



Facultad de Ciencias
Universidad de la República

Maestría en Ciencias Ambientales

Incidencia del Proceso de Transformación Antrópico en el Sistema Costero La Paloma – Cabo Polonio, Rocha, Uruguay

Tesis que presenta

Daniel de Álava

***Para Obtener el Grado de
Magíster en Ciencias Ambientales***

Director: Dr. Omar Defeo

Co – Director: Prof. Daniel Panario

Montevideo, Uruguay

Julio de 2007



Bahía de La Paloma, principios del siglo XX



A los que intentan encontrar una transformación diferente del espacio que ocupamos, a través del conocimiento de un resto silvestre, donde aún bajo la presión sobrevive la gracia

AGRADECIMIENTOS

A Omar Defeo por sus invaluable enseñanzas, su dedicación y paciencia, por las enriquecedoras discusiones durante el transcurso de este trabajo y el infaltable aliento para llevarlo a cabo.

A Daniel Panario por compartir desde hace muchos años sus conocimientos, por dar espacio a mis inquietudes y motivaciones de investigación en la temática costera.

A los miembros del tribunal, Daniel Conde, Rodrigo Menafra, Flavio Scazzo, por sus sugerencias para mejorar este documento.

A mi familia y especialmente a mis hijas por preguntarme ¿qué estás haciendo? cada vez que me veían junto a los mapas y la computadora.

RESUMEN

El proceso de transformación antrópico en el sistema costero es crítico al impulsar políticas y planes de manejo, así como en modelar escenarios futuros. La dicotomía entre los abordajes y métodos tradicionales para el ordenamiento del espacio y aquellos basados en un ordenamiento ambiental del mismo, establecen un gradiente de conflictos a escala ambiental en función de la expansión de un modelo convencional de apropiación del espacio mediante urbanizaciones balnearias, actividades portuarias, zonas agropecuarias y las zonas que se intentan manejar como áreas protegidas.

El proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio (Rocha, Utruguay), plantea conflictos a escala ambiental en función de dos componentes: la ocupación / uso del espacio y la legislación con relación a los procesos dinámicos costeros. Las transformaciones generadas han resultado en una serie de Impactos Ambientales Negativos (IAN) con la consecuente degradación ambiental. En esta tesis se cuantificaron cambios en el proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio entre 1994 y 2005. Para ello se tomó como referencia información obtenida de investigaciones realizadas por la Facultad de Ciencias en 1994, que aportaron un diagnóstico y propuestas para el ordenamiento ambiental del territorio, comparándola con información obtenida en 2005, planteando la hipótesis de un incremento de los Impactos Ambientales Negativos (IAN). A tales efectos, se desarrolló un marco metodológico conceptual que incluyó: (1) la identificación de los principales IAN resultantes de las intervenciones antrópicas; (2) el establecimiento de indicadores para evaluar las transformaciones ambientales entre 1994 y 2005; (3) la confección de un sistema jerárquico de clasificación ("rating system") para cuantificar los IAN y contrastar la hipótesis planteada; y (4) el establecimiento de indicadores para analizar las Áreas Críticas de Manejo definidas en 1994 y sus posibles variaciones en 2005. Se utilizaron imágenes digitales satelitales de radar de apertura sintética (SAR) para elaborar un sistema de información geográfico (SIG) para detección y análisis de la información espacial necesaria para contrastar la hipótesis general de trabajo.

Se determinó que para el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio, el proceso de transformación establecido por las intervenciones antrópicas ha tenido una incidencia negativa. De los IAN identificados, 70 % se incrementó entre 1994 y 2005, no habiéndose constatado reducción en ninguno de ellos para este período. Los IAN que presentaron un incremento en torno a la duplicación o aún mayor, correspondieron a: *Represamiento y/o cambios en cauces pluviales; Degradación de la calidad del agua, Riesgos en la salud, Erosión de playas, Retroceso de costa, Reducción de capacidad disipadora de la playa y Degradación del valor escénico*. De las cinco Áreas Críticas de Manejo establecidas en 1994, tres reflejaron el incremento observado en los IAN, con distintos factores de variación. El menor de ellos correspondió a las *Áreas Críticas por Inundación* (unas 4000 ha). En mayor proporción lo hicieron las *Áreas Críticas por Contaminación* y las *Áreas Críticas de Bioasociaciones Nativas*, sobrepasando las 1000 y 2000 ha, respectivamente. En este trabajo se generó una nueva categoría, *Áreas Críticas por Degradación del Valor Escénico*, con más de 8300 ha. La evaluación de los IAN y el establecimiento de una nueva zonificación para las Áreas Críticas de Manejo posibilitaron analizar escenarios futuros para el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio. En un escenario donde se mantenga la tendencia a la densificación urbana y el actual marco jurídico se predice una inversión del escenario actual, donde más de 70 % del espacio costero fraccionado alcanzaría un grado de urbanización medio a denso. Esto incrementaría la presión de apropiación y uso del espacio costero y en consecuencia la intensificación de varios IAN sobre las Áreas Críticas de Manejo, como las *Áreas Críticas de Bioasociaciones Nativas*.

El incremento de las Áreas Críticas de Manejo y la adición de una nueva categoría sugiere planes de acción inmediatos y precautorios, hasta tanto sea posible disponer de los recursos económicos y logísticos necesarios para implementar un Manejo Costero Integrado.

ABSTRACT

Anthropogenic changes in the coastal system can be critical when elaborating management plans and policies, and when modeling future scenarios. The dichotomy between traditional methods and approaches used for coastal planning and those only based on environmental issues, generates a gradient of conflicts due to of the expansion of the conventional appropriation model of space by seaside resort urbanizations, port activities, rural zones and lands regarded as future protected areas.

The anthropic transformation process in the coastal system La Paloma – Cabo Polonio (Rocha, Uruguay), sets a series of environmental conflicts depending on of two main aspects: the occupation process and the use of space on one side, and legislation in relation to coastal dynamic processes on the other. The resulting transformations have generated several negative environmental impacts (NEI), with environmental degradation consequences. This thesis investigated the incidence of the anthropic transformation process in the coastal system La Paloma – Cabo Polonio between 1994 and 2005, comparing baseline information generated in 1994 -which supplied a diagnosis and environmental territorial planning proposals-, and information obtained in 2005. An increase in NEI between 1994 and 2005 is hypothesized. The methodological framework developed included: (1) identifying the main NEI resulting from anthropic interventions; (2) identifying indicators to assess environmental changes occurred between 1994 and 2005; (3) designing a hierarchical classification system (rating system) for NEI quantification and hypothesis testing; and (4) establishing indicators to analyze Critical Management Areas defined in 1994 and their possible variations in 2005. For this purpose, synthetic aperture radar (SAR) satellite digital images were used to develop a geographic information system (GIS) for detection and analysis of spatial information.

Anthropic interventions generated a transformation process with a negative incidence in La Paloma – Cabo Polonio coastal system. Of the identified NEI, ca. 70 % increased between 1994 and 2005, and neither of them decreased during that period. NEIs that showed an increase of about two times or more were: *Damming and/or changes in pluvial streams*, *Water quality degradation*, *Health risks*, *Beach erosion*, *Coastal retreat*, *Drop of beach dissipative capacity* and *Scenic value degradation*. Of the five Critical Management Areas settled in 1994, three of them showed an increase in NEIs at different levels: the lowest was related to the *Critical Areas due to Flooding* (near 4000 ha), increasing at a greater extent in *Critical Areas due to Contamination* and *Critical Areas of Native Bio-associations*, surpassing, 1000 and 2000 ha respectively. A new category was generated in this thesis, *Critical Areas due to Scenic Value Degradation*, with more than 8300 ha. NEI assessment and a new zonation of Critical Management Areas enabled the analysis of future scenarios for La Paloma – Cabo Polonio coastal system. In a scenario dominated by the present urban densification trend and the permanence of the present legal frame, an inversion of the present scenario is predicted, where more than 70 % of the fractioned coastal space might reach a medium to dense urbanization level. This would increase the pressure of coastal space appropriation and use, which in turn would intensify the effects of several NEI on Critical Management Areas, notably *Critical Areas of Native Bio-associations*.

The increase of Critical Management Areas and the addition of a new category suggest the need of implementing immediate precautionary management plans and actions, until the necessary logistic and economic resources for the implementation of an Integrated Coastal Management are achieved.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| RESUMEN | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TABLA DE CONTENIDO | v |
| LISTA DE TABLAS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 Las intervenciones antrópicas en la zona costera | 1 |
| 1.2 Las intervenciones antrópicas en la zona costera de Uruguay..... | 2 |
| 1.3 Introducción al concepto de Zona Litoral Activa | 3 |
| 1.3.1 La Zona Litoral Activa en la costa del Departamento de Rocha | 4 |
| 1.4 Propósito del estudio..... | 7 |
| 1.4.1 Planteamiento del problema: la zona costera del Departamento de Rocha | 7 |
| 1.4.1.1 Análisis enfocado en la actuación institucional..... | 7 |
| 1.4.1.2 Análisis enfocado en la conservación del espacio costero | 8 |
| 1.4.1.3 Evolución y estado ambiental del sistema costero La Paloma – Cabo Polonio | 10 |
| 1.4.1.4 Principales transformaciones negativas por la intervención antrópica | 10 |
| 1.4.2 Hipótesis general | 11 |
| 1.4.3 Objetivo general | 11 |
| 1.4.4 Organización de la tesis | 11 |
| CAPÍTULO 2 – ÁREA DE ESTUDIO | 12 |
| 2.1 Ubicación y delimitación | 12 |
| 2.2 Geomorfología general | 12 |
| 2.2.1 Zona Litoral Activa | 13 |
| 2.2.2 Espacios dunares..... | 13 |
| 2.2.3 Zonas de cárcavas | 13 |
| 2.3 Principales actividades y uso del espacio costero | 14 |
| CAPÍTULO 3 – MATERIALES Y MÉTODOS | 16 |
| 3.1 Materiales | 16 |
| 3.2 Métodos | 16 |

| | | |
|--|--|-----------|
| 3.2.1 | Procesamiento de imágenes digitales | 16 |
| 3.2.2 | Evaluación de las transformaciones ambientales | 18 |
| 3.2.3 | Identificación de los principales IAN inducidos por las intervenciones antrópicas | 19 |
| 3.2.4 | Diseño de un sistema de clasificación y puntaje para IAN | 20 |
| 3.2.5 | Evaluación de variaciones en las Áreas Críticas | 20 |
| 3.2.6 | Desarrollo del SIG | 21 |
| CAPÍTULO 4 – RESULTADOS | | 22 |
| 4.1 | Principales IAN identificados | 22 |
| 4.2 | Ranking y análisis espacial de los IAN | 23 |
| 4.2.1 | IAN Bajos | 24 |
| 4.2.2 | IAN Medios | 32 |
| 4.2.3 | IAN Altos | 38 |
| 4.3 | Dinámica de las variaciones de IAN | 57 |
| 4.4 | Análisis del uso del espacio costero | 58 |
| 4.5 | Niveles de riesgo de IAN | 61 |
| 4.6 | Análisis de las Áreas Críticas | 65 |
| CAPÍTULO 5 – DISCUSIÓN | | 70 |
| 5.1 | Alcance del trabajo | 70 |
| 5.2 | Zonación y evolución de los IAN | 71 |
| 5.3 | Áreas Críticas de Manejo | 73 |
| CAPÍTULO 6 – CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 77 |
| REFERENCIAS | | 78 |
| ANEXO: ACRÓNIMOS | | 82 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla I Principales intervenciones antrópicas agrupadas en 3 componentes, con referencias para relacionar otras tablas y matrices | 19 |
| Tabla II Matriz de impactos ambientales negativos (IAN) discriminados por componente, en función de las intervenciones humanas expuestas en la Tabla I | 22 |
| Tabla III Puntaje de los IAN de acuerdo a 3 componentes de las intervenciones antrópicas, correspondiendo 1, 2, 3, a IAN bajos, medios y altos, respectivamente. Se indica la presencia o ausencia de variaciones en los IAN entre 1994 y 2005 | 23 |
| Tabla IV IAN <i>Daños en obras</i> : localización y extensión. Entre 1994 y 2005 | 24 |
| Tabla V IAN <i>Represamiento y/o cambios en cauces pluviales</i> : localización y áreas en 1994 y 2005 | 26 |
| Tabla VI IAN <i>Mayor frecuencia de inundación en zonas con poca pendiente</i> : localización y áreas entre 1994 y 2005 | 27 |
| Tabla VII IAN <i>Salinización de napas</i> | 30 |
| Tabla VIII IAN <i>Degradación de la calidad del agua</i> : localización y principales intervenciones antrópicas en 1994 y 2005 | 32 |
| Tabla IX IAN <i>Riesgos en la salud</i> : localización y principales intervenciones antrópicas en 1994 y 2005 | 33 |
| Tabla X IAN <i>Efectos tóxicos</i> : localización y principales intervenciones antrópicas en 1994 y 2005 | 34 |
| Tabla XI IAN <i>Erosión de dunas</i> : localización y extensión en 1994 y 2005 | 38 |
| Tabla XII IAN <i>Erosión de playa</i> : localización y áreas en 1994 y 2005 | 40 |
| Tabla XIII IAN <i>Retroceso de costa</i> : localización y extensión en 1994 y 2005 | 42 |
| Tabla XIV IAN <i>Obstrucción en el transporte de sedimentos</i> : localización y áreas en 1994 y 2005 | 44 |
| Tabla XV IAN <i>Reducción de la capacidad disipadora de la playa</i> : localización y extensión en 1994 y 2005 | 46 |
| Tabla XVI IAN <i>Estabilización de dunas transversales móviles</i> : localización y áreas en 1994 y 2005 | 48 |
| Tabla XVII IAN <i>Erosión de suelos</i> : localización y áreas entre 1994 y 2005 | 50 |
| Tabla XVIII IAN <i>Ecosistemas en peligro de extinción</i> : localización y áreas entre 1994 y 2005 | 50 |
| Tabla XIX IAN <i>Degradación de hábitat de especies</i> : localización y áreas entre 1994 y 2005 | 53 |
| Tabla XX IAN <i>Degradación del valor escénico</i> : localización y principales intervenciones antrópicas entre 1994 y 2005 | 55 |
| Tabla XXI Puntaje de los IAN de acuerdo a 3 componentes de las intervenciones antrópicas. Se indica la existencia o no de incremento entre 1994 y 2005 de acuerdo al factor de variación F_{IAN} | 57 |
| Tabla XXII Uso del espacio: áreas y porcentajes de las 3 grandes categorías establecidas respecto al área de estudio | 59 |

| | |
|--|----|
| Tabla XXIII Fraccionamientos balnearios: grado de urbanización y porcentajes respecto al área total balnearia. Se indica la migración de balnearios hacia otra categoría durante el período 1994 – 2005 | 60 |
| Tabla XXIV Erosión en la ZLA: niveles de riesgo según los rangos establecidos por los indicadores | 62 |
| Tabla XXV Inundación en la ZLA Supra: niveles de riesgo según los rangos establecidos por los indicadores | 63 |
| Tabla XXVI Degradación de bioasociaciones nativas: niveles de riesgo según los rangos establecidos por los indicadores..... | 63 |
| Tabla XXVII Degradación de recursos hídricos y aguas costeras: niveles de riesgo según los rangos establecidos por los indicadores | 64 |
| Tabla XXVIII Contaminación: niveles de riesgo según los rangos establecidos por los indicadores | 64 |
| Tabla XXIX Áreas Críticas de manejo del sistema costero La Paloma – Cabo Polonio entre 1994 y 2005 | 67 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Concepto de Zona Litoral Activa (ZLA). Adaptado de Tinley (1985), McGwynne & McLachlan (1992) | 4 |
| Figura 2 Zona costera de Cabo Polonio. Reducción del sistema dunar de la antigua ZLA por la forestación. Fotografía 1943, verticalizada, vuelo Trimetrogon (SGM) | 4 |
| Figura 3 Modelo de los flujos dinámicos entre los sistemas actuantes a escala de paisaje costero. Se indican los transportes de sedimentos entre sistemas (transporte eólico, transporte fluvio-pluvial, transporte por corrientes de deriva litoral. Adaptado de de Álava (1999, 2002) | 5 |
| Figura 4 Representación del sistema marino costero, sistema fluvio-pluvial y sistema dunar transversal en la zona de Cabo Polonio, RADARSAT, F3, canal de componentes principales (CP). Adaptado de de Álava (2002) | 6 |
| Figura 5 Sistema dunar. Izquierda: duna barjanoide con depresión interdunar en Cabo Polonio. Derecha: cordón de dunas frontales con vegetación en La Esmeralda | 7 |
| Figura 6 Izquierda: sistema fluvio-pluvial correspondiente a cárcavas que conducen sedimentos finos y muy finos a través de cañadones hacia la zona de playa en San Sebastián. Derecha: estructuras dunares y dunas frontales. RADARSAT, F3, canal CP | 7 |
| Figura 7 Mapa general de la zona de estudio | 12 |
| Figura 8 Mapa general de uso del espacio costero | 15 |
| Figura 9 IAN <i>Daños en obras</i> | 25 |
| Figura 10 IAN <i>Represamiento y/o cambios en cauces pluviales</i> | 28 |
| Figura 11 IAN <i>Mayor frecuencia de inundación en zonas con poca pendiente</i> | 29 |
| Figura 12 IAN <i>Salinización de napas</i> | 31 |
| Figura 13 IAN <i>Degradación de la calidad del agua</i> | 35 |
| Figura 14 IAN <i>Riesgos en la salud</i> | 36 |
| Figura 15 IAN <i>Efectos tóxicos</i> | 37 |
| Figura 16 IAN <i>Erosión de dunas</i> | 39 |
| Figura 17 IAN <i>Erosión de playas</i> | 41 |
| Figura 18 IAN <i>Retroceso de costa</i> | 43 |
| Figura 19 IAN <i>Obstrucción en el transporte de sedimentos</i> | 45 |
| Figura 20 IAN <i>Reducción de la capacidad disipadora de la playa</i> | 47 |
| Figura 21 IAN <i>Estabilización de dunas transversales móviles</i> | 49 |
| Figura 22 IAN <i>Erosión de suelos</i> | 51 |
| Figura 23 IAN <i>Ecosistemas en peligro de extinción</i> | 52 |
| Figura 24 IAN <i>Degradación de hábitat de especies</i> | 54 |
| Figura 25 IAN <i>Degradación del valor escénico</i> | 56 |
| Figura 26 IAN agrupados por sus puntajes en función del factor de variación F_{IAN} | 58 |
| Figura 27 Representación gráfica de las 3 grandes categorías de uso del espacio costero y porcentajes de espacio ocupado | 59 |

| | |
|--|----|
| Figura 28 Clasificación de fraccionamientos balnearios según el grado de urbanización y porcentajes de espacio ocupado durante el período 1994 – 2005 | 60 |
| Figura 29 Modelo del estado ambiental y uso del sistema costero La Paloma – Cabo Polonio | 65 |
| Figura 30 Zonificación de las áreas críticas | 68 |
| Figura 31 Áreas Críticas de Manejo en función del factor de variación F_{AC} | 69 |
| Figura 32 Estimación del grado de urbanización en 2010 manteniendo la tendencia de densificación de los balnearios entre 1994 y 2005 | 74 |

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 – Las intervenciones antrópicas en la zona costera

La génesis de las intervenciones humanas que tienen lugar en una estrecha franja de la costa de los continentes se remonta a la utilización de sus recursos y al origen de las comunicaciones entre poblaciones humanas. A escala global, las vías de comunicación más antiguas se desarrollaron a partir de la navegación, concentrándose actividades de intercambio de materias e información en centros portuarios. La disponibilidad de recursos, junto a la posibilidad de comunicación y comercio, derivaron con el correr de los siglos en una mayor concentración de la población mundial en la costa. Actualmente, más del 60% de la población del planeta vive en una estrecha zona del litoral de los continentes, a la que mediante criterios de delimitación que varían según las naciones, se hace referencia como zona costera (Sorensen et al. 1992). Cerca del 70% de la población de América Latina vive en ciudades y 60 de las 77 ciudades más grandes en la región están localizadas en la costa (Lemay 1998). En la medida que continúe la migración de las personas hacia la costa, la capacidad y biodiversidad de los ecosistemas costeros continuará deteriorándose a largo plazo, siendo más difícil para las comunidades mantener una calidad de vida adecuada (Mc Cann & Rubinoff 2000).

El proceso de transformación del sistema costero contiene matices y variantes según el sistema tecnológico, la situación socioeconómica y cultural de las poblaciones, las zonas climáticas del planeta y los ecosistemas. La zona costera presenta entonces uno de los grandes desafíos que conjugan el desarrollo de actividades humanas con la conservación de recursos y ecosistemas (van der Merwe & Lohrentz 2001). La necesidad de balancear la intensificación de las actividades humanas con los cambios que conllevan las cualidades de los ecosistemas es un propósito constante en los programas de manejo costero de las distintas naciones (Olsen & Christie 2000). Sin embargo, según estos autores, en las zonas costeras tropicales el proceso de desarrollo contemporáneo se incrementa progresivamente, con una tendencia hacia patrones de comportamiento y de uso no sustentables. La búsqueda de la sustentabilidad -concebida como un proceso-, requiere concentrarse en la resiliencia, la renovación y la capacidad de adaptación de los ecosistemas. Estos procesos se encuentran en continuo cambio y por lo tanto necesitan investigarse constantemente (Gunderson 1999a, b).

Uno de los problemas de la zona costera se centra en la dificultad de implementar acciones preventivas y paliativas de las amenazas que se identifican. Estas amenazas, tales como los impactos negativos que promueve el proceso de transformación antropogénico, pueden alterar significativamente la estructura y características funcionales de los ecosistemas costeros. En algunas situaciones es previsible un conjunto de variables que condicionen la sustentabilidad de las actividades humanas y la integridad de los ecosistemas. En este contexto global, en la “V International Conference Environmental Management of Enclosed Coastal Seas” (EMECS, Kobe-Awaji, Japón, noviembre de 2001) se discutieron estrategias que combinan enfoques locales y regionales. El tema principal fue “Hacia un manejo de la zona costera que asegure una coexistencia entre las poblaciones y la naturaleza en el Siglo XXI”. No obstante, a pesar de ser posible identificar, y en algunos casos revertir o mitigar, las amenazas de las actividades humanas sobre la viabilidad de los ecosistemas, las dificultades para implementar acciones se deben al bajo grado de comprensión y alta incertidumbre acerca de las escalas y la velocidad con que se manifiestan los cambios observados (Yanagui & Ducrotoy 2003).

Los sistemas costeros han sido objeto de creciente presión de las actividades humanas, entre las que figuran (Olsen & Christie 2000): destrucción o degradación de hábitat y la concomitante pérdida de diversidad biológica; degradación de la calidad de las aguas costeras; paulatina reducción del uso y acceso público a la costa; emplazamiento inapropiado de infraestructura en el margen costero con altos riesgos a impactos como inundaciones y procesos relacionados con las dinámicas de erosión /acreción. A pesar del incremento en la presión antropogénica sobre la zona costera, existe aún poco reconocimiento de su fragilidad y dinámica, y de su susceptibilidad a los cambios inducidos en forma natural y humana (Fearon 2005).

Frente a la degradación física, biológica y socioeconómica del sistema costero, varias disciplinas de la ciencia y de distintas naciones han contribuido a la generación de conocimiento sobre la presión antropogénica, su proceso de transformación del espacio e impactos sobre los ecosistemas (InterCoast Network 2000, El Raey & Fouda 2000, Greve et al. 2000, Finkl 2000, Ungureanu & Stanica 2000, Thornton et al. 2000, Coastal CRC Conference 2005). Esto a su vez ha generado el concepto de Manejo Costero Integrado (MCI) (Olsen et al. 1999, Mc Cann & Rubinoff 2000). Christie et al. (2005) señalan que el MCI presenta múltiples definiciones que se centran en diversas perspectivas, según el contexto y los objetivos de partida, cada una con una concepción de mundo diferente. No obstante, la meta general del MCI es mejorar la calidad de vida de las comunidades que dependen de los recursos costeros, manteniendo la diversidad biológica y la productividad de los ecosistemas (Christie et al. 2005). El aprendizaje sobre las experiencias de MCI es importante en la comprensión de los procesos y adaptaciones futuras dentro de un espectro espacio – temporal (Olsen & Christie 2000). Evaluar tendencias y trazar posibles escenarios a partir de un proceso sustentable, posiblemente constituyan valiosas herramientas tanto para el MCI como para diseñar futuros modelos de manejo. En este contexto, el proceso de transformación antrópica en la zona costera teniendo como base de partida diagnósticos de estados previos, puede contribuir a la previsión de escenarios futuros, al diseño de modelos de manejo y a estrategias que contemplen las estructuras dinámicas de los ecosistemas.

1.2 – Las intervenciones antrópicas en la zona costera de Uruguay

La costa del Atlántico Sudoccidental, se presenta como costa de sotavento para la navegación, lo que implica para esta actividad un riesgo de naufragio, ya que tanto los vientos más potentes como los más frecuentes tienen la capacidad de arrastrar las naves hacia la costa. Durante el proceso colonizador europeo de la costa comprendida entre Río Grande del Sur (Brasil) y el estuario del Río de la Plata, este factor de riesgo, junto a un paisaje de extensos sistemas dunares y una compleja hidrología, posiblemente se imponían a las intervenciones humanas, confinándolas a zonas protegidas del litoral. De forma similar a las intervenciones en Río Grande del Sur (Esteves et al. 2000a, b), el resultado para la costa del actual territorio uruguayo fue un proceso no homogéneo de apropiación del ambiente nativo, quedando grandes extensiones sin asentamientos humanos importantes, como lo fue la costa de Rocha (de Álava & Panario 1996). Las intervenciones más importantes correspondieron en primer lugar a la introducción del ganado y posteriormente a la implantación de cultivos forestales desde comienzos del siglo XX. La forestación de los sistemas dunares costeros indujo modificaciones que hasta la fecha son irreversibles (de Álava & Panario 1996). Toneladas de arena fueron fijadas, generando un déficit en el transporte de sedimentos y alterando la matriz arenosa costera. El valor escénico y paisajístico del espacio costero previo a la forestación, en el caso de ser posible su restitución, insumiría grandes aportes económicos. No hace más de 20 años se produjo un cambio cuantitativo en las intervenciones humanas, en especial como resultado de un mayor uso de vehículos (e.g., "4x4"), los cuales indujeron a una mayor intensidad y velocidad en la capacidad de transformación humana sobre la naturaleza. Los

espacios costeros, antes casi inaccesibles por vehículos motorizados, fueron pasibles de ser visitados por miles de personas en un día, por ejemplo Cabo Polonio.

Actualmente, las tareas de conservación impulsadas a través del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP: Ley 17.234 de 2000) encuentran algunos obstáculos para su implementación. Los más importantes se centran en los escasos recursos monetarios destinados a la gestión de las áreas y a que la mayor parte de las áreas protegidas se encuentran en dominio de tierras privadas. Por otra parte, los planes de desarrollo impulsados desde el sector político promueven proyectos que desconocen un abordaje integral para el manejo de los recursos, por ejemplo la instalación de industrias de procesamiento de harina de pescado y el proyecto de cinta chipera en el puerto del balneario La Paloma. En la *praxis*, no existe en Uruguay un enfoque interdisciplinario del espacio costero que posibilite el ordenamiento ambiental y posteriormente el territorial mediante el desarrollo de planes sectoriales. Por el contrario, se impulsan proyectos y luego se determina si causan o no impactos ambientales negativos.

En Uruguay, la interacción de las actividades antrópicas con estilos y usos antagónicos del territorio determina que la zona costera se presente como un espacio de conflicto ambiental. La costa oceánica se extiende por aproximadamente 280 km (escala 1:500.000), pudiéndose situar desde Punta Negra hasta Barra del Chuy, de acuerdo a la dinámica disipativa que se establece entre la energía del oleaje y la morfología submarina (de Álava 1996). Esta reducida extensión de los ecosistemas litorales oceánicos hace que los problemas relacionados con la ocupación del territorio requieran en el corto plazo la generación de mayor conocimiento sobre el ambiente costero, así como una planificación que asegure su conservación y manejo integrado tanto para las generaciones futuras como para las futuras actividades de las generaciones presentes (de Álava 1994).

1.3 – Introducción al concepto de Zona Litoral Activa

Las costas formadas por playas arenosas están constituidas, desde el punto de vista ecológico, por dos componentes: (1) un ecosistema marino controlado por la acción del oleaje y habitado por biota marina; y (2) un ecosistema terrestre controlado por la acción del viento, habitado por biota terrestre (McGwynne & McLachlan 1992). Ambos sistemas, si bien distintos, interactúan en una única unidad geomorfológica llamada "Zona Litoral Activa" (ZLA). La ZLA constituye una interfase entre el océano y el continente, en estado de equilibrio dinámico en el que los sedimentos se mantienen constantemente en movimiento (Tinley 1985, McGwynne & McLachlan 1992). La ZLA puede subdividirse en tres subzonas: (1) ZLA Infra, que se extiende desde el "swash" hacia zonas más profundas donde predomina la energía del oleaje; (2) ZLA Meso, comprendida entre el "swash" y las dunas frontales, con una interacción de la energía del oleaje y la eólica; y (3) ZLA Supra, que se extiende desde las dunas frontales hacia aquella parte del interior del continente donde finaliza el transporte de arena por el viento, con un predominio de las energías eólicas y dinámicas de cauces pluviales (Fig. 1).

Para lograr una mayor comprensión de los procesos dinámicos que a escala de paisaje interactúan en la configuración espacial y en la evolución temporal de la antigua y actual ZLA, es posible sintetizarlos en el ámbito de tres sistemas (de Álava 1996b, 2002): sistema marino-costero (bancos de rompiente e interfases submarinas y aéreas), sistema fluvio-pluvial (cauces permanentes y semipermanentes, incluyendo las escorrentías de cárcavas) y sistema dunar (dunas móviles y cordones litorales o frontales de playa: Figs. 3, 4, 5, 6). Los flujos de energía entre éstos, en conjunto con la presencia de extremidades rocosas, el clima de olas, la rosa de vientos y la disponibilidad de sedimentos, constituyen procesos dinámicos que continúan esculpiendo la costa. Las principales interacciones, entre subsistemas y sistemas, que determinan el balance sedimentario y en consecuencia la línea de costa, corresponden a cuatro dinámicas fundamentales (Fig. 3):

1. El transporte eólico de sedimentos desde el sistema dunar a las vías de drenaje (flecha 1 superior, Fig. 3).
2. El transporte eólico entre el sistema dunar y la zona de playa (flecha 1 inferior, Fig. 3).
3. El transporte de sedimentos desde los cauces permanentes y semipermanentes hacia la zona de playa y zona submarina contigua (flecha 2, Fig. 3).
4. El transporte por corrientes de deriva litoral (CDL) a nivel de los arcos de playa y de las unidades fisiográficas (arenas y bioclastos, materiales de degradación de los frentes rocosos y barrancas costeras) (flecha 3, Fig. 3).

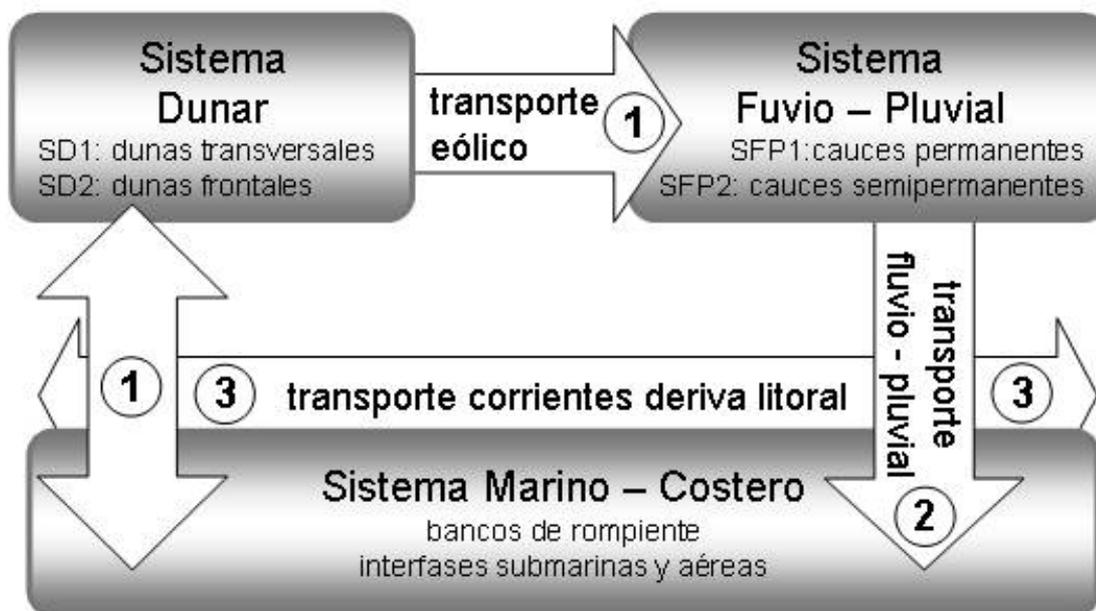


Figura 3. Modelo de los flujos dinámicos entre los sistemas actuantes a escala de paisaje costero. Las flechas indican los transportes de sedimentos entre sistemas: (1) transporte eólico, (2) transporte fluvio-pluvial, (3) transporte por corrientes de deriva litoral. Dunas transversales (SD1), dunas frontales (SD2), cauces permanentes (SFP1), cauces semipermanentes (SFP2). Adaptado de de Álava (1999, 2002).

Sistema dunar. Se diferencian las dunas transversales móviles (dunas barkhanes, seifes, y otras combinaciones de depósitos móviles) (SD1) de los cordones frontales de playa que separan la zona de bermas de las anteriores (SD2) (Fig. 3). Esta diferencia se destaca por las características granulométricas de sus materiales, la continuidad de los cordones frontales que se extienden paralelamente al margen de aguas marinas (Fig. 5) y la presencia de vegetación

propia de estas dunas, en contraste con la disposición transversal de las dunas móviles, la escasa vegetación y la presencia de napas aflorantes en sus depresiones.

Sistema fluvio-pluvial. Este sistema incluye cauces permanentes, como ríos, arroyos y cañadas (SFP1), y semipermanentes (SFP2) (Fig. 3), como cañadones que comúnmente desembocan en la playa y conducen escorrentías desde las cárcavas con importante carga de sedimentos de granulometría más fina (Fig. 6). Constituye un aporte importante al sistema marino-costero, especialmente al consolidar la estructura de los bancos de rompiente. También incluye lagunas costeras con barras de apertura periódica.

Sistema marino-costero (SMC). Sistema constituido por bancos de rompiente e interfases submarinas y aéreas. La movilidad de los bancos de rompiente e interfases tienen una importante función en la redistribución de sedimentos a través de arcos de playa y unidades fisiográficas (Silvester & Hsu 1993), según el establecimiento de las corrientes de deriva litoral (CDL).

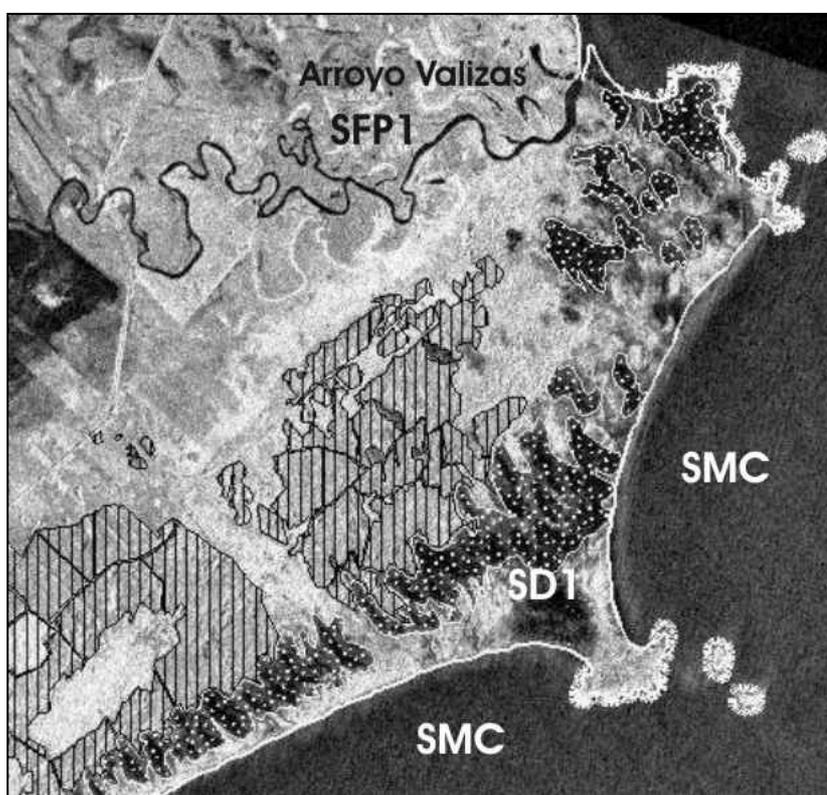


Figura 4. Representación del sistema marino costero (SMC), sistema fluvio-pluvial permanente (SFP1) y sistema dunar transversal (SD1). En negro punteado se observan dunas barjanoides potencialmente activas, en polígonos rayados dunas estabilizadas por forestación. Zona de Cabo Polonio, RADARSAT, F3, canal de componentes principales (29/03/01, 31/10/01, 17/04/02). Adaptado de de Álava (2002).



Figura 5. Sistema dunar. Izquierda: duna barjanoide con depresión interdunar (SD1 en Fig. 4) en Cabo Polonio. Derecha: cordón de dunas litorales o frontales con vegetación (SD2 en Fig. 3) en La Esmeralda.

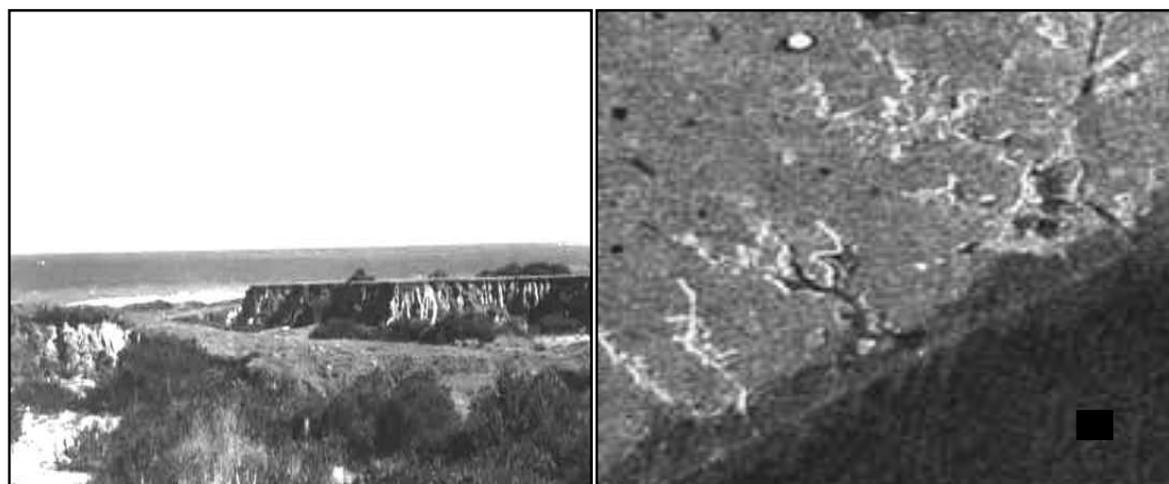


Figura 6. Sistema fluvio-pluvial semipermanente (SFP2 en Fig. 3). Izquierda: cárcavas transversales a la línea de costa. Derecha: cárcavas transversales a la línea de costa formando parte del sistema fluvio-pluvial, que conducen sedimentos finos y muy finos a través de cañadones hacia la zona de playa y bancos de rompiente. Las zonas lenticulares más oscuras (abajo derecha) corresponden a estructuras dunares, limitando con el océano por un cordón de dunas frontales (línea gris más brillante). RADARSAT, F3, canal CP (29/03/01, 31/10/01, 17/04/02).

1.4 – Propósito del estudio

1.4.1 – Planteamiento del problema: la zona costera del Departamento de Rocha

El problema en la zona costera de Rocha puede abordarse a través de dos enfoques: el primero se centra en la actuación institucional y el otro en la conservación del espacio costero. Desde estos enfoques es posible identificar conflictos resultantes del proceso de uso y apropiación del espacio costero, generándose riesgos ambientales que comprometen nuevos modelos basados en un proceso de desarrollo sustentable donde sea posible la conservación de los ecosistemas nativos y en consecuencia la integridad del patrimonio costero de la nación.

1.4.1.1 – Análisis enfocado en la actuación institucional

En la zona costera del Departamento de Rocha, la incidencia del proceso urbano y turístico se incrementó tardíamente en relación al resto de la costa de Uruguay. Las iniciativas de ordenamiento y gestión costera se encuentran en un nivel primario (de Álava 1995, de Álava & Panario 1996). En diciembre de 2003, fue aprobado por la Junta Departamental de

Rocha el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Sustentable de la Costa Atlántica del Departamento de Rocha, conocido como Ordenanza Costera (Decreto 12/2003), realizado por el Programa para la Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable de los Humedales del Este (PROBIDES), la Intendencia Municipal de Rocha (IMR), el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), con representación gráfica 1:250000.¹ La zonificación que establece presenta similitudes con los “Estudios para la Propuesta de un Manejo Integrado de la Zona Costera del Departamento de Rocha” (de Álava 1994). La Ordenanza Costera presenta un problema en su aplicación, porque paraliza el desarrollo urbano en varias zonas mediante las normas establecidas pero no cuenta con los mecanismos explícitos para llevar a cabo una reordenación del uso del suelo. Como la mayor parte del territorio costero es de dominio privado, se produce un conflicto que implica negociar con los propietarios de las tierras o bien modificaciones en la ordenanza; de otro modo es previsible el reclamo de indemnizaciones por parte de los propietarios.

Por el momento, a nivel del gobierno local no ha sido claro discernir las disciplinas que deberían integrarse para ejecutar este plan. En este sentido se visualizan carencias en relación a metodologías de trabajo y a la incorporación de nuevas perspectivas de análisis desde otras ciencias, más allá de las que se apropiaron de la temática costera en el pasado. Un ejemplo de esto se pone en evidencia en la falta de acciones para el tratamiento de los problemas costeros desde una óptica integral para el manejo de sus recursos. Estas acciones ameritan una coordinación de planes entre las instituciones gubernamentales a nivel local y central, pero las acciones se concentran parcialmente sobre la información catastral sin considerar, un abordaje ecosistémico del espacio costero. A nivel político local, se manifiesta la visión fragmentada del sistema costero, donde desarrollo y conservación se conceptualizan aisladamente y a veces contrapuestas.

1.4.1.2 – Análisis enfocado en la conservación del espacio costero

A fines de 1994, la zona costera La Paloma – Cabo Polonio presentaba zonas densamente urbanizadas, agropecuarias y áreas protegidas por la legislación pero sin operatividad y con escasa fiscalización. Estudios realizados para el gobierno local (de Álava 1994) propusieron una zonificación del espacio costero en base a criterios que incluyeron aspectos tales como: geomorfológicos, fuentes de agua potable, aptitudes de uso y estilo de uso del suelo, incremento del nivel del mar por cambios climáticos globales, impactos ambientales, modelos y tendencias turísticas.

Los resultados generaron una propuesta de ordenamiento ambiental y de uso del espacio costero, recomendando medidas precautorias con varias escalas de instrumentación y delimitando áreas críticas para facilitar la gestión y manejo de la zona costera. Si bien por razones económicas estos resultados fueron expresados cartográficamente a escala 1:100000, la escala de trabajo utilizada fue 1:20000 y 1:7500 con apoyo exhaustivo de trabajo en terreno. Las áreas críticas establecidas incluyeron áreas de riesgo por inundación, litorales con procesos erosivos, zonas con degradación de bioasociaciones nativas, contaminación, entre otras.

¹ Este plan tiene como objetivo el ordenamiento territorial y ambiental de la costa de Rocha, con la finalidad de instrumentar su desarrollo sustentable. Su función consiste en establecer una clasificación para el ordenamiento de la zona costera e implementar programas para su desarrollo. Las disposiciones son de aplicación obligatoria tanto para la Administración en sentido amplio, como para los particulares, constituyendo un marco normativo básico. Este Plan establece en el Art. 14 una clasificación del suelo de la siguiente manera: suelo urbano, suelo rural no urbanizable, suelo rural urbanizable o de reserva urbana, suelo rural protegido. Se define en el Art. 15 las actividades permitidas para cada uno y se expone una zonificación del espacio en: Áreas de Desarrollo Urbano Turístico, Áreas Protegidas, Áreas de Interés para la Conservación, Áreas de Urbanización Concertada, Áreas de Turismo de Baja Intensidad, Áreas Especiales.

Durante el período 1994 – 2005, el proceso de transformación antrópica en la zona costera La Paloma – Cabo Polonio ha experimentado un incremento tanto en la velocidad como en la intensidad de las intervenciones, hecho que responde al estado y características del sistema tecnológico y del modelo de apropiación del espacio. Por otra parte, existe una dicotomía entre los sistemas urbanos y los sistemas ecológicos aún sin urbanizar en lo referente a estrategias de desarrollo y ordenamiento ambiental del territorio (de Álava 1995, van der Merwe & Lohrentz 2001). Como resultado, en la actualidad se observa el desarrollo acelerado de balnearios ya existentes en el catastro desde la década de 1940, así como cambios en el uso del espacio, particularmente el fraccionamiento de predios rurales para nuevas modalidades como condominios de acceso restringido al público. Al mismo tiempo se realizan esfuerzos para el intento de manejo de posibles áreas protegidas y para la implementación de la nueva ordenanza costera del Departamento de Rocha, pero sin fiscalización y actuación debida. Al respecto, la Ley 17234 de 2000 sobre Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) ha generado un nuevo ámbito donde se concentra a nivel institucional y agrupaciones locales nuevas discusiones sobre la gestión y manejo para la conservación del espacio costero. Resulta importante entonces la reformulación de los esquemas tradicionales de ocupación del territorio, ya que es probable que al igual que en otras áreas del litoral, dichos esquemas promuevan actividades donde el uso y manejo de los recursos condicionen su sustentabilidad.

Desde un análisis enfocado en la conservación del espacio costero surge que, para la conservación del territorio oceánico-costero y sus recursos, es necesario incorporar los conocimientos necesarios sobre la estructura y funcionamiento del biogeosistema. Estos conceptos científicos no han sido tratados adecuadamente por los métodos y abordajes tradicionales de gestión costera (Bosch et al. 1996, Levin 1999, Harvey et al. 1999). A nivel de las instituciones competentes en la zona costera, dichos conocimientos se encuentran dispersos. A nivel local, existen conocimientos parciales relacionados a las actividades de las comunidades costeras, adquiridos a través de las generaciones, así como de su herencia cultural.

La zona comprendida entre La Paloma y Cabo Polonio presenta conflictos que resultan del proceso de ocupación / uso del espacio, y, como en otras naciones, de la inadecuada legislación con relación a los procesos dinámicos costeros (O'Hagan et al. 2001). Las leyes y decretos establecen arbitrariedades no sustentadas científicamente, como por ejemplo el criterio utilizado para delimitar la "Faja de defensa costera" (de Álava 1999), habiéndose identificado dos tipos de conflictos entre dicha legislación y el sistema de interfase costero: uno conceptual y otro relacionado con el objetivo que plantea de protección y conservación ambiental. Por otra parte, la Ordenanza Costera de Rocha no prevé una metodología clara como tampoco una gestión presupuestaria para el manejo de las zonas que quedan excluidas de edificaciones, o de interés para la conservación. Salvo las zonas que ya han sido decretadas como Áreas Protegidas, algunos predios municipales, los pertenecientes a otras instituciones y la ribera del Océano Atlántico, el resto se encuentra bajo dominio privado. Al respecto, lo que la Ordenanza propone explícitamente es una negociación con los propietarios de las tierras.

Bajo este análisis, la formulación de escenarios futuros para la costa de Rocha genera un incremento en las variables relacionadas a riesgos ambientales, dado que se ha alcanzado un umbral que hace peligrar la conservación de ecosistemas nativos y la sustentabilidad del modelo de ocupación del espacio. Mientras tanto, se introducen continuamente nuevas propuestas de desarrollo, de actividades y de conceptos sobre el uso del sistema costero. Las terminales portuarias industriales como las que han sido proyectadas y otras adjudicadas por el Ejecutivo Nacional desde el año 2003 en La Paloma, caso de la terminal de procesamiento

de “anchoita” y el proyecto de cinta - planta chipera (Puerto Graneles), constituyen un ejemplo de las nuevas variables que condicionan la sustentabilidad del sistema costero.

1.4.1.3 – Evolución y estado ambiental del sistema costero La Paloma – Cabo Polonio

Desde inicios del siglo XX, la zona costera de Rocha –al igual que otras localidades-, sobrelleva un proceso que culmina actualmente en el establecimiento de dinámicas degradativas, que pueden sintetizarse en dos grandes componentes causales de las disfunciones del biogeosistema: la implantación de cultivos forestales y el proceso de urbanización. La forestación realizada desde principios de 1940 ha reducido el tránsito de sedimentos. Esto generó un déficit en el balance sedimentario establecido por la dinámica del transporte eólico, fluvio-pluvial y marino-costero de la antigua ZLA (Fig. 2). Existen a escala global numerosos ejemplos de las consecuencias erosivas de la forestación sobre dunas móviles (Short & Wright 1983, Tinley 1985, Hesp 1986, Nordstrom & Lotstein 1985, Lord et al. 1985, de Álava 1992, 1994, Piñeiro & Panario 1993, de Álava & Panario 1996, Panario & Piñeiro 1997, Panario & Gutiérrez 2005). La estabilización de dunas móviles fue una de las principales causas que inició e incrementó las dinámicas erosivas en varios sectores de la costa, reduciendo y/o eliminando los procesos de retroalimentación (servo-reguladores) de transporte sedimentario (eólico, fluvial y marino). A estos disturbios debe adicionarse los que resultan de la expansión e incremento del proceso urbano tradicional, ya sea por el uso edificio excesivo del suelo, como también por las diversas obras de infraestructura complementarias y obras portuarias. Es importante considerar también la tendencia natural de incremento del nivel medio del mar al que se le superpone el aumento del efecto invernadero y su interacción con los cambios climáticos globales.

Independientemente de estas afectaciones de escala global y regional, los procesos erosivos que se registran en la actualidad responden claramente a disturbios provenientes de diversas intervenciones humanas, no sólo por su permanencia, sino también por un incremento de su intensidad en la última década (de Álava 1995).

1.4.1.4 – Principales transformaciones negativas por la intervención antrópica

Los principales agentes de transformación que alteraron negativamente los aspectos cripto y fenosistémicos del paisaje (González 1981) han seguido un proceso que respondió a las siguientes causas:

1. Necesidad de detener el avance dunar hacia las tierras altas, de acuerdo a una antigua visión productivista agropecuaria, donde los espacios dunares eran considerados improductivos y perjudiciales. La implantación de cultivos forestales fue la solución encontrada para inmovilizar las dunas.
2. Expansión del proceso urbano-turístico tradicional, encontrando en la zona costera “improductiva” en aquel entonces, una nueva fuente de recursos. La forestación, además de fijar las dunas, daba expectativas de crear una serie de centros balnearios de acuerdo a un modelo europeo, de gran aceptación social. En muchos casos se vendieron solares que corresponden a depresiones barrancosas, cárcavas y bañados.

En la actualidad se registra una serie de procesos degradativos del ambiente, cuya interacción durante la evolución espacio-temporal, ha resultado en un retroceso general de la línea de costa, con variaciones zonales de acuerdo a sus características geomorfológicas. Es posible estimar que las dunas de la antigua ZLA han sido estabilizadas en más del 80% (de Álava 1996) y que la ZLA actual experimenta síntomas erosivos en casi su totalidad, habiéndose reducido en zonas localizadas donde actividades como la minería de áridos y el tránsito de vehículos ha cesado, o donde se ha aproximado a un nuevo estado de equilibrio dinámico (Silvestre y Hsu 1993). Un desarrollo más preciso de las transformaciones costeras

como producto de las intervenciones antrópicas, por ejemplo los procesos degradativos de obras de infraestructura vial, obras de protección edilicias contra el oleaje, las actividades de minería de áridos en las playas, ha sido analizado en varios informes de la Unidad Ciencias de Epigénesis (UNCIEP) de la Facultad de Ciencias (de Álava 1996).

La expansión del modelo urbano tradicional ha conllevado a la pérdida de hábitat de especies nativas, la inundación de zonas topográficamente bajas por generación de nuevas escorrentías pluviales, la deposición inadecuada de residuos urbanos y la contaminación por desechos industriales pesqueros.

1.4.2 – Hipótesis general

El proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio plantea conflictos a escala ambiental en función de 2 componentes: (1) proceso de ocupación / uso del espacio; y (2) legislación con relación a los procesos dinámicos costeros.

Se plantea la pregunta principal: ¿Cómo incide el proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio? Se busca responder esta pregunta planteando la siguiente hipótesis principal: existe un incremento de los Impactos Ambientales Negativos (IAN) durante el período 1994 – 2005, resultando por su parte en un incremento del nivel de riesgo para las tareas de gestión y manejo de este sistema costero en escenarios futuros.

La determinación del estado actual de la incidencia del proceso de transformación antrópico en este sistema costero y su comparación con su estado en 1994 (de Álava 1994), posibilitará una formulación más precisa sobre los posibles escenarios futuros, una identificación de los principales conflictos e IAN, así como establecer posibles estrategias para la gestión de nuevos modelos de manejo de la zona costera.

1.4.3 – Objetivo general

Determinar criterios que oficien de base para propuestas de modelos sustentables en la gestión de la zona costera comprendida entre La Paloma y Cabo Polonio.

1.4.4 – Organización de la tesis

Para el desarrollo de la Tesis se diseñó la siguiente estrategia:

1. Considerar como nivel de base y diagnóstico los estudios realizados en 1994 para la zona costera de Rocha (de Álava 1994), haciendo especial énfasis en el sistema costero comprendido entre La Paloma y Cabo Polonio.
2. Utilizar imágenes digitales satelitales de radar de apertura sintética (SAR) RADARSAT, a efectos de realizar los análisis correspondientes a través de la elaboración de un sistema de información geográfico (SIG).
3. Identificar los principales IAN que resultan de las transformaciones inducidas por las intervenciones antrópicas en la zona.
4. Establecer indicadores para evaluar las transformaciones ambientales resultantes de las intervenciones humanas entre 1994 y 2005.
5. Generar un sistema jerárquico de clasificación ("rating system") para cuantificar los IAN de manera que posibilite contrastar la hipótesis planteada.
6. Establecer indicadores para evaluar la existencia de variaciones en el período 1994 - 2005, o modificar las áreas críticas o de riesgo definidas en 1994.
7. Desarrollar una nueva zonación en base a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO 2

ÁREA DE ESTUDIO

2.1 – Ubicación y delimitación

La zona costera de Rocha presenta un frente costero aproximado de 190 km (escala 1:100000). El área de estudio se extiende desde el W de La Paloma (balneario Sta. María de Rocha, 54°12'41"W; 34°39'52.0325"S) hasta el Arroyo Valizas en el extremo NE (53°47'11"W; 34°20'37"S), abarcando ca. 70 km de línea de costa (escala 1:50000). A efectos de este estudio, el margen continental se fijó en la Ruta 10 y el margen marítimo en la línea de costa (Fig. 7). Para algunos análisis, en los cuales queda debidamente explicitado, se fijó el margen marítimo en la zona de rompiente.



Figura 7. Ubicación de la zona de estudio (en color gris).

El área incluye zonas urbanas ya consolidadas como La Paloma y La Pedrera, zonas con desarrollo incipiente, como Punta Rubia, San Antonio Santa Isabel; zonas con plantas balnearias aún no desarrolladas, zonas de uso agropecuario y zonas que se encuentran bajo la denominación de áreas protegidas como Cabo Polonio.

2.2 – Geomorfología general

La costa del Departamento de Rocha se caracteriza por la existencia de playas arenosas estructuradas a partir de afloramientos rocosos, formando arcos de playa así delimitados y con una dinámica propia. Algunos arcos de playa presentan debajo de las arenas, sedimentos arcillosos y capas de turbas que en eventos de alta energía de oleaje son descubiertos. Se encuentran por debajo de las dunas transversales, lo que hace suponer una edad de más de 4000 años AP. Estos sedimentos con mayor resistencia al oleaje, una vez expuestos, promueven dinámicas propias internas a los arcos de playa, y en algunos casos se ha

constatado que no vuelven a ser cubiertos por las arenas por varios años, como por ejemplo al Sur de Cabo Polonio, donde se extienden a través de ca. 11 km de playa (información de las imágenes RADARSAT y de terreno). Hacia el continente se extienden sistemas de dunas que pueden alcanzar más de 1 km, como en Cabo Polonio. Las zonas de topografía más alta corresponden a planicies ácidas que muchas veces se sitúan por detrás de los cordones de dunas frontales y hacia el continente, lomadas suaves con cárcavas activas.

Existe una preponderancia de las mareas eólicas sobre las astronómicas, si bien no deben descartarse eventos sincrónicos entre ambas, que se producen excepcionalmente y que pueden ocasionar grandes avances del mar sobre la costa.

2.2.1 – Zona Litoral Activa

La ZLA en el área de estudio comprende una parte de dunas hacia el margen continental (cordón dunar del litoral de playa o dunas frontales y en algunos casos sistemas de dunas móviles o espacios dunares), una zona intermedia que comúnmente se reconoce como "playa" y una zona de rompiente de olas (playa submarina). En condiciones normales y de acuerdo a la climatología regional, durante el período invernal predominan los procesos erosivos, ya que son más frecuentes dinámicas de mayor energía marina, mientras que durante el período estival predominan los procesos de deposición de sedimentos. Gran parte de la energía del oleaje se disipa en la playa. Las dunas frontales, cuando se encuentran presentes, disipan la acción del oleaje durante eventos de alta energía de ola, amortiguando la erosión.

2.2.2 – Espacios dunares

Los espacios dunares corresponden a depósitos holocénicos estructurados en dunas móviles, con características y dinámicas propias de acuerdo a las variables meteorológicas y climáticas. La edad estimada para el origen de las dunas de esta zona costera (en especial las que se movilizan desde el SW hacia el NE en Cabo Polonio), es entre 4000 y 4500 años A.P. (López 1984, Piñeiro & Panario 1993). Sus dinámicas comenzaron a ser influidas de una manera diferente por actividades humanas, en dos etapas: (1) desde los comienzos de las actividades ganaderas; y (2) correspondiente al proceso de forestación desde los años 1940 y posteriormente por la expansión urbana. Todos los espacios dunares del Departamento de Rocha se encuentran actualmente alterados, fundamentalmente por cultivos forestales. La forestación de los espacios dunares generó alteraciones en la dinámica eólica del transporte de los sedimentos, que a su vez promovió y/o incrementó la erosión de la costa.

En cuanto a la kinesis dunar, ha sido determinado para Cabo Polonio que para una duna barjanoide de 11.5 m de altura, la cantidad de arena que el viento SW mueve con una velocidad aproximada de 40 km/h, es de más de 170 kg/m/h. En términos generales, estas dunas se desplazan con una velocidad de aproximadamente 5 m/año. Tomando 3 km de sección del espacio dunar de Cabo Polonio, tal como lo era en el año 1943 (Fig. 2), es decir, en el inicio de las actividades forestales de la zona, se estimó en 38000 ton/año el aporte de arena, que en la actualidad se encuentra reducido en un 70% (Piñeiro & Panario 1993).

2.2.3 – Zonas de cárcavas

Gran parte de la zona costera del departamento se caracteriza por la presencia de cárcavas en materiales constituidos por sedimentos de relativa inestabilidad correspondientes a depósitos marinos de aproximadamente 135,000 años AP (formación geológica Chuy (Preciozzi et al. 1985, Villwock et al. 1986). Esta inestabilidad, asociada a movimientos eustáticos en la franja costera, habría sido el factor que inició los procesos erosivos que se

evidencian en la propia dinámica de las cárcavas (Panario com. pers.). Las cárcavas se encuentran en el extremo continental de la ZLA.

La zona de cárcavas representa más de 12 km² de la superficie de la zona costera de Rocha. Estas cárcavas son producidas por las aguas de escorrentía en pendientes inestables y vegetación abierta por efecto del sobrepastoreo, según las características del suelo y subsuelo. Se produce un transporte de sedimentos hacia la zona de playa a través de cañadas (cauces semipermanentes) que conducen las escorrentías pluviales hacia la costa. Los materiales arrastrados son en su mayoría correspondientes a la fracción de los finos (arena fina, arcillas y limos). Se presume que al igual que en otras zonas costeras, debe haberse producido un incremento en la dinámica de las cárcavas por efectos de sobrepastoreo, desde los comienzos de las actividades ganaderas en la región (Panario com. pers.).

2.3 – Principales actividades y uso del espacio costero

El turismo de “veraneo” constituye la actividad principal y se concentra en los meses de enero y febrero. Constituye una modalidad de turismo de “sol y playa”. En la temporada estival la zona costera comprendida entre La Paloma y La Pedrera llega ser la zona más poblada del Departamento de Rocha. Cabo Polonio concentra miles de visitantes diarios. Datos recientes de guardaparques (Caymaris com. pers.) confirman que en enero 2006 ingresaron a Cabo Polonio 19449 personas. De manera muy incipiente se desarrollan también actividades de turismo de naturaleza y ecoturismo.

La Paloma presenta un puerto dedicado principalmente a la pesca artesanal y de altura. Las especies más importantes dentro de esta última actividad son los peces pelágicos como túnidos y “anchoita”, habiendo comenzado en el 2005 su industrialización para la producción de harina. La Planta fue cerrada por incumplimiento con las medidas para el tratamiento de las aguas residuales y posteriormente habilitada, aunque las medidas paliativas y cambios realizados en la planta industrial no han cerrado el conflicto con varios sectores de la población local, debido a los olores, los vertidos al mar y la degradación de recursos como el turismo.

En las zonas agropecuarias las actividades principales son la ganadería extensiva y agricultura, principalmente cultivo de papa. La forestación más importante como actividad se encuentra en el predio del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), aunque en menor escala esta actividad se desarrolla también en otros predios. Otra de las actividades es la apicultura. En la Fig. 8 se expone un mapa general de uso del espacio costero.