
TABLA 13: RANGOS DE MIGRACIÓN LATERAL ENTRE PERIODOS	36
TABLA 14: ANCHO MEDIO DEL CANAL (M)	37
TABLA 15: DESCRIPCIÓN DE LA SERIE DE DATOS DE RML (1943/2006)	39
TABLA 16: PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE	39
TABLA 17: PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE RML	40
TABLA 18: PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE LNRML	41
TABLA 19: ANOVA PARA LOS LN(RML) ENTRE PERIODOS	42
TABLA 20: PRUEBAS POST HOC	45
TABLA 21: PRUEBAS POST HOC DE EROSIÓN	47
TABLA 22: RESULTADOS DEL ANÁLISIS JERÁRQUICO DE CLUSTER	48
TABLA 23: DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DEL CONGLOMERADO.	51
TABLA 24: PRECIPITACIONES MENSUALES	57
TABLA 25: RESULTADOS DE LA ANOVA	57
TABLA 26: RESULTADOS POST HOC DE TUKEY Y SCHEFFÉ	58
TABLA 27: DIFERENCIA MENSUAL	59
TABLA 28: RESUMEN DE ANOMALÍAS	60
TABLA 29: RESUMEN DE ANOMALÍAS EXTREMAS	60
TABLA 30: RESUMEN DE VIENTO (DIRECCIÓN E INTENSIDAD)	62
TABLA 31: N° DE EVENTOS EXTREMOS DE VIENTOS MERIDIONALES (NOAA)	67
TABLA 32: COBERTURAS DEL SUELOS	67

12. INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
FIGURA 2: DETALLE DE DIGITALIZACIÓN	14
FIGURA 3: LOCALIZACIÓN DE LOS LÍMITES DEL CANAL	15
FIGURA 4: TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	23
FIGURA 5: PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL.	24
FIGURA 6: UNIDADES DE SUELO A ESCALA 1/1.000.000. DSF, 1979	26
FIGURA 7: ASOCIACIONES VEGETALES A ESCALA 1/20.000.	28
FIGURA 8: CURSO DEL AºVALIZAS.	29
FIGURA 9: EROSIÓN EN MARGEN DERECHA.	31
FIGURA 10: DETALLE DE LA TERRAZA.	31
FIGURA 11: EROSIÓN EN LA MARGEN IZQUIERDA	31
FIGURA 12: CANAL ARTIFICIAL.	32
FIGURA 13: CANAL ARTIFICIAL ENTRE EL BAÑADO Y EL AºVALIZAS	32
FIGURA 14: PUERTO NATURAL SOBRE EL AºVALIZAS	33
FIGURA 15: TASAS DE REMOCIÓN ANUAL DE ACRECIÓN/EROSIÓN	35
FIGURA 16: COMPORTAMIENTO DE RML POR ACRECIÓN/EROSIÓN	36
FIGURA 17: EVOLUCIÓN DEL ANCHO DEL CANAL	37
FIGURA 18: CORRELACIÓN ENTRE LA TRA Y RLM	38
FIGURA 19: SUBCONJUNTOS HOMOGÉNEOS (TEST TURKEY)	43
FIGURA 20: VISTA DEL CABO POLONIO DESDE EL CERRO BELLA VISTA.	43
FIGURA 21: VISTA DEL AºVALIZAS DESDE LA VERTIENTE SUR.	43
FIGURA 22: VISTA DE LAS MÁRGENES DEL Aº VALIZAS	44
FIGURA 23: FONDO DEL SISTEMA DUNAR DEL CABO POLONIO	44
FIGURA 24: AGRUPAMIENTO DE RML POR PROCESOS Y PERIODO	46
FIGURA 25: DENDROGRAMA (MÉTODO DE WARD)	49
FIGURA 26: AGRUPAMIENTOS DE LOS MAYORES RML POR EROSIÓN-	50
FIGURA 27: LOCALIZACIÓN DE LOS RML EN EL SECTOR A.	51
FIGURA 28: VISTA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL SECTOR A.	52
FIGURA 29: VISTA PANORÁMICA DEL SECTOR B.	52
FIGURA 30: LOCALIZACIÓN DE LOS RML EN EL SECTOR B.	53
FIGURA 31: CANAL MEÁNDRICO EN EL SECTOR B.	53
FIGURA 32: LOCALIZACIÓN DE LOS RML EN EL SECTOR C.	54
FIGURA 33: CIERRE DE LA BARRA ARENOSA DEL AºVALIZAS	55
FIGURA 34: EFECTO DE LOS BOTES EN LAS MÁRGENES DEL CANAL	55
FIGURA 35: DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIONES (MEDIAS MENSUALES)	58
FIGURA 36: DIFERENCIA EN LA DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIONES	59
FIGURA 37: COMPARACIÓN PARA LA PRIMAVERA DE 1983	61
FIGURA 38: COMPARACIÓN DE LAS PRECIPITACIONES ENTRE 1998/1999	61
FIGURA 39: COMPARACIÓN PARA EL OTOÑO 2000	61
FIGURA 40: VISTA PANORÁMICA DE LA BARRA CERRADA	61
FIGURA 41: DESEMBOCADURA DEL Aº VALIZAS	63
FIGURA 42: PATRONES DE RUMBOS DE VIENTOS ESTACIONALES	64
FIGURA 43: PATRONES DE VIENTOS ESTACIONALES POR INTENSIDAD	65
FIGURA 44: VISTA DE LAS MÁRGENES DEL AºVALIZAS	66
FIGURA 45 Y 46: CULTIVOS FORESTALES EN LA CUENCA SARANDÍ.	68
FIGURA 47: VISTA DE LA MARGEN CÓNCAVA	72
FIGURA 48: MARGEN CONVEXA EN LA DESEMBOCADURA	72
FIGURA 49: TERRAZA CON MATERIALES FINOS Y SUELO.	73

ANEXO I. CUENCA DE LA LAGUNA DE CASTILLOS

Características Climáticas

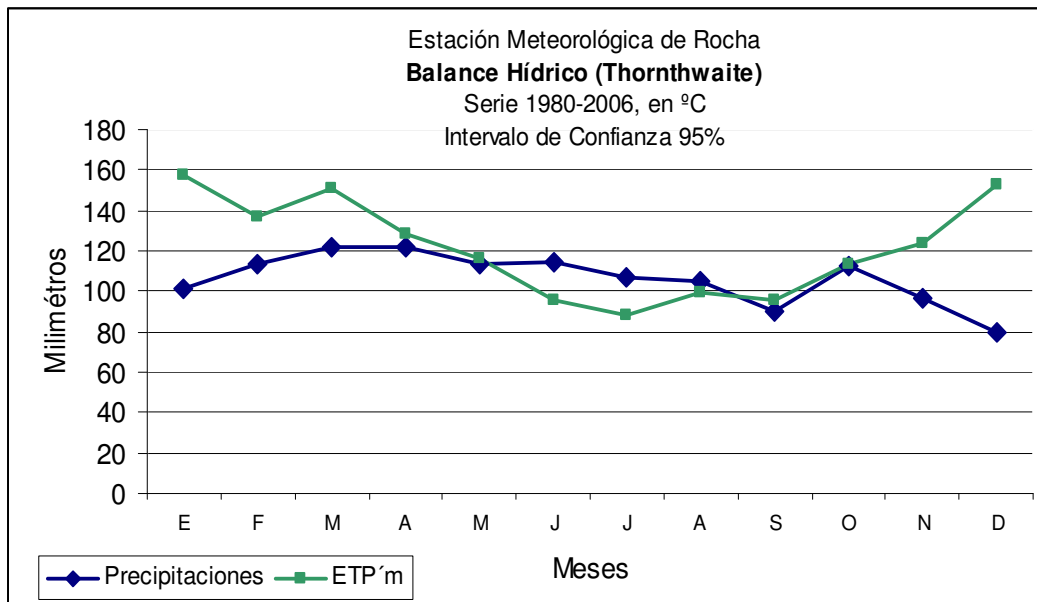


Figura 1- Balance Hídrico Método de Thornthwaite. Serie: 1981–2009, en mm.

Uso del Suelo

Tablas 1 y Tabla 2 presentan la distribución de los establecimientos agropecuarios ubicados en la Laguna de Castillo, en función del tamaño de los predios y el régimen de tenencia de la Tierra (DIEA, 2003).

Tabla 1: Tamaño de los establecimientos agropecuarios en las áreas de enumeración

Tamaño de la explotación (ha)	Explotaciones	
	Total	%
TOTAL	660	100
1 a 4	22	3,33
5 a 9	40	6,06
10 a 19	52	7,88
20 a 49	107	16,21
50 a 99	122	18,48
100 a 199	122	18,48
200 a 499	108	16,36
500 a 999	53	8,03
1000 a 2499	28	4,24
2500 a 4999	2	0,30
5000 a 9999	4	0,61
10000 y más	0	0,00

Fuente: DIEA, MGAP, 2003

Tabla 2: Tamaño de los predios por régimen de Tenencia de la Tierra, en las áreas de enumeración.

Tenencia de la Tierra	Sup. (ha)
Propietarios	97.776
Arrendatarios	20.802
Ocupantes	1.116
Propietarios /Arrendatarios	50.195
Propietarios /Aparceros	86
Otras formas ^{2/}	45.210
SUP. TOTAL	215.185

Fuente: DIEA, MGAP, 2003

En la Tabla 3 se describen las principales características de cada unidad de suelo, según la Dirección de Suelos y Fertilizantes (DSF, 1979).

Tabla 3: Características de las unidades de suelos en la cuenca de la Laguna de Castillos				
Unidad de suelo	Materiales generadores	Suelos¹⁹	Relieve	Vegetación
Angostura (Ag)	Arenas recientes Sed. arenó-arcillosos cuaternarios	Arenosoles Planosoles Argisoles Arenas	Dunas y cordones litorales, llanuras altas, medias y lomadas suaves costeras con arena y cárcavas muy profundas	Comunidades psamófilas y Pradera predominio estival de tapiz denso y algo abierto, con comunidades hidrófilas asociadas
Laguna Merín (LMe)	Sedimentos de texturas heterogéneas, recientes	Gleysoles	Llanuras bajas, con dunas y cordones litorales asociados	Comunidades hidrófilas y halófilas paludosas (Humquillares) con praderas estival de tapiz denso y Comunidades psamófilas Pradera predominantemente estival de tapiz denso con
Lascano (La)	Sedimentos limo-arcillosos de Formación Dolores.	Planosoles Argisoles y Gleysoles Solonetz	Llanuras altas con algunas llanuras bajas asociadas a las vías de drenaje principales.	parque de palmares y comunidades hidrófilas asociados y comunidades halófilas uliginosas accesorias.
José Pedro Varela (JPV)	Sedimentos limo-arcillosos de escaso espesor sobre basamento cristalino.	Brunosoles, Argisoles	Colinas cristalinas no rocosas, ocasionalmente algo rocosas. A veces interfluvios aplanados. Sierras no rocosas	Pradera predominantemente invernal de tapiz denso y algo abierto con parque, matorral y monte serrano y selva fluvial típica, accesorios.
Sierra Polanco (SP)	Ectininas, migmatitas y granitos predevonianos	Brunosoles Litosoles	asociadas a sierras rocosas y sierras aplanadas rocosas accesorias.	Pradera predominantemente invernal de tapiz ralo y algo abierto con matorral y monte serrano y comunidades xerófitas, asociada, y selva fluvial típica, accesorios.

