

PROYECTO DE RESTAURACIÓN
SISTEMA DE PLAYAS Y DUNAS FRONTALES DE LA BAHÍA DE PORTEZUELO
M Sc Daniel de Álava



Agosto - 2008

UNIÓN VECINAL de PUNTA BALLENA
y LAGUNAS del SAUCE y del DIARIO



TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	i
CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN	1
1.1 Geomorfología general.....	3
1.2 Síntesis descriptiva del problema	5
1.3 Objetivo general del proyecto	6
1.4 Objetivos específicos del proyecto	6
1.5 Justificación del proyecto.....	6
1.6 Resultados esperados.....	7
CAPÍTULO 2 – PRINCIPALES INTERVENCIONES ANTRÓPICAS, IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS (IAN) Y ÁREAS CRÍTICAS DE MANEJO.....	8
2.1 Principales intervenciones antrópicas	8
2.2 Principales IAN identificados	9
2.2.1 Erosión de dunas.....	9
2.2.2 Erosión de playa.....	10
2.2.3 Obstrucción y/o alteración en el transporte de sedimentos	11
2.2.4 Estabilización de dunas	11
2.2.5 Alteración en cauces pluviales e incremento de escorrentías	12
2.2.6 Degradación de hábitat de especies autóctonas	12
2.2.7 Degradación del valor escénico	13
2.3 Áreas Críticas de Manejo.....	13
2.3.1 Áreas críticas por erosión	13
2.3.2 Áreas críticas aportadoras de sedimentos	13
2.3.3 Áreas críticas de alto dinamismo	13
2.3.4 Áreas críticas por inundación	14
2.3.5 Áreas críticas por degradación del valor escénico	14
2.3.6 Áreas críticas de importancia para la conservación de especies ...	14
CAPÍTULO 3 – ORGANIZACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO	15
3.1 Actividades y acciones previstas.....	16
3.1.1 Coordinación con otras instituciones	16
3.1.2 Estrategia adaptativa para mitigar IAN	16
3.1.3 Relacionamiento con los vecinos.....	16

3.1.4 Acciones de difusión, comunicación y educación	16
3.1.5 Monitoreo del proceso de restauración	17
CAPÍTULO 4 – BASES PARA DISEÑO DE DISPOSITIVOS Y OBRAS DE MITIGACIÓN DE IAN	18
4.1 Dispositivos para restauración del ambiente y mitigación de IAN	18
4.1.1 Dispositivos de restauración eólica (DRE)	18
4.1.2 Dispositivos disipativos de oleaje (DDO)	26
4.1.3 Dispositivos de amortiguación pluvial (DAP)	28
4.2 Plantado de especies nativas.....	29
4.3 Acondicionamiento del espacio.....	31
4.3.1 Caminería	32
4.3.2 Escaleras, rampas, pasarelas y similares	33
4.3.3 Cartelería, señalizaciones	34
CAPÍTULO 5 – MEDIDAS DE MANEJO	35
5.1 Zonificación	35
5.2 Medidas de manejo a escala de sitio	38
5.2.1 Zona 1: medidas específicas para sitios prioritarios de manejo	38
5.2.2 Zona 2: medidas específicas para sitios prioritarios de manejo	41
5.2.3 Acondicionamiento del espacio - etapa inicial.....	44
REFERENCIAS	45



UNIÓN VECINAL de PUNTA BALLENA
y LAGUNAS del SAUCE y del DIARIO

PROYECTO DE RESTAURACIÓN SISTEMA DE PLAYAS Y DUNAS FRONTALES DE LA BAHÍA DE PORTEZUELO

M Sc Daniel de Álava - Julio 2008

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

La zona costera comprendida entre Punta Ballena y el A° Potrero presenta un alto valor paisajístico y ecológico. La intervención humana ha generado un proceso degradativo, estableciendo impactos ambientales negativos que en muchos casos se ven intensificados por fenómenos meteorológicos. Los procesos erosivos que se registran en la actualidad responden a disturbios ambientales provenientes de diversas intervenciones humanas. La alta carga antrópica concentrada temporalmente, las construcciones sobre los cordones de dunas, las escorrentías pluviales asociadas a la urbanización y obras de infraestructura, erosionan la zona de playa en todos sus aspectos. La pérdida de la capacidad disipativa de las playas, constituye uno de los principales impactos negativos que agudiza la erosión, pudiendo en casos crónicos generar daños en las obras de infraestructura y construcciones adyacentes.

La impermeabilización de la playa (anegamiento) y el transporte eólico de arenas sin capacidad de retorno al sistema (por la urbanización y la forestación de dunas móviles), constituye una de las variables más importantes que disminuyen el interés de uso del público y contribuyen a la descalificación ambiental. Esto genera una presión de uso sobre zonas de playa cercanas como ocurre al Oeste en la zona de Chihuahua, donde las playas cuentan con valores ambientales más altos. De este modo se produce una traslación de los impactos y de problemas.

La presencia de una freática elevada magnifica estos impactos negativos, con lo que la permeabilidad de la playa es muy pobre. Este fenómeno facilita el ingreso del oleaje hasta el margen dunar durante eventos de alta energía, generalmente sincrónicos con precipitaciones importantes.

Las zonas de actuación del proyecto han sido clasificadas como Áreas Críticas de Manejo en investigaciones sobre impactos ambientales negativos y sus niveles de riesgo (de Álava 1994, 1995, 1996).

Dado que la adaptación y el cambio de las instituciones ante las acciones y planes de manejo en la zona costera constituye un proceso muy lento, la experiencia en otras naciones es útil para concentrar la planificación en acciones a escala de sitio en contraposición a la espera de generar una estrategia a partir de grandes consensos de voluntades políticas públicas e institucionales. Este cambio de planificación e implementación de acciones inicia un proceso de apropiación de conocimientos por parte de las comunidades costeras, desde donde es posible la replicación y adaptación de las experiencias hacia otras zonas (Christie et al. 2005).

Este proyecto intenta desarrollar conciencia sobre los problemas de conservación y manejo de la zona costera, generando una actitud más adecuada de relacionarse con el medio. Se intenta también que constituyan ejemplos de acción en zonas con similar

problemática. Las acciones propuestas en este proyecto han demostrado en otras localidades costeras como en el Departamento de Rocha, ser un elemento cristizador de acciones dispersas, aún con el poco apoyo de instituciones del estado.

Es necesario iniciar un proceso que lleve a la comprensión de los aspectos tangibles e intangibles del patrimonio natural costero en contraposición al tradicional proceso que ha causado su degradación. A escala de Cambio Climático Global, las afectaciones más drásticas por elevación del nivel medio del mar en escenarios previsible, serán resultado de la interacción entre las tendencias previstas, i.e., International Panel of Climate Change (IPCC 2001a, b) y las intervenciones humanas que se producen actualmente en el ambiente costero (de Álava 1995, 2007). Los efectos del Cambio Climático Global y de la presión humana directa sobre el sistema costero induce a una necesidad de adaptación de las comunidades a transformaciones del medio que no fueron previstas por la planificación tradicional. Una labor importante en este proceso es lograr en la población local, en el público y en las instituciones, una actitud adecuada que trascienda protagonismos e intereses particulares para enfrentar los problemas ambientales hasta tanto sea posible alcanzar un Manejo Costero Integrado y un uso más sustentable del ecosistema costero.

El desarrollo de un plan de manejo costero posibilita identificar cuál es el modelo apropiado de ocupación y actuación de acuerdo a las características propias de una zona determinada de la costa, i.e. zonas con alto riesgo erosivo, zonas de alto valor como fuente de sedimentos que son transportados por el viento o por las corrientes costeras a otros arcos de playa, hábitat de importancia ecológica, zonas aptas para urbanización con diferentes densidades de ocupación del suelo, zonas con alto riesgo de inundación, etc.

Si bien este proyecto se desarrollará en un área acotada a problemas directos que impactan la zona de playa, debe considerarse que para incrementar su efectividad y alcance a largo plazo es necesario considerar otro tipo de escalas, que sean más significativas desde el punto de vista ecosistémico. La planificación y el manejo de los problemas y conflictos ambientales tendrá mayor suceso si se tiene la capacidad de prever escenarios dentro de unidades geomorfológicas y ecosistémicas. Por ejemplo, poco alcance tendrá implementar medidas de mitigación de la erosión en un punto localizado si no se planifica una estrategia acorde a las causas que afectan todo ese arco de playa. Puede decirse que sería como “correr atrás de los problemas”, sin embargo esto sucede comúnmente.

Este proyecto pretende establecer un enfoque más holístico en cuanto a la problemática costera, rescatando de otras experiencias que las acciones conjuntas y agrupadas bajo una planificación con directrices específicas y adaptadas de manejo son más efectivas que las acciones individuales. En el caso particular de esta zona costera, la recomendación de acciones para restauración y mitigación de procesos erosivos, el establecimiento de una zonificación para regular las intervenciones humanas adecuadas y no adecuadas con la conservación de la costa, entre otros aspectos, puede reducir la necesidad de onerosos expendios económicos para mitigar la erosión (“correr atrás del problema”) y los daños en viviendas y obras de infraestructura.

El proyecto constituye el inicio de un Plan Manejo, de una Guía para establecer donde, cuando y que tipo de acciones deben adoptarse.

1.1 – Geomorfología general

La zona costera constituye un sistema de interfase donde puede reconocerse un ambiente controlado por el oleaje y otro por la del viento. Para comprenderlo mejor se denomina “zona litoral activa” (ZLA) (*sensu* Tinley 1985, McGwynne & McLachlan 1992, Fig. 1.1). La palabra “activa” remarca el carácter dinámico y móvil para diferenciar de un estado estático. Mientras la ZLA conserva su plasticidad y movilidad, constituye un mecanismo servo-regulador natural contra la energía del oleaje, cuanto mayor sea su capacidad de fluctuar libremente, menores serán las afectaciones que experimenten las obras humanas presentes.

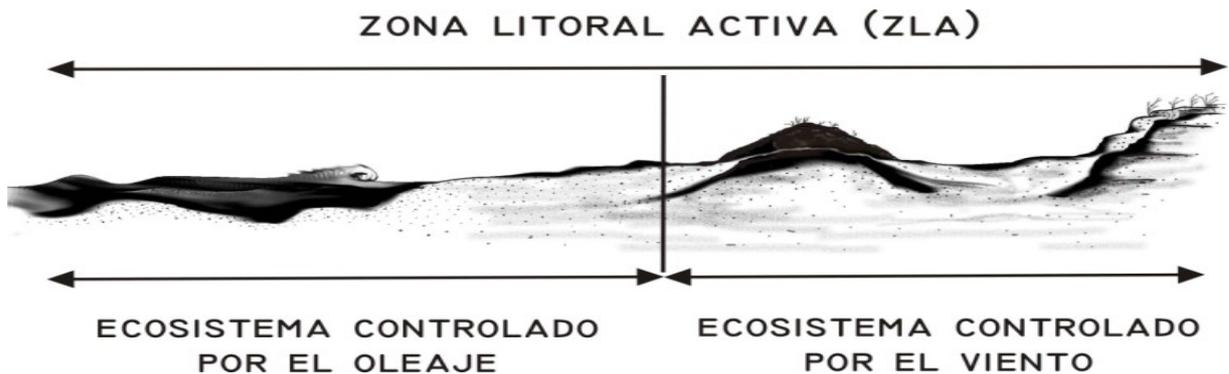


Figura 1.1. Concepto de Zona Litoral Activa (ZLA). Adaptado de Tinley (1985) y McGwynne & McLachlan (1992).

Las transformaciones antropogénicas más importantes en la ZLA tienen inicio con la forestación de espacios dunares en los inicios de 1900, conjuntamente con el desarrollo de un modelo urbano para uso turístico (balnearios) (de Álava 1995, 2007). La extensión de la ZLA superaba a la actual en varios órdenes de magnitud y evolucionaba hacia el continente, conformando un extenso campo de dunas móviles era “la antigua ZLA” (de Álava & Panario 1996). Estas dunas móviles (algunas superando los 10 m de altura) se extendían desde la actual zona del balneario Sauce de Portezuelo, aislando la Laguna del Sauce del océano. Una de las mayores transformaciones humanas que interactuaron en los espacios dunares responde a la forestación de dunas y la posterior pavimentación del espacio forestado, alterando la dinámica eólica del transporte de sedimentos especialmente truncando los flujos de retroalimentación generándose un nuevo impacto erosivo extensivo en la costa. Actualmente en el Departamento de Maldonado los espacios dunares correspondientes a dunas móviles se encuentran totalmente fijados por la forestación y por plantas urbanas. En la actualidad la extensión costera que oficia como ZLA se extiende solamente hasta la zona de los cordones de dunas de playa.

La zona costera de actuación del proyecto se encuentra acotada a un arco de playa de ca. 20 km de extensión (escala 1:100.000) delimitado por las extremidades rocosas Punta Rasa al W y Punta Ballena al E (Fig. 1.2). En las extremidades de este arco de playa la disipación de la energía del oleaje por unidad de área es pequeña (disipación continua) y la pendiente de la playa es suave. En la medida que el arco de playa se torna más expuesto al oleaje la disipación de la energía por unidad de área es grande (disipación discontinua) y aumenta la pendiente de la playa. Esto se debe al reparo que ejercen las extremidades rocosas sus dimensiones y a la refracción del oleaje por la

topografía submarina. En el extremo de Punta Rasa, la disipación de tipo continua se encuentra muy localizada, debido a la poca proyección del punto duro hacia el mar. La mayor parte del arco se encuentra acotado disipativamente a dinámicas discontinuas. En el extremo de Punta Ballena, la magnitud y la proyección del punto duro generan una típica dinámica de rompiente continua. Caracteriza este espacio costero la presencia de la barra litoral del Arroyo Potrero, que desagua las c.a 5000 ha de la Laguna del Sauce. Esta laguna se encuentra represada a través del cauce superior del arroyo, pero previo a esta intervención desagaba naturalmente y de forma periódica al océano.

La Laguna del Sauce forma parte del sistema de lagunas costeras que se extienden a lo largo de la costa atlántica de Uruguay y sur de Brasil (Bonilla et al. 2006). La formación de las lagunas costeras se vio favorecida desde hace unos 6000 años AP por dinámica tectónica de escala local y con la estabilización del nivel del mar cerca del 2500 AP (García-Rodríguez et al. 2001, García-Rodríguez 2002). La dinámica hídrica natural de esta laguna se encuentra alterada por la represa en del A° Potrero.

Las tierras altas corresponden a sedimentos eólicos y de coluviación, conformados por loes, fangolitas y lodolitas, y a los afloramientos rocosos correspondientes a la formación Sierra Ballena.

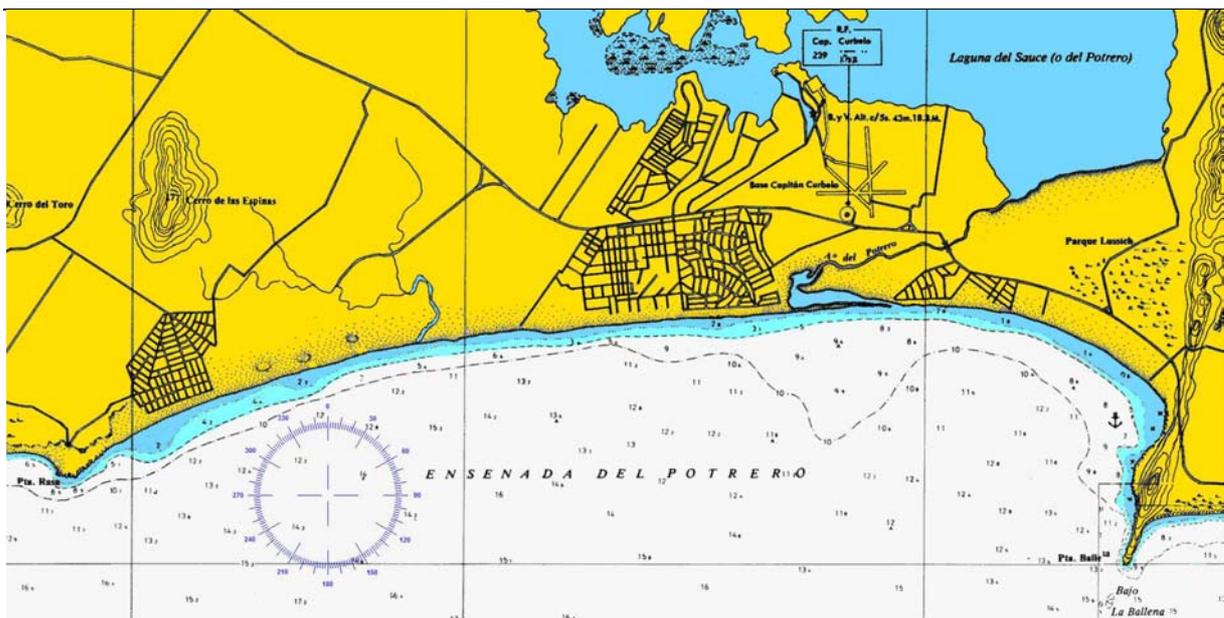


Figura 1.2. Arco de playa que se extiende desde Pta. Rasa al W, hasta Pta. Ballena en el E, con c.a 20 km de extensión (escala 1: 100.000). La zona de actuación del proyecto se encuentra en el tercio oriental del arco. Carta Náutica SHOMA # 20.

Es posible sintetizar en 3 sistemas los procesos dinámicos que a escala de paisaje interactúan en la configuración espacial y en la evolución temporal de la antigua y actual ZLA (de Álava 1999, 2007): sistema marino-costero (bancos de rompiente e interfaces 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). 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. 1.3):

1. El transporte eólico de sedimentos desde el sistema dunar a las vías de drenaje (flecha 1 superior, Fig. 1.3).
2. El transporte eólico entre el sistema dunar y la zona de playa (flecha 1 inferior, Fig.1.3).
3. El transporte de sedimentos desde los cauces permanentes y semipermanentes hacia la zona de playa y zona submarina contigua (flecha 2, Fig.1.3).
4. El transporte por corrientes de deriva litoral 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. 1.3).

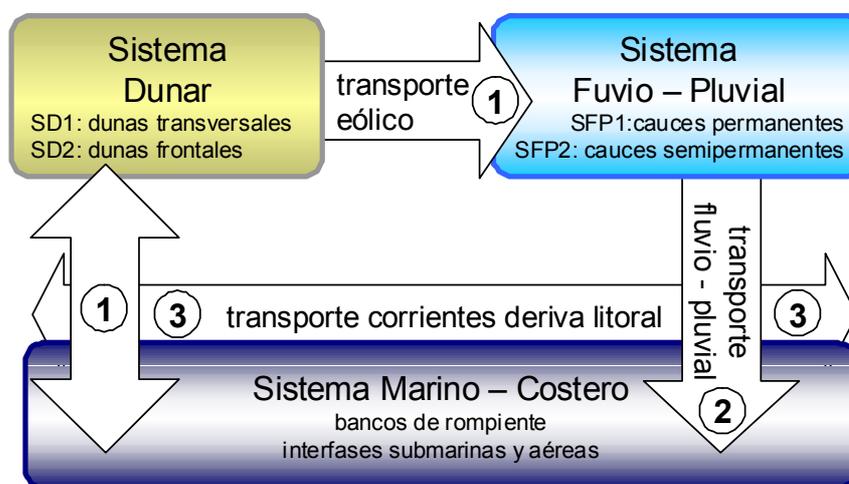


Figura 1.3. Modelo de los flujos dinámicos entre los sistemas actuantes a escala de paisaje costero. Las flechas indican los transportes de sedimentos entre sistemas: (1) transporte eólico, (2) transporte fluvio-pluvial, (3) transporte por corrientes de deriva litoral. Dunas transversales (SD1), dunas frontales (SD2), cauces permanentes (SFP1), cauces semipermanentes (SFP2). Adaptado de de Álava (1996, 2007).

1.2 – Síntesis descriptiva del problema

En abril de 2008 se realizó un diagnóstico de la zona comprendida entre la Bahía de Portezuelo y el A° Potrero, detectándose problemas en la estructura dinámica que conforma el ambiente dunas – playa, los que se sintetizan en:

- 1) Intensa descarga de pluviales en la playa, i.e.: cauces naturales y provenientes de infraestructura vial y edilicia, estacionamientos y rampas, al igual que la descarga de las aguas provenientes del sistema de control de la napa (drenes) recientemente instalado, que descarga directamente sobre la zona de bermas de la playa.
- 2) Dunas frontales con síntomas de erosión aguda producto de diferentes intervenciones, i.e.: minería de áridos en zonas críticas (Chihuahua en la desembocadura del A° Potrero) tránsito vehicular, excesiva carga humana, planificación insuficiente de las vías de acceso del público, construcciones, inadecuado manejo de la caminería en zonas localizadas, estructuras de contención de arenas (pantallas, tabla-estacados) que no actúan eficientemente.

- 3) Particularmente la zona de la barra del A° Potrero, ha sido incluida como Área Crítica (de Álava 1995). Esto se debe a su importancia en las dinámicas de transporte y retransporte de sedimentos entre los distintos compartimentos del sistema costero, por la intensidad de su dinámica al ser una barra litoral y por riesgos de inundación al encontrarse sensiblemente por debajo de la cota 10 m. Se recomienda la prohibición de cualquier actividad extractiva de áridos en esta zona, principalmente en el cordón dunar de playa.
- 4) Una probable elevación de la freática por el represamiento de la Laguna del Sauce, lo que junto con la densificación urbana y el incremento de las escorrentías pluviales, pueden contribuir a la reducción de la permeabilidad de playa y en consecuencia al incremento de los procesos de erosión.
- 5) La excesiva forestación en la zona de la barra del A° Potrero ha generado una reducción del transporte eólico de sedimentos entre sistemas (Fig. 1.3).

1.3 – Objetivo general del proyecto

El objetivo general es detener el proceso degradativo en la zona costera comprendida entre la Bahía de Portezuelo y el A° Potrero por medio de medidas de mitigación de impactos ambientales negativos (IAN) en zonas críticas, ambientalmente degradadas, remarcando la importancia de la conservación del espacio costero y de la intervención de la población local en el proceso de apropiación de conocimientos para la gestión y manejo de los recursos.

1.4 – Objetivos específicos del proyecto

- a) Restauración del ambiente dunas-playa por medio de dispositivos comprobados empíricamente.
- b) Calificar la zona, mediante la integración de las obras para mitigación de IAN con la regulación de vías de acceso a la playa.
- c) Generar conocimientos y experiencia a escala de la comunidad para el manejo y conservación de playas, fortaleciendo su participación en el ámbito de la gestión y manejo de los recursos para un uso sustentable del sistema costero.
- d) Promover procesos educativos sobre el ambiente costero, i.e.: cartelera, folletos, material audiovisual.

1.5 – Justificación del proyecto

El proyecto contribuye al manejo costero integrado de la zona costera y a la adaptación frente al cambio climático por medio de acciones de restauración y conservación con activa participación de la comunidad local.

Los IAN generados por una inadecuada intervención humana son amplificados por eventos meteorológicos de alta energía, los que posiblemente tengan un ritmo más frecuente de ocurrencia en el futuro.

Los debates sobre las posibilidades de adaptación de las poblaciones costeras al cambio climático son uno de los temas principales a escala mundial (IPCC, 2001a,b). Este proyecto contribuirá a un mayor y efectivo relacionamiento de la UVPB con otras organizaciones civiles e instituciones gubernamentales.

1.6 – Resultados esperados

- Minimizar los IAN en ambiente duna-playa, incrementando la capacidad disipativa de la zona de playa y posibilitando una mayor adaptación a eventos de alta energía de oleaje y al posible aumento del nivel del mar por Cambios Climáticos Globales.
 - Lograr una mayor sensibilización por parte de la de comunidad, turistas, agrupaciones e instituciones que genere un cambio positivo de actitud frente a la importancia de la conservación y un uso sustentable de la zona costera.
 - Generar una apertura de la comunidad local para intervenir activamente en planes y acciones que surjan en escala de mediano y largo plazo para un Manejo Costero Integrado.
 - Incrementar el valor escénico-paisajístico de la zona de playa, mejorando las condiciones de acceso, como camineros, cartelera y otras obras que permitan también sensibilizar al público sobre su importancia en la conservación de este recurso para su propio bien y el de las generaciones futuras.
 - La iniciativa de la UVPB a partir de la ejecución de este proyecto consolidará su gestión comunitaria y le proporcionará valiosa capacitación para repetir en otras zonas, en forma participativa con instituciones gubernamentales y entidades sociales, esta experiencia adquirida y transmitir sus aprendizajes a otros equipos.
 - Generar un símbolo gráfico que identifique e integre de acciones del proyecto con agrupaciones de otras localidades relacionadas a la conservación y manejo de la zona costera.
-

CAPITULO 2

PRINCIPALES INTERVENCIONES ANTRÓPICAS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS (IAN) Y ÁREAS CRÍTICAS DE MANEJO

2.1 – Principales intervenciones antrópicas

Los principales agentes de transformación en la zona costera han seguido un proceso que respondió a las siguientes causas:

- Una necesidad de detener el avance de las dunas 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. En la actualidad el 100% de las dunas móviles transversales en el Departamento de Maldonado están estabilizadas.
- 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 la actualidad se registra una serie de procesos degradativos del ambiente que según las características geomorfológicas redundan en la erosión de la costa y daños en infraestructura. Un desarrollo más preciso de las transformaciones costeras como producto de las intervenciones antrópicas (i.e. procesos degradativos por obras de infraestructura vial, obras de protección edilicias contra el oleaje, minería de áridos), ha sido analizado en varios informes de UNCIEP - Facultad de Ciencias (de Álava 1996).

La expansión del modelo urbano tradicional ha llevado con el tiempo al establecimiento de problemas tales como: pérdida de hábitat de especies nativas, salinización de napas, incremento de escorrentías pluviales, contaminación y problemas para el manejo de residuos (de Álava 2007). Las principales intervenciones antrópicas para esta zona costera comprenden:

- 1 - Incremento o nuevas escorrentías.
- 2 - Pavimentación y/o nivelación de dunas.
- 3 - Construcciones sobre dunas litorales.
- 4 - Densidad de edificación alta.
- 5 - Tránsito de vehículos motorizados en dunas y playas.
- 6 - Forestación.
- 7 - Infraestructura vial.
- 8 - Minería de áridos.
- 9 - Excesiva carga antrópica.
- 10 - Aguas residuales.

2.2 – Principales IAN identificados

Para la identificación y análisis de los IAN se adaptó la metodología utilizada para el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio (de Álava 2007) y para la zona costera de la Laguna Garzón (de Álava & Rodríguez-Gallego 2007), donde se plotean los principales IAN agrupados por tres componentes en función de las intervenciones antrópicas. Al igual que en otras zonas costeras, este análisis sugiere que la densificación urbana constituye una de las principales causas del incremento de los impactos negativos. La matriz para la situación actual acotada a la zona de actuación del proyecto (ambiente playa-dunas) se expone en la Tabla 2.1, donde tanto los IAN como las intervenciones se reducen considerablemente de la matriz original que toma en cuenta intervenciones relacionadas a una unidad de área mayor.

Tabla 2.1. Matriz de impactos ambientales negativos (IAN) discriminados por componente, en función de las intervenciones humanas actuales expuestas en las referencias, las cuales se indican en esta tabla con números. Los puntos (•) indican la existencia de correlación entre una intervención antrópica y un determinado IAN.

		Intervenciones Antrópicas (Referencias de Tabla 1)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Principales Impactos Ambientales Negativos (IAN)	Erosión de dunas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Erosión de playa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Obstrucción y/o alteración en transporte de sedimentos		•	•	•		•	•			
	Reducción de capacidad disipadora de la playa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Estabilización de dunas	•	•		•		•				•
	Alteración en cauces pluviales e incremento de escorrentías	•	•	•	•	•			•	•	
	Degradación de hábitat de especies autóctonas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Degradación valor escénico	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Degradación calidad del agua	•		•	•		•			•	•

REFERENCIAS:

Intervenciones antrópicas:

- 1 - Incremento o nuevas escorrentías.
- 2 - Pavimentación y/o nivelación de dunas.
- 3 - Construcciones sobre dunas litorales.
- 4 - Densidad de edificación alta.
- 5 - Tránsito de vehículos motorizados en dunas y playas.
- 6 - Forestación.
- 7 - Infraestructura