Fuente: DSF, 1979

¹⁹ Anexo 1 – Texto explicativo de la taxonomía de suelos utilizada en Uruguay

Tabla 4: Síntesis con los Grupos de Suelos CONEAT en la Laguna de Castillos

UNIDAD	Has	%	Suelos Dominantes	Suelos Asociados	Fertilidad	DRENAJE	Formas de Relieve	Litología	Uso del Suelo
07.1	8145	6,06	Arenas Arenosoles	Arenosoles	Muy baja	Excesivo	Dunas	sedimentos arenosos	Turístico- Forestal- Pastoril
07.2	4590	3,42	Arenas	Sin Información	Muy baja	Excesivo	Dunas	sedimentos arenosos modernos	Forestal- Turístico
09.1	4457	3,32	Planosoles/ Argisoles	Sin Información	Baja	Imperfecto	Lomadas	sedimentos Ar Ac	Pastoril -Agrícola
10.7	10196	7,59	Brunosoles/ Argisoles	Arenosoles	Media	Moderado	Lomadas	Lodolita LAc sobre cristalino	Pastoril -Agrícola
2.10	3644	2,71	Litosoles/ Brunosoles	Arenosoles	Media	Bueno	Sierras	Ígneas /metamórficas	Pastoril
2.11a	8548	6,36	Brunosoles	Brunosoles/ Litosoles	Media	Bueno	Sierras	Ígneas /metamórficas	Pastoril
2.11b	2456	1,83	Litosoles/ Brunosoles	Sin Información	Media	Bueno	Sierras	Ígneas /metamórficas	Pastoril
2.12	21780	16,21	Litosoles/ Brunosoles	Brunosoles/ itosoles	Media	Moderado	Sierras	Ígneas/ metamórficas	Pastoril
2.21	18081	13,46	Brunosoles/ Argisoles	Brunosoles	Media	Moderado	Colinas	Fino manto sedimentos LAc sobre cristalino	Pastoril
3.11	6616	4,93	Gleysoles/ Histosoles	Sin Información	Muy alta	Muy Pobre	Planicies	Sedimentos heterogéneos recientes	Sin Uso
3.12	1168	0,87	Gleysoles	Sin Información	Baja	Muy Pobre	Planicies	Sedimentos heterogéneos recientes	Pastoril
3.13	19	0,01	Histosoles/ Gleysoles	Sin Información	Muy alta	Muy Pobre	Planicies	Sedimentos heterogéneos recientes	Pastoril
3.14	942	0,70	Gleysoles	Sin Información	Muy alta	Pobre	Planicies	Sedimentos finos recientes	Pastoril
3.15	2883	2,15	Gleysoles	Sin Información	Muy alta	Pobre	Planicies	Sedimentos finos recientes	Pastoril
3.2	1799	1,34	Fluvisoles	Gleysoles	Variable	Pobre	Planicies	Sedimentos modernos variables	Pastoril
3.30	7520	5,60	Gleysoles	Gleysoles	Muy alta	Pobre	Planicies	Sedimentos variables recientes	Pastoril -Agrícola
3.31	5885	4,38	Gleysoles	Fluvisoles	Alta	Pobre	Planicies	Sedimentos aluviales de textura variable	Pastoril
3.41	6568	4,89	Gleysoles	Gleysoles	Alta	Imperfecto	Planicies	Sedimentos AcL	Pastoril -Agrícola
3.51	273	0,20	Solods/ Solonetz	Planosoles/ Gleysoles	Media	Imperfecto/ Muy Pobre	Planicies	Lodolitas limo arcillosas	Pastoril -Agrícola
3.53	3111	2,32	Planosoles	Sin Información	Muy baja	Imperfecto	Planicies	Sedimentos ArL	Pastoril -Agrícola
3.54	15657	11,65	Planosoles	Argisoles/Gleysoles	Media	Imperfecto	Planicies	Lodositas LAc	Agrícola -Pastoril

Fuente: CONEAT, 1994

ANEXO II- TABLAS DE RANGO DE MIGRACIÓN LATERAL

Tabla 1: Polígonos generados entre 1943-2006

ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m ² /a)	RML (m/a)	ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m ² /a)	RML (m/a)
3	1	101	1011	1	1ADE1	190	0,23	11	1	101	1012	1	1AIZ8	144	0,40
4	1	101	1011	1	1ADE10	83	0,29	1	1	101	1012	1	1AIZ9	134	0,35
7	1	101	1011	1	1ADE11	78	0,26	11	1	102	1021	2	1EDE1	136	0,19
8	1	101	1011	1	1ADE12	173	0,21	12	1	102	1021	2	1EDE10	103	0,15
9	1	101	1011	1	1ADE13	425	0,74	11	1	102	1021	2	1EDE11	277	0,42
14	1	101	1011	1	1ADE14	103	0,59	6	1	102	1021	2	1EDE12	1.307	1,27
7	1	101	1011	1	1ADE2	205	0,19	11	1	102	1021	2	1EDE2	139	0,16
5	1	101	1011	1	1ADE3	99	0,15	7	1	102	1021	2	1EDE3	69	0,22
7	1	101	1011	1	1ADE4	122	0,27	12	1	102	1021	2	1EDE4	968	0,51
10	1	101	1011	1	1ADE5	46	0,29	4	1	102	1021	2	1EDE5	154	0,44
10	1	101	1011	1	1ADE6	233	0,41	13	1	102	1021	2	1EDE6	176	0,28
12	1	101	1011	1	1ADE7	347	0,60	10	1	102	1021	2	1EDE7	246	0,48
9	1	101	1011	1	1ADE8	144	0,23	1	1	102	1021	2	1EDE8	250	0,52
13	1	101	1011	1	1ADE9	75	0,17	1	1	102	1021	2	1EDE9	332	0,39
13	1	101	1012	1	1AIZ1	25	0,19	2	1	102	1022	2	1EIZ1	467	0,41
15	1	101	1012	1	1AIZ10	117	0,39	2	1	102	1022	2	1EIZ10	296	0,41
9	1	101	1012	1	1AIZ11	98	0,38	14	1	102	1022	2	1EIZ11	104	0,24
3	1	101	1012	1	1AIZ12	71	0,29	10	1	102	1022	2	1EIZ12	727	0,45
6	1	101	1012	1	1AIZ13	332	0,80	3	1	102	1022	2	1EIZ13	162	0,30
16	1	101	1012	1	1AIZ14	126	0,68	4	1	102	1022	2	1EIZ14	315	0,59
17	1	101	1012	1	1AIZ15	76	0,33	4	1	102	1022	2	1EIZ2	184	0,30
12	1	101	1012	1	1AIZ16	809	1,74	3	1	102	1022	2	1EIZ3	594	0,37
8	1	101	1012	1	1AIZ2	34	0,11	5	1	102	1022	2	1EIZ4	50	0,13
1	1	101	1012	1	1AIZ3	11	0,11	6	1	102	1022	2	1EIZ5	357	0,47
8	1	101	1012	1	1AIZ4	80	0,26	15	1	102	1022	2	1EIZ6	135	0,34
8	1	101	1012	1	1AIZ5	248	0,31	5	1	102	1022	2	1EIZ7	486	0,75
9	1	101	1012	1	1AIZ6	83	0,24	5	1	102	1022	2	1EIZ8	542	0,63
14	1	101	1012	1	1AIZ7	117	0,44	6	1	102	1022	2	1EIZ9	325	0,44

Tabla 2: Polígonos generados entre 1967-1998

ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m ² /a)	RML (m/a)	ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m ² /a)	RML (m/a)
1	2	103	1031	1	2ADE1	295	0,18	15	2	104	1041	2	2EDE15	62	0,56
15	2	103	1031	1	2ADE10	665	0,91	2	2	104	1041	2	2EDE2	50	0,29
2	2	103	1031	1	2ADE2	83	0,16	3	2	104	1041	2	2EDE3	240	0,29
3	2	103	1031	1	2ADE3	63	0,27	4	2	104	1041	2	2EDE4	118	0,17
6	2	103	1031	1	2ADE4	147	0,19	5	2	104	1041	2	2EDE5	337	0,26
7	2	103	1031	1	2ADE5	125	0,31	6	2	104	1041	2	2EDE6	251	0,38
8	2	103	1031	1	2ADE6	144	0,27	7	2	104	1041	2	2EDE7	399	0,51
9	2	103	1031	1	2ADE7	93	0,26	8	2	104	1041	2	2EDE8	240	0,31
10	2	103	1031	1	2ADE8	62	0,18	9	2	104	1041	2	2EDE9	209	0,22
13	2	103	1031	1	2ADE9	174	0,17	1	2	104	1042	2	2EIZ1	161	0,19
3	2	103	1032	1	2AIZ1	67	0,12	10	2	104	1042	2	2EIZ10	575	0,49
4	2	103	1032	1	2AIZ2	35	0,18	11	2	104	1042	2	2EIZ11	287	0,41
5	2	103	1032	1	2AIZ3	74	0,27	12	2	104	1042	2	2EIZ12	159	0,20
6	2	103	1032	1	2AIZ4	48	0,14	13	2	104	1042	2	2EIZ13	155	0,32
6	2	103	1032	1	2AIZ5	55	0,22	14	2	104	1042	2	2EIZ14	345	0,34
8	2	103	1032	1	2AIZ6	107	0,28	15	2	104	1042	2	2EIZ15	1.286	0,44
9	2	103	1032	1	2AIZ7	43	0,17	16	2	104	1042	2	2EIZ16	623	0,76
10	2	103	1032	1	2AIZ8	34	0,14	2	2	104	1042	2	2EIZ2	161	0,27
11	2	103	1032	1	2AIZ9	23	0,11	3	2	104	1042	2	2EIZ3	63	0,22
1	2	104	1041	2	2EDE1	179	0,19	4	2	104	1042	2	2EIZ4	264	0,35

10	2	104	1041	2	2EDE10	134	0,18	5	2	104	1042	2	2EIZ5	80	0,26
11	2	104	1041	2	2EDE11	111	0,35	6	2	104	1042	2	2EIZ6	292	0,30
12	2	104	1041	2	2EDE12	190	0,31	7	2	104	1042	2	2EIZ7	384	0,31
13	2	104	1041	2	2EDE13	296	0,38	8	2	104	1042	2	2EIZ8	65	0,20
14	2	104	1041	2	2EDE14	766	0,88	9	2	104	1042	2	2EIZ9	542	0,65

Tabla 3: Polígonos generados entre 1998- 2006

ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m2/a)	RML (m/a)	ID	Periodo	Proceso	Margen	Proceso	Código	V.anual (m2/a)	RML (m/a)
1	3	105	1051	1	3ADE1	511	1,09	12	3	106	1061	2	3EDE10	629	0,82
10	3	105	1051	1	3ADE10	1.147	1,26	13	3	106	1061	2	3EDE11	232	0,62
11	3	105	1051	1	3ADE11	397	1,12	14	3	106	1061	2	3EDE12	436	0,69
12	3	105	1051	1	3ADE12	200	0,80	15	3	106	1061	2	3EDE13	875	1,42
13	3	105	1051	1	3ADE13	467	0,73	16	3	106	1061	2	3EDE14	50	0,40
15	3	105	1051	1	3ADE14	1.289	1,02	17	3	106	1061	2	3EDE15	32	0,82
16	3	105	1051	1	3ADE15	358	0,82	2	3	106	1061	2	3EDE2	601	0,68
17	3	105	1051	1	3ADE16	2.625	2,14	4	3	106	1061	2	3EDE3	52	0,16
2	3	105	1051	1	3ADE2	399	1,12	5	3	106	1061	2	3EDE4	97	0,50
3	3	105	1051	1	3ADE3	510	1,12	6	3	106	1061	2	3EDE5	513	1,34
4	3	105	1051	1	3ADE4	115	0,48	7	3	106	1061	2	3EDE6	1.367	1,71
5	3	105	1051	1	3ADE5	637	1,42	8	3	106	1061	2	3EDE7	97	0,42
6	3	105	1051	1	3ADE6	314	0,44	9	3	106	1061	2	3EDE8	580	0,81
7	3	105	1051	1	3ADE7	113	1,46	11	3	106	1061	2	3EDE9	375	0,65
8	3	105	1051	1	3ADE8	1.243	1,25	1	3	106	1062	2	3EIZ1	619	1,43
9	3	105	1051	1	3ADE9	573	0,96	10	3	106	1062	2	3EIZ10	323	0,40
1	3	105	1052	1	3AIZ1	685	1,12	11	3	106	1062	2	3EIZ11	208	0,43
10	3	105	1052	1	3AIZ10	349	0,52	12	3	106	1062	2	3EIZ12	1.046	0,72
11	3	105	1052	1	3AIZ11	463	1,50	13	3	106	1062	2	3EIZ13	191	0,76
12	3	105	1052	1	3AIZ12	1.698	1,79	14	3	106	1062	2	3EIZ14	2.877	2,70
13	3	105	1052	1	3AIZ13	122	0,75	17	3	106	1062	2	3EIZ15	1.052	3,03
2	3	105	1052	1	3AIZ2	358	0,48	2	3	106	1062	2	3EIZ2	363	0,92
3	3	105	1052	1	3AIZ3	108	0,29	3	3	106	1062	2	3EIZ3	428	0,94
4	3	105	1052	1	3AIZ4	666	1,00	4	3	106	1062	2	3EIZ4	172	0,61
5	3	105	1052	1	3AIZ5	1.171	1,25	5	3	106	1062	2	3EIZ5	825	1,16
6	3	105	1052	1	3AIZ6	112	0,37	6	3	106	1062	2	3EIZ6	305	0,56
7	3	105	1052	1	3AIZ7	641	1,08	7	3	106	1062	2	3EIZ7	852	1,23
8	3	105	1052	1	3AIZ8	366	0,75	8	3	106	1062	2	3EIZ8	927	1,33
9	3	105	1052	1	3AIZ9	507	0,85	9	3	106	1062	2	3EIZ9	1.152	0,98
1	3	106	1061	2	3EDE1	668	1,13								

Comparación de los RML (acreción/erosión) entre períodos

Tabla 4: Descriptivos de RML entre periodos

Descriptivos -Comparación en el comportamiento de RML entre periodos

SERIES	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
P1	56	-1,0772	0,56300	0,07523	-1,2280	-0,9265	-2,21	0,55
P2	50	-1,2957	0,48531	0,06863	-1,4337	-1,1578	-2,21	-0,09
P3	59	-0,1472	0,54064	0,07039	-0,2880	-0,0063	-1,83	1,11
Total	165	-0,8109	0,73104	0,05691	-0,9232	-0,6985	-2,21	1,11

Tabla 5: ANOVA Ln (RML) entre periodos

ANOVA- Logaritmo de Tasa de Remoción entre períodos

Series	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	44,382	5	8,876	32,623	0,000
Intra-grupos	43,263	159	0,272		
Total	87,645	164			

Tabla 6: Subconjunto de Ln (RML) entre periodos

Subconjuntos homogéneos para Ln(RML)

Series	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HSD de Tukey P2	50	-	
		1,2957	
P1	56	-	
		1,0772	
P3	59		-0,1472
Sig.		0,084	1,000

Comparación de los RML por Erosión entre períodos

Tabla 7: Descriptivos de Ln(RML) por erosión

Series	Casos	Media	Desviación típica	Error típico	Inter. de conf para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
102	26	-1,0005	0,51726	0,10144	-1,2094	-0,7916	-2,04	,24
104	31	-1,1296	0,42282	0,07594	-1,2847	-0,9745	-1,77	-,13
106	30	-0,1928	0,60079	0,10969	-0,4171	0,0316	-1,83	1,11
Total	87	-0,7680	0,66389	0,07118	-0,9095	-0,6265	-2,04	1,11

Tabla 8: ANOVA Ln (RML) por erosión

ANOVA Ln (RML) por erosión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15,385	2	7,693	28,694	0,000
Intra-grupos	22,520	84	0,268		
Total	37,905	86			

Comparación de los RML (Erosión) según las márgenes y por periodos

Tabla 9: Descriptivos Ln (RML) por erosión según las márgenes

Series	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1021	12	-1,0525	0,61243	0,17679	-1,4416	-0,6634	-1,90	0,24
1022	14	-0,9560	0,43878	0,11727	-1,2093	-0,7026	-2,04	-0,29
1041	15	-1,1462	0,44944	0,11604	-1,3951	-0,8973	-1,77	-0,13
1042	16	-1,1140	0,41047	0,10262	-1,3328	-0,8953	-1,66	-0,27
1061	15	-0,3520	0,59203	0,15286	-0,6799	-0,0242	-1,83	0,54
1062	15	-0,0335	0,58551	0,15118	-0,3578	0,2907	-0,92	1,11
Total	87	-0,7680	0,66389	0,07118	-0,9095	-0,6265	-2,04	1,11

Tabla 10: ANOVA Ln (RML) por erosión- Comparación entre márgenes

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	16,214	5	3,243	12,110	0,000
Intra-grupos	21,690	81	,268		
Total	37,905	86			

ANEXO III. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS INGRESOS DE AGUA A LA CUENCA

Tabla 1: Comparación de precipitaciones mensuales media.

ANOVA- Medias de Precipitaciones mensuales (mm). 90% de nivel de confianza

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2167,389	2	1083,694	5,134	0,011
Intra-grupos	6966,250	33	211,098		
Total	9133,639	35			

Tabla 2: Datos pluviométricos de la estación de Rocha (DNM)

Meses	P1 44-60	P2 61-90	P3 91-09	A-B	B-C
Dic	58	62	82	4,10	20,00
Ene	90	99	94	8,80	-5,18
Feb	87	107	112	20,40	5,00
Mar	89	90	142	1,30	52,00
Abr	97	72	136	-24,60	64,00
May	70	89	111	19,30	22,00
Jun	96	99	124	2,90	25,00
Jul	67	107	104	39,70	-3,00
Ago	86	111	99	25,10	-12,00
Set	105	106	84	1,20	-22,00
Oct	89	98	108	9,00	10,00
Nov	70	83	79	13,00	-4,00
	1003	1123	1275	120	152

Series pluviométricas 1944-2009. DNM

Tabla 3: Anomalías pluviométricas (DNM)

Año	Verano			Otoño			Invierno			Primavera		
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1980	6,4	16,7	67,3	-19,4	36,13	-39,33	78,57	15,57	-0,4	-61,68	-7,25	-25,53
1981	17	25,5	33,9	-31,8	-47,87	174,47	-78,83	12,77	7	38,92	-78,45	22,27
1982	-15,3	-13,3	-11,5	-6	-30,87	52,67	113,47	63,77	33,7	-18,78	-8,95	-54,13
1983	-33,6	-2,3	-18,7	-109,2	-15,47	-50,33	20,07	-54,93	98	114,92	150,75	87,17
1984	-49,5	16,8	62,2	-91,1	-22,07	17,47	39,87	71,17	-52,4	8,52	45,95	-37,63
1985	-16,6	-36,1	-16,9	4	-34,57	-15,13	44,47	-63,13	-13	52,62	48,35	-17,23
1986	6,9	78,1	-45,9	23,3	-79,17	63,27	-18,63	3,67	307,2	24,82	38,25	120,67
1987	44,5	-24,6	-5,6	-9,6	-66,67	12,67	-107,93	24,67	-24,9	-28,98	-6,45	-11,23
1988	-37,5	113,9	-32,5	68,8	-58,47	-62,23	-85,63	41,37	-85,9	-7,98	-45,45	109,57
1989	20,7	-38,1	-7,4	-35,5	27,93	-65,03	-74,63	-13,83	61,9	-3,58	-58,75	28,97
1990	-43,2	-32,2	83,3	-39,1	62,73	-45,73	-43,23	-79,23	-87,7	24,92	31,05	42,47
1991	-22,9	-19,7	-84,1	-103,4	-48,27	12,67	-20,03	73,97	16,8	40,02	77,45	-18,93
1992	-64,4	-16,4	13,9	-66,6	55,03	-9,03	8,57	13,37	-56,1	-52,08	-20,95	-39,53
1993	44,9	11,3	176,5	-78	206,23	-23,83	-18,23	64,37	16,7	-31,08	95,85	10,87
1994	-24,2	-37	-67,3	-11,5	-31,17	46,37	-58,43	115,67	-0,9	7,22	22,25	-26,83
1995	-35,5	36	39,4	99	-61,27	-82,33	-15,13	51,47	-69,5	-22,88	-37,55	29,67
1996	2,8	-31,6	-66,6	87,6	6,33	-77,23	-78,13	-54,83	-64	26,62	-28,85	-30,53
1997	95,2	4	-12,6	-72,6	-81,37	-36,73	38,27	-51,23	39,2	-58,08	-45,25	6,07
1998	84,7	13	-62,3	-35,8	108,73	-29,43	-17,93	7,97	-75,6	-32,38	-67,65	65,47
1999	15,5	36,2	52,8	-7,2	-0,97	-48,33	52,27	-2,53	-27,9	23,52	-31,45	-74,13
2000	12,6	-60,5	-49,8	-8,4	154,03	249,47	9,27	99,97	26,1	66,82	-47,65	-24,73
2001	-34,6	44	22,4	87,6	-72,97	-13,93	56,17	39,97	-15,1	-30,68	126,15	55,87
2002	89	54,7	76,7	344,2	-9,87	-3,03	-22,73	-11,33	22,7	-48,28	-23,65	9,77
2003	50,8	-38,4	56,2	-65,4	-71,47	56,17	46,67	-45,63	-24,6	69,62	-47,45	68,67
2004	30,3	115,7	-38,7	-94,4	87,43	34,17	-3,93	-60,93	-55,6	17,82	16,45	-29,53

2005	-39,9	-24,3	-79	-101,5	226,83	104,37	200,47	-53,23	-62,1	18,72	-40,55	-65,23
2006	26,6	4,8	72,7	255,9	-57,77	-86,53	42,37	-29,63	35,2	-50,78	-0,65	11,97
2007	-22,8	-89,7	38,7	102,1	32,33	10,77	-28,73	-85,53	5	38,72	134,45	-58,03
2008	-70	-74	22,2	2,6	-89,67	24,67	-26,03	8,07	-14,6	-64,78	-61,25	-22,23
2009	23,8	60,8	-97,9	31,7	-9,57	-68,33	53,87	-8,33	159,8	16,32	-29,85	-56,53
Hum	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Sec	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2
Ext5	66,92	-81,06	-90,31	-106,01	-85,10	-84,22	-95,66	-82,06	-86,71	-63,07	-72,51	-69,23
Ext10	48,87	-58,29	-77,83	-100,79	-78,55	-76,34	-78,76	-62,91	-74,99	-57,48	-61	-58,88
Ext90	81,31	76,37	76,3	101,79	149,5	100,26	76,33	73,69	94,39	65,4	123,12	85,32
Ext95	91,79	114,71	125,24	295,63	215,5	208,22	152,62	107,03	226,13	90	141,78	114,56

Tabla de Anomalías de Precipitaciones Serie 1980-2009

Tabla 4: Eventos extremos por estación térmica. (DNM)

Año	-				Meses EE				Año	Meses húmedos				Meses EE			
	V	O	I	P	VE	OE	IE	PE		V	O	I	P	VE	OE	IE	PE
1980	3	1	2	0	0	0	1	0	1995	2	1	1	1	0	0	0	0
1981	3	1	2	2	0	1	0	0	1996	1	2	0	1	0	0	0	0
1982	0	1	2	0	0	0	1	0	1997	2	0	2	1	1	0	0	0
1983	0	0	2	3	0	0	1	3	1998	2	1	1	1	1	0	0	0
1984	2	1	2	2	0	0	0	0	1999	3	0	1	1	0	0	0	0
1985	0	1	1	2	0	0	0	0	2000	1	2	3	1	0	2	1	1
1986	2	2	1	2	1	0	1	1	2001	2	1	2	2	0	0	0	1
1987	1	1	1	0	0	0	0	0	2002	3	1	1	1	2	1	0	0
1988	1	2	1	1	1	0	0	1	2003	2	1	1	2	0	0	0	1
1989	1	1	1	1	0	0	0	0	2004	2	2	0	2	1	0	0	0
1990	1	1	1	1	1	0	0	0	2005	0	2	1	1	0	2	1	0
1991	0	2	2	2	0	0	1	0	2006	3	1	2	1	0	1	0	0
1992	1	1	2	0	0	0	0	0	2007	1	3	1	2	0	1	0	1
1993	3	1	2	2	1	1	0	0	2008	1	2	1	0	0	0	0	0
1994	0	1	1	2	0	0	1	0	2009	2	2	2	1	0	0	0	0
	18	17	23	20	4	2	6	5		27	21	19	18	5	7	2	4

Resumen - N° de meses húmedos y N° de eventos extremos por estación térmica.

ANEXO IV. PATRONES DE VIENTO



ARMADA NACIONAL
SOHMA
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA MARINA

ESCALA BEAUFORT DE FUERZA DE VIENTO Y ESTADO DEL MAR

Número Beaufort	Denominación Beaufort	Nudos	m/s	Km/h	Especificaciones para mar abierto	Altura olas en metros
0	Calma	menos de 1	0-0.2	0-1	Calmo. El mar está como un espejo.	-----
1	Ventolina	1-3	0.3-1.5	2-6	Rizado. El mar comienza a rizarse con apariencia de escamas pero sin crestas espumosas.	0.1(0.1)
2	Brisa Muy Débil	4-6	1.6-3.3	7-12	Rizado. Ondas pequeñas, aún cortas pero muy pronunciadas; las crestas tienen aspecto cristalino pero sin romper.	0.2(0.3)
3	Brisa Débil	7-10	3.4-5.4	13-19	Marejadilla. Ondas grandes; las crestas comienzan a romper. Espuma de aspecto cristalino. Posibles puntos de espuma blanca (corderitos)	0.6(1)
4	Brisa Moderada	11-16	5.5-7.9	20-30	Marejada. Pequeñas olas con tendencia a hacerse más grandes; puntos de espuma blanca bastante frecuentes (corderitos)	1(1.5)
5	Brisa Fresca	17-21	8.0-10.7	31-39	Marejada gruesa. Olas moderadas, haciéndose más largas y moderadas, se forman muchos puntos de espuma blanca con eventuales roclones	2(2.5)
6	Brisa Fuerte	22-27	10.8-13.8	40-50	Grueso. Olas grandes comienzan a formarse. Las crestas espumosas blancas son más extensas en todos los puntos. Aumentan los roclones	3(4)
7	Viento Fuerte	28-33	13.9-17.1	51-61	Muy Grueso. El mar es arrastrado en dirección del viento y se hace más grueso	4(5.5)
8	Temporal	34-40	17.2-20.7	62-75	Arbolado. Olas de altura media de mayor longitud. El borde superior de las crestas se desprende. La espuma es esparcida en bandas bien definidas en dirección del viento	5.5(7.5)
9	Temporal Fuerte	41-47	20.8-24.4	76-88	Arbolado. Olas altas, con espesas bandas de espuma en la dirección del viento. Las crestas se vuelcan, arquean y enrollan. La visibilidad es reducida por los roclones.	7(10)
10	Temporal Muy Fuerte	48-55	24.5-28.4	89-102	Montañoso. Olas muy altas con grandes crestas que demoran en romper. La espuma forma franjas anchas concordantes con la dirección del viento. En conjunto el mar se torna blanco. La visibilidad es reducida	9(12.5)
11	Temporal Muy Duro	56-63	28.5-32.6	103-116	Montañoso. Olas de altura excepcional (pequeños y medianos buques pueden momentáneamente desaparecer de vista entre las olas). El mar está totalmente cubierto de manchones blancos distribuidos en la dirección del viento. Las crestas son transformadas continuamente en espuma. La visibilidad es reducida	11.5(16)
12	Temporal Huracanado	64 o más	32.7 o más	117 o más	Enorme. El aire se llena de roclones y espuma. Mar completamente blanco. La visibilidad es seriamente reducida.	14(-)

Esta tabla tiene como propósito servir de guía de lo que se puede esperar en alta mar. Los números entre paréntesis indican la altura máxima probable de las olas.

Tabla 5: Resumen- Vientos por Rumbos e intensidad/ Porcentaje de ocurrencia. Estación de La Paloma (SHOMA)

Suave	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	casos	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Verano	62	127	102	52	48	35	39	49	514	12,1	24,7	19,8	10,1	9,3	6,8	7,6	9,5
Otoño	67	77	63	37	52	44	63	47	450	14,9	17,1	14,0	8,2	11,6	9,8	14,0	10,4
Invierno	86	66	41	33	54	54	72	60	466	18,5	14,2	8,8	7,1	11,6	11,6	15,5	12,9
Primavera	37	100	99	43	56	52	43	26	456	8,1	21,9	21,7	9,4	12,3	11,4	9,4	5,7
1886																	
Moderado	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	casos	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Verano	44	58	51	45	67	35	24	15	339	13,0	17,1	15,0	13,3	19,8	10,3	7,1	4,4
Otoño	34	45	44	30	45	43	33	28	302	11,3	14,9	14,6	9,9	14,9	14,2	10,9	9,3
Invierno	33	48	27	30	54	51	49	26	318	10,4	15,1	8,5	9,4	17,0	16,0	15,4	8,2
Primavera	30	65	70	44	51	52	35	24	371	8,1	17,5	18,9	11,9	13,7	14,0	9,4	6,5
1330																	
Fuerte	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	casos	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Verano	0	1	2	3	3	4	0	1	14	0,0	7,1	14,3	21,4	21,4	28,6	0,0	7,1
Otoño	1	1	4	7	5	2	2	1	23	4,3	4,3	17,4	30,4	21,7	8,7	8,7	4,3
Invierno	1	2	0	0	10	2	0	0	15	6,7	13,3	0,0	0,0	66,7	13,3	0,0	0,0
Primavera	0	2	2	2	3	2	1	1	13	0,0	15,4	15,4	15,4	23,1	15,4	7,7	7,7
65																	

Tabla 6: Anomalías de Vientos Meridionales (NOAA)

Año	An Verano	An Otoño	An Invierno	An Primavera	Año	An Verano	An Otoño	An Invierno	An Primavera
1950	0,2	-0,3	0,4	0	1980	0,2	-1,8	-0,4	0,4
1951	-0,2	0,4	-0,9	0	1981	-0,4	-0,7	0	0,8
1952	-0,5	0,3	0	0,7	1982	-0,6	-1,2	0,4	-0,2
1953	0,2	-0,4	-1,2	-0,2	1983	-0,5	-0,5	0,8	-0,2
1954	0,2	-0,9	-0,2	1,3	1984	0	-0,4	0,8	-0,4
1955	-0,4	0,6	0	-0,6	1985	0,4	-0,9	0,3	0,6
1956	0	0	-1,4	-0,8	1986	0	-0,4	-0,2	-0,6
1957	0,3	-0,6	0	0,2	1987	0	0	0	0,3
1958	-0,3	-0,6	-0,9	-0,3	1988	-0,1	0,6	-0,2	-0,3
1959	-0,8	-0,2	0	-0,3	1989	-0,5	-0,6	0	0,6
1960	-0,9	0,4	-0,4	0,4	1990	0,2	-0,3	-0,3	-0,4
1961	-0,4	-1,2	-0,3	0	1991	0,3	0	0,2	0
1962	0,3	0,8	0,6	0,4	1992	0,2	-0,4	-0,7	-0,4
1963	0	0	0	1,5	1993	0,5	-0,6	0,6	0,4
1964	-0,2	0	-0,2	1,4	1994	0,4	-0,2	0,3	0,3
1965	0	1,2	-0,7	0	1995	0,5	1	0,3	-0,3
1966	0	-0,9	-0,4	0,6	1996	0,3	0	0,2	-0,4
1967	-0,5	-0,4	0,6	-0,4	1997	0	-0,8	-1	-0,2
1968	-0,4	1	-0,6	0,3	1998	0,3	0,6	-0,2	-0,8
1969	-0,2	-0,8	0	-0,6	1999	0	0,4	-0,7	-0,7
1970	-0,2	-0,6	0	0,4	2000	-0,8	0,4	0,1	-0,3
1971	-0,5	0,4	-0,4	0,4	2001	0	0,2	-0,9	0
1972	-0,6	-0,4	0,6	-0,2	2002	0,3	-0,8	-0,1	-0,6
1973	-0,2	0,7	0	1	2003	0,2	0,6	0,4	0
1974	-0,2	0,3	-0,7	1	2004	0	0,1	-1	0,4
1975	-0,6	-0,8	0	-0,2	2005	0	0	0	0,8
1976	-0,2	0,4	0	0,8	2006	0	1,5	-0,5	-0,4
1977	0,2	0,2	0,2	-0,8	2007	0,1	1	1,6	0,6

1978	0,2	1	0	0	2008	0	0,6	0	-0,6
1979	0,3	0,7	-1	0,2	2009	0,3	0	-0,5	0
Positivos	22	25	17	25	Negativos	24	27	27	26
Extremos Positivos	12	6	7	8	Extremos Negativos	6	6	8	11

Figura 1- Comportamiento estacional del Viento Meridional. Serie: 1950–2009

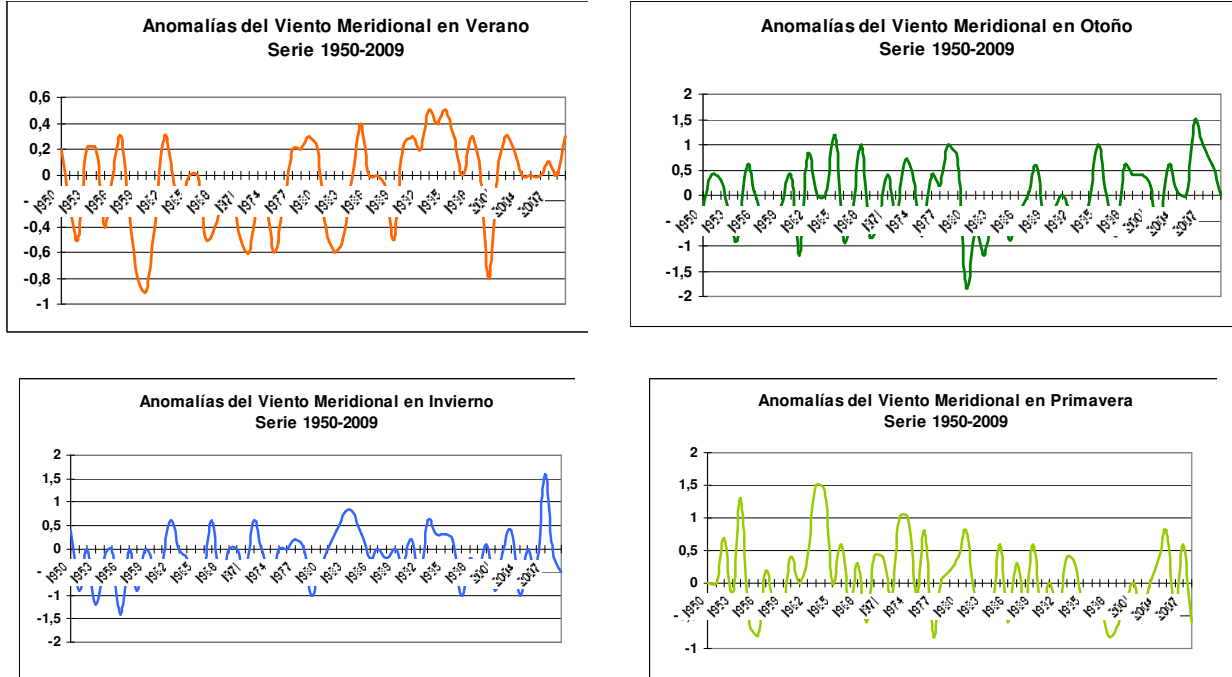
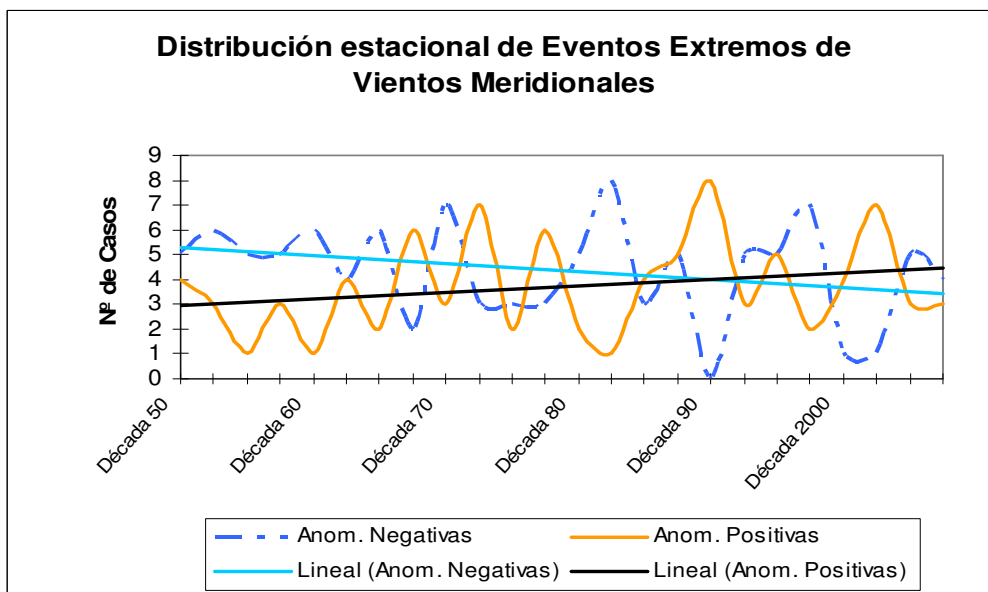


Figura 2- Comportamiento estacional del Viento Meridional. Serie: 1950–2009



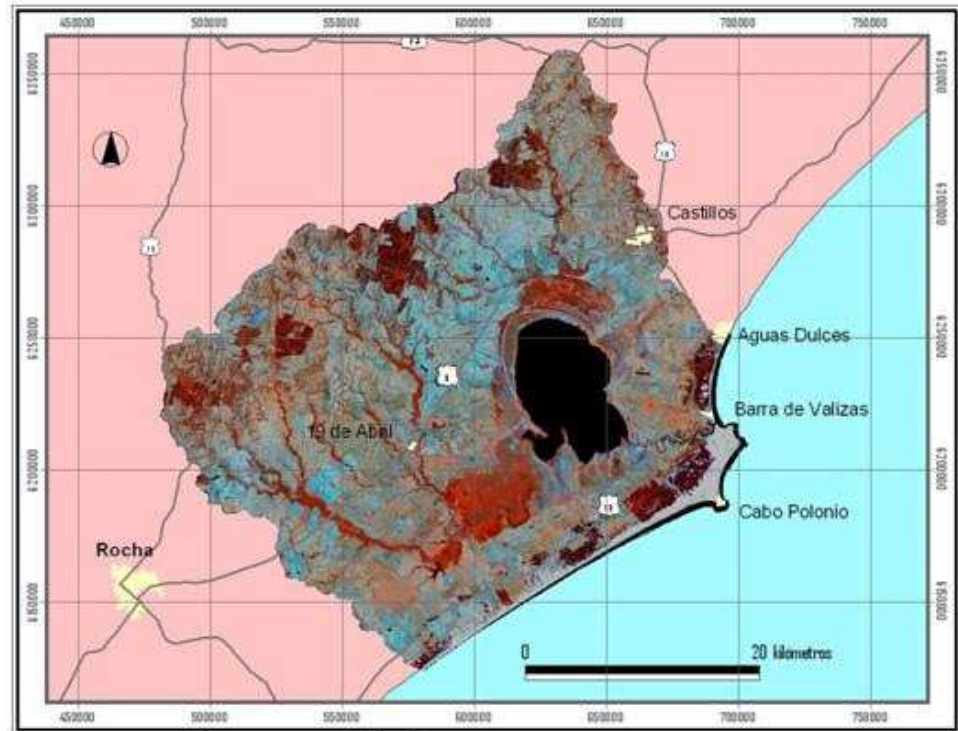
Localización de la Cuenca de la Laguna de Castillos



Uruguay



Depto. Rocha



Arroyo Valizas

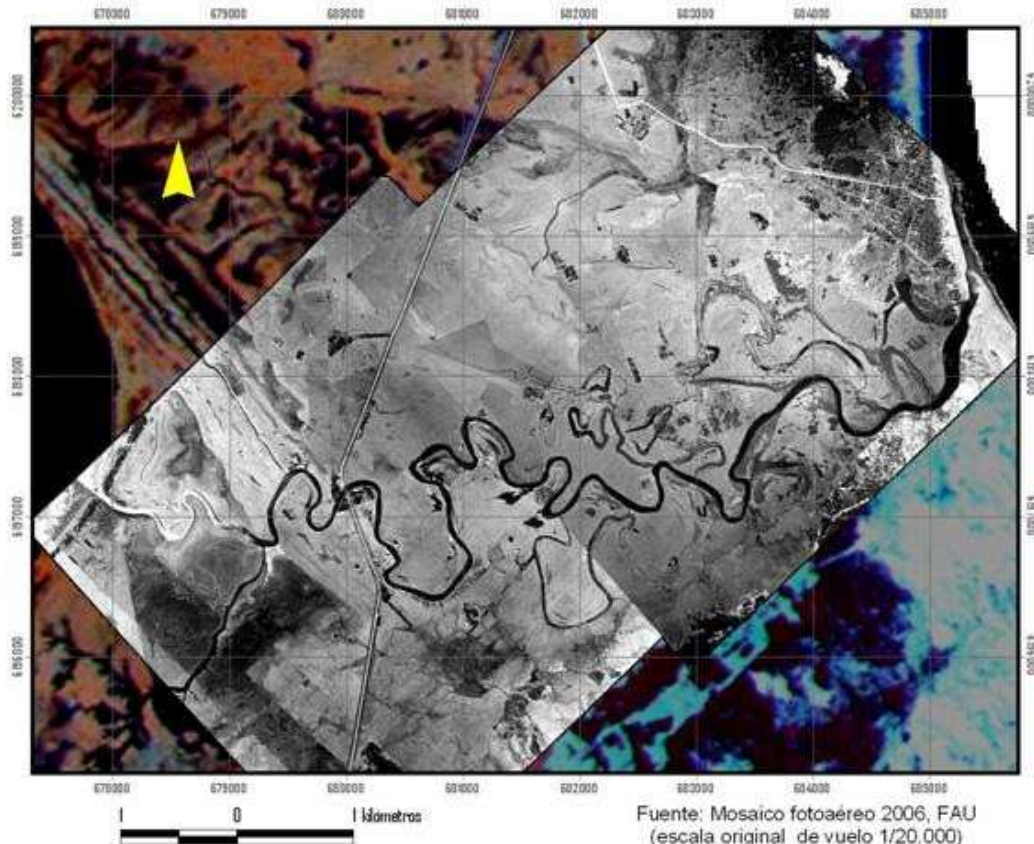
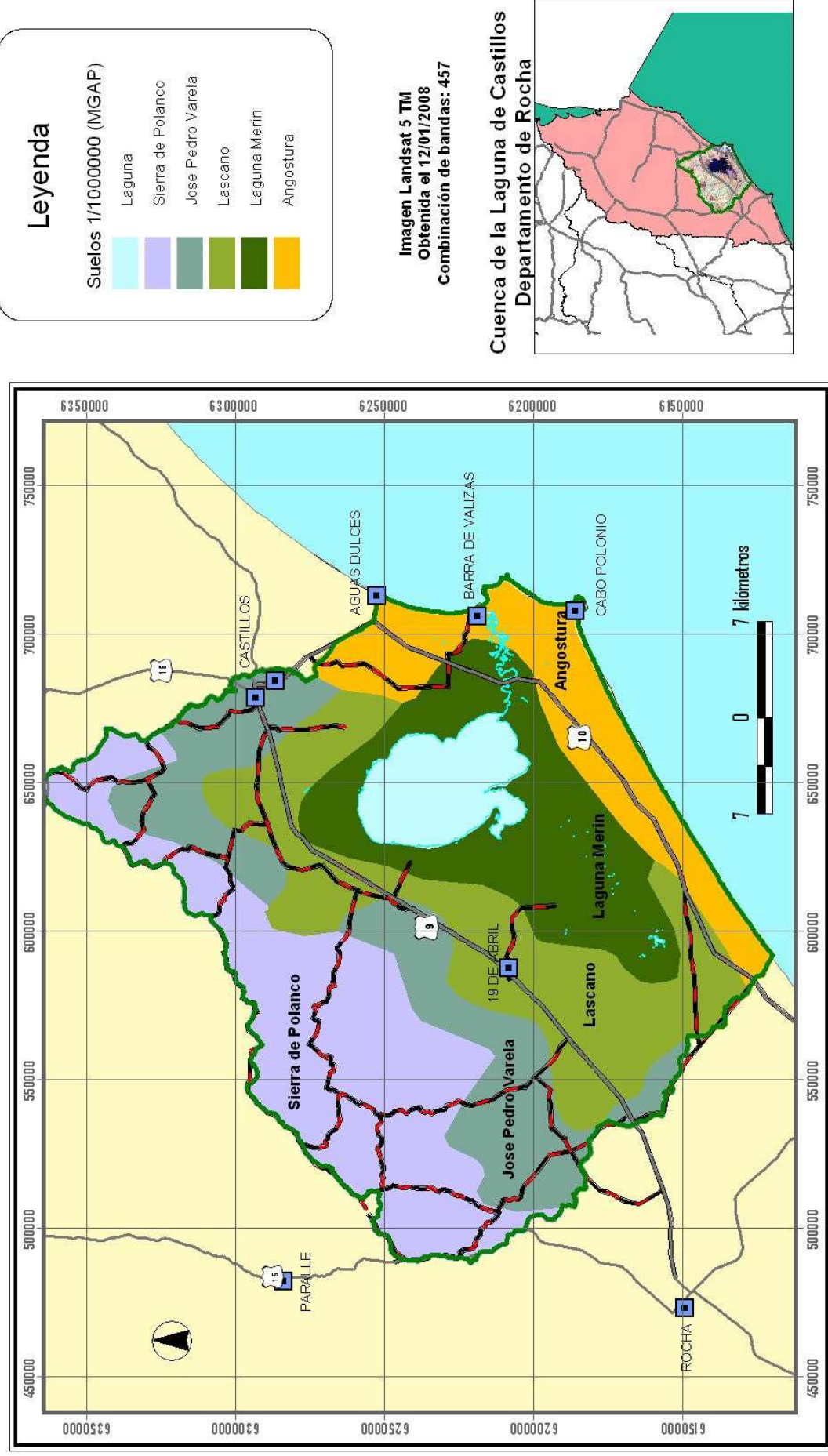


Figura 1. Ubicación del área de estudio

Arriba izquierda: Uruguay. Debajo izquierda: Depto. de Rocha. Arriba derecha: Cuenca de la Laguna de Castillos. Abajo: Arroyo Valizas

Cuenca de la Laguna de Castillos Carta de Suelos a escala 1/1.000.000,



Fuente: Dirección de Suelos y Fertilizantes, MGAP, 1979

Figura 6: Unidades de Suelo a escala 1/1.000.000. DSF, 1979

Asociaciones Vegetales de la Cuenca de la Laguna de Castillos

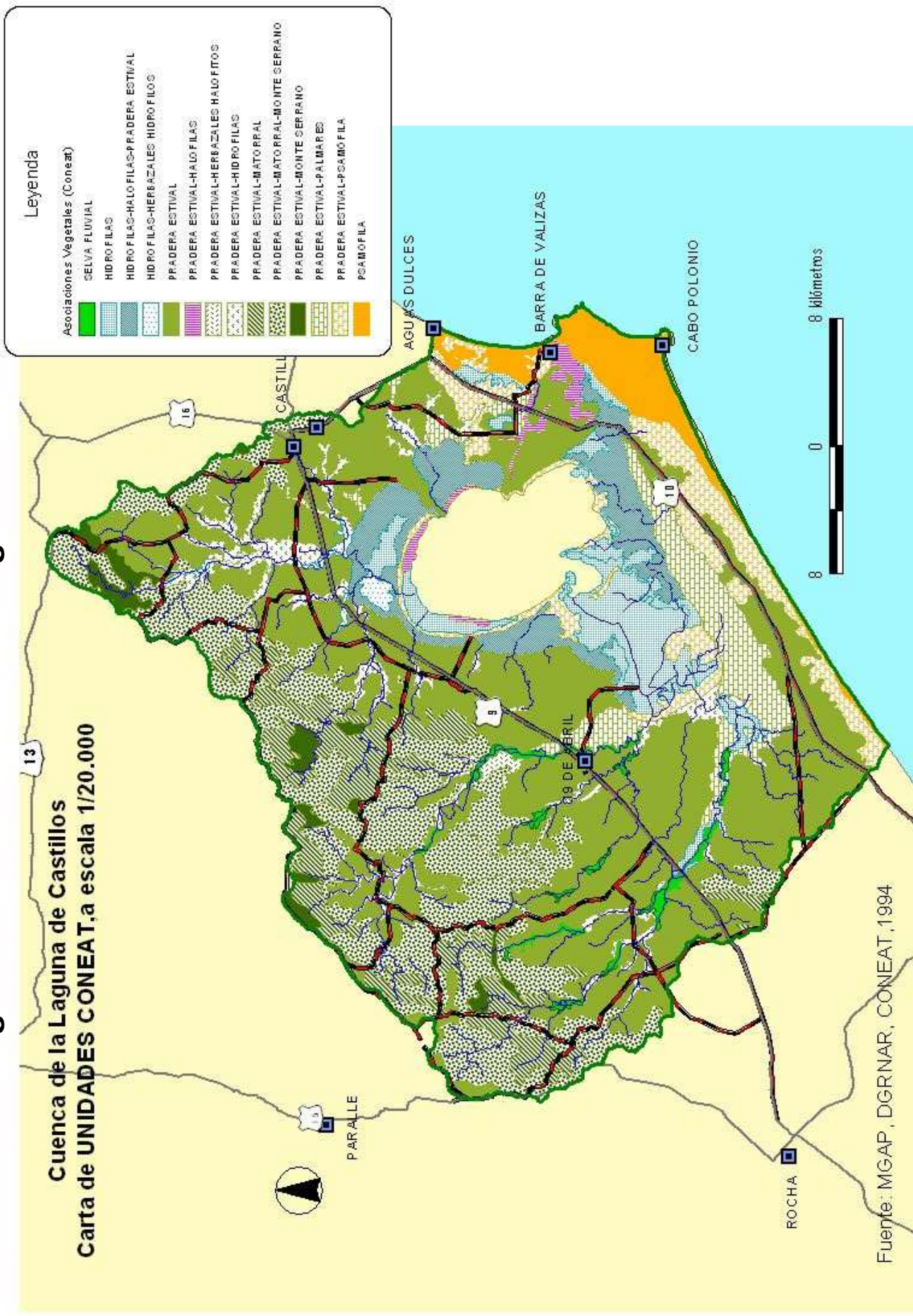


Figura 7: Asociaciones Vegetales a escala 1/20.000. DSF, 1979

Planicie del Arroyo Valizas

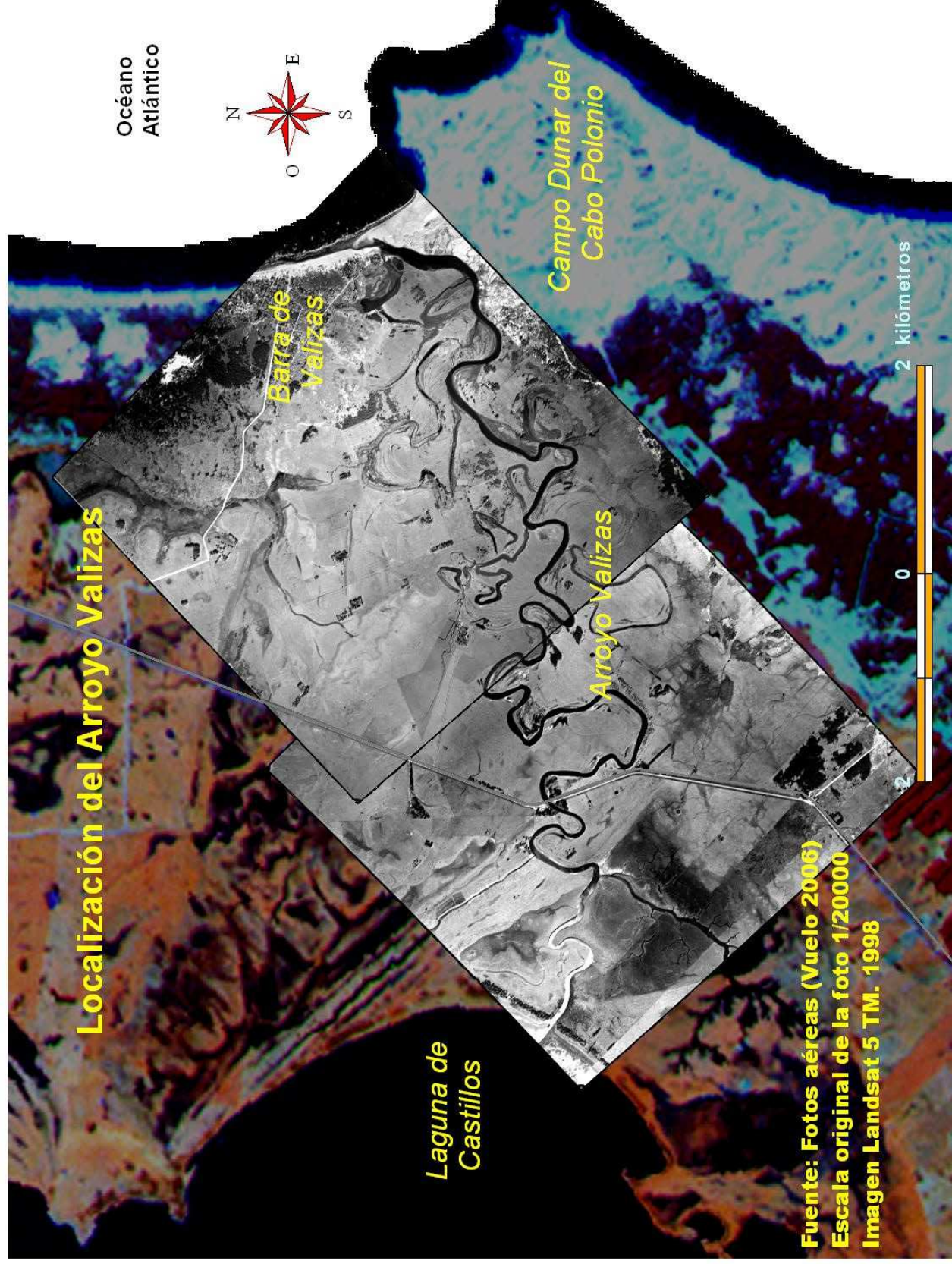
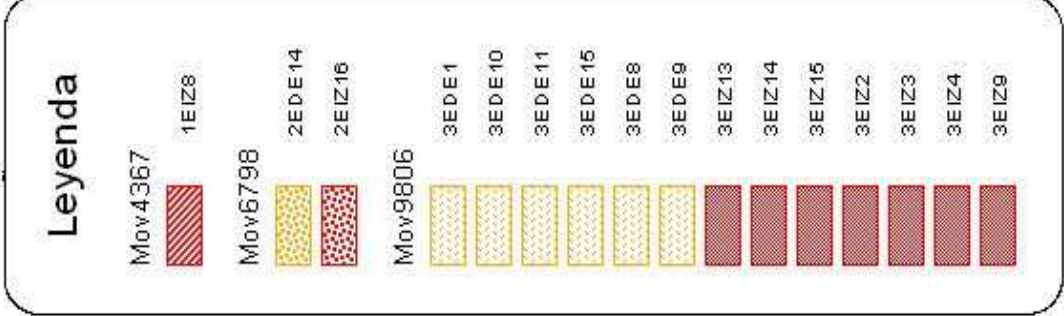
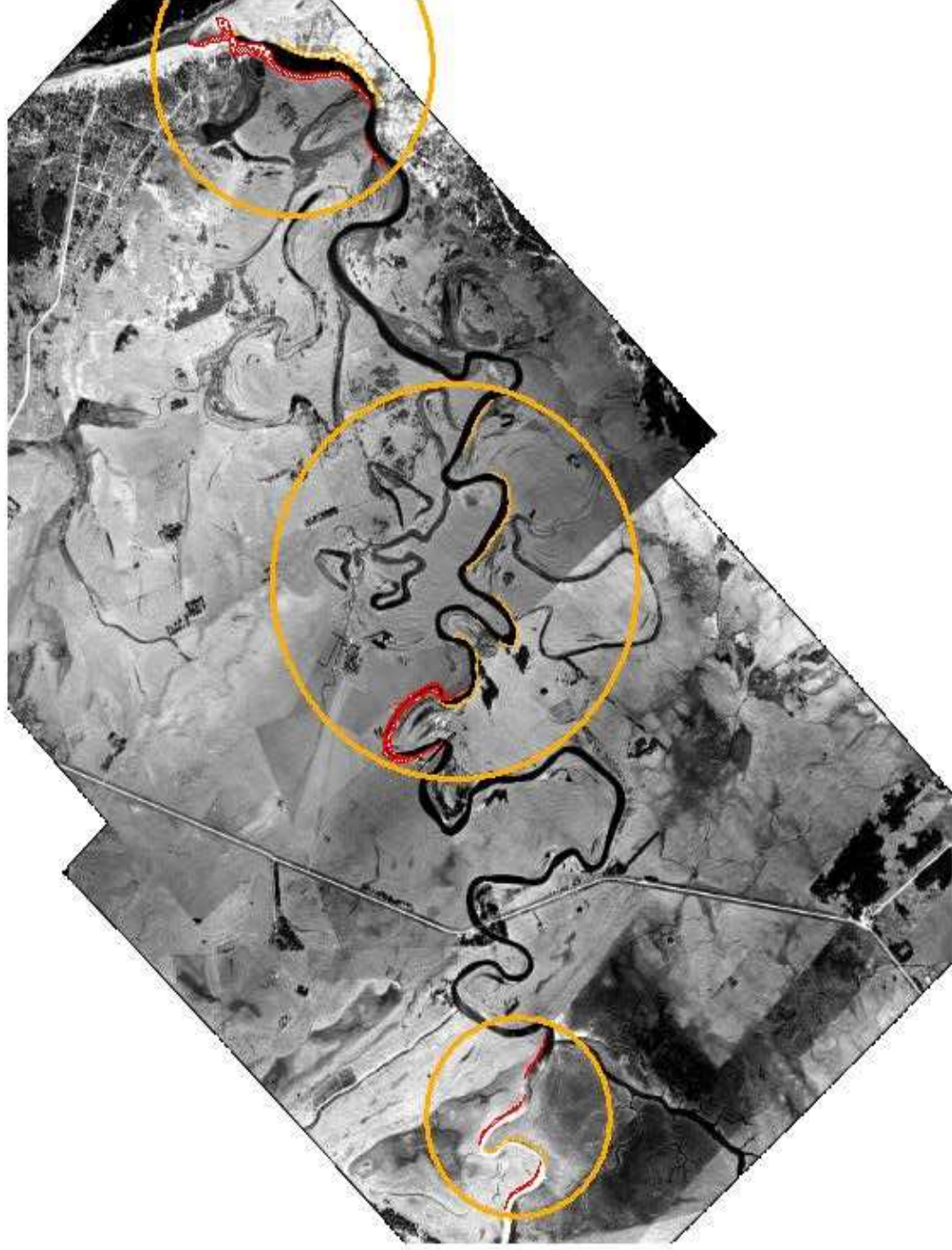


Figura 8- Curso del AºValizas, mosaico del vuelo fotográfico 2006.

Sectores con mayores RML (1943-2006)



2 0 2 4 kilómetros

Figura 26: Agrupamientos de los mayores RML por Erosión

Sector A - Rango Migración Lateral (1943-2006)

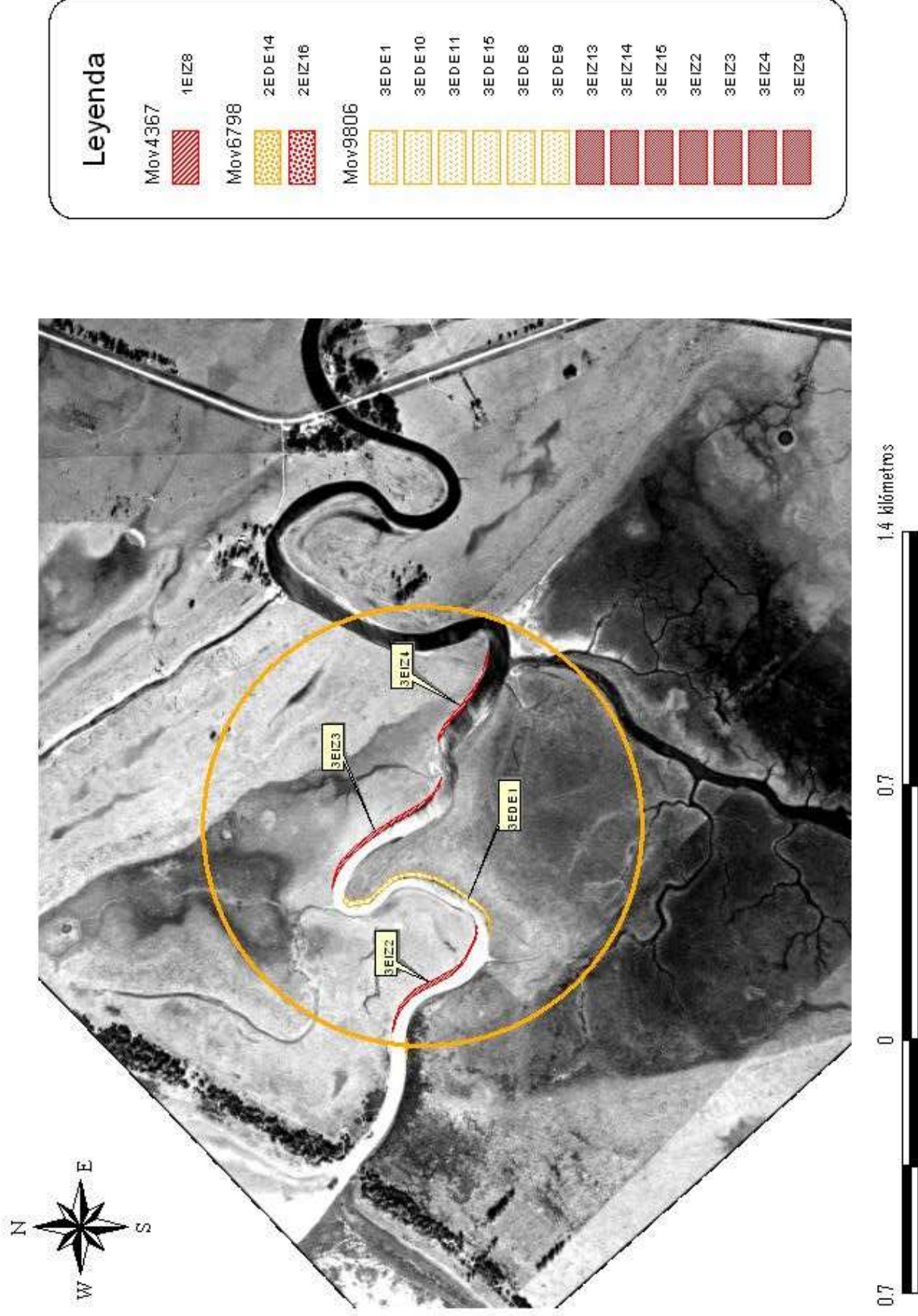


Figura 27: Localización de los RML en el Sector A, a escala 1/20.000. FAU

Sector B- Rango Migración Lateral (1943-2006)

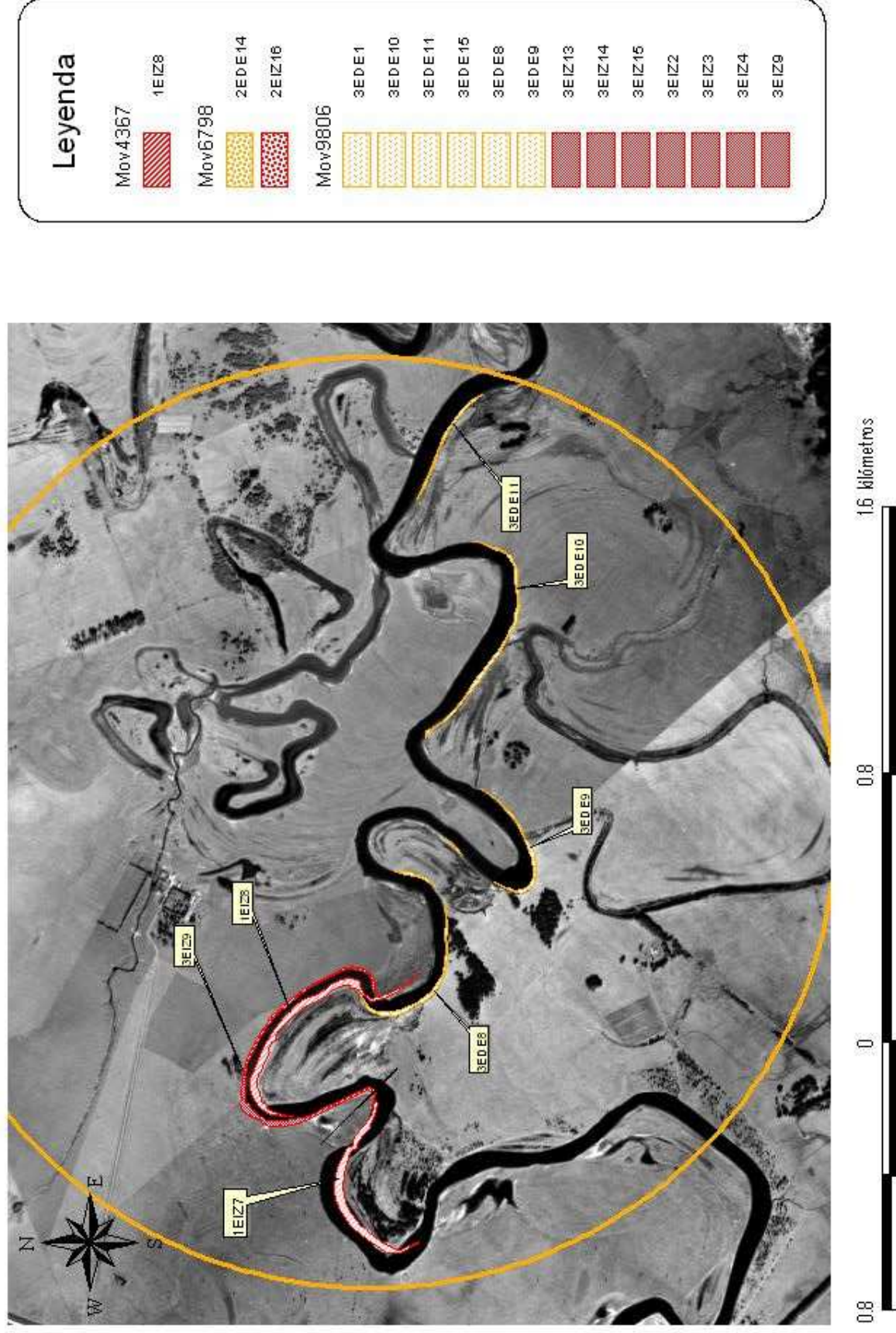
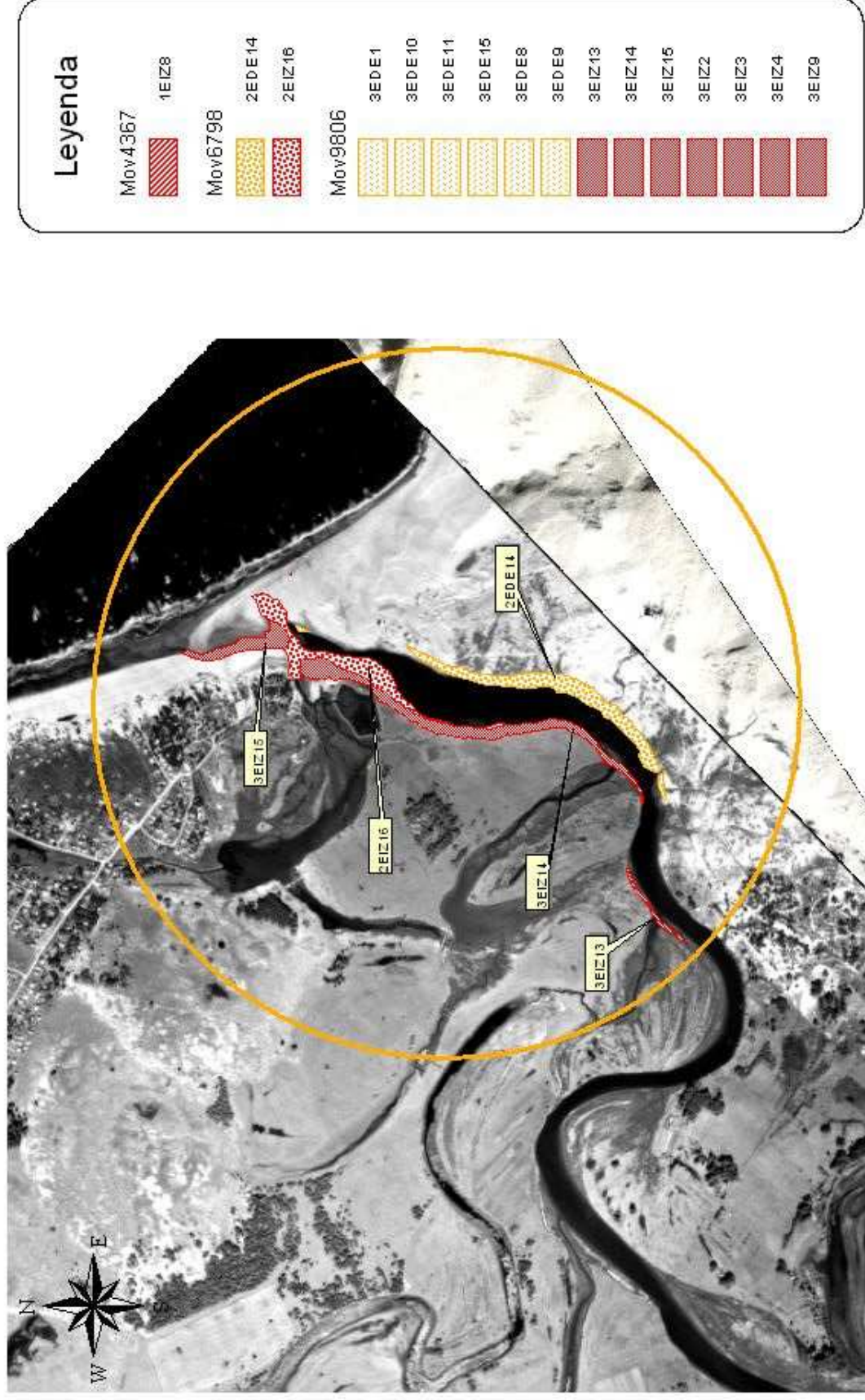


Figura 30: Localización de los RML en el Sector B, a escala 1/20.000. FAU

Sector C- Rango Migración Lateral (1943-2006)



0.7 0 0.7 1.4 kilómetros

Figura 32: Localización de los RML en el Sector C.

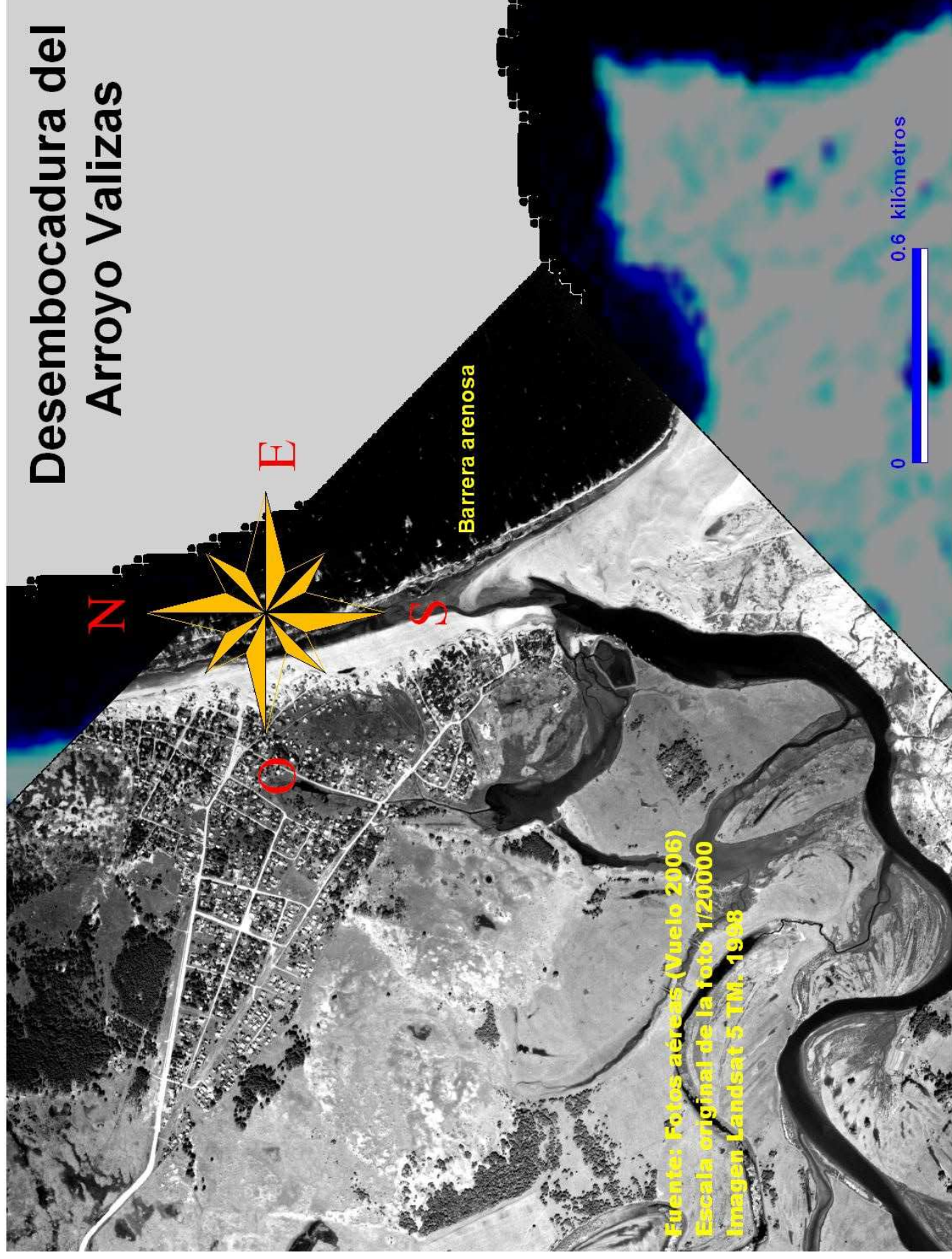


Figura 41: Desembocadura del Aº Valizas, respecto a la incidencia del Viento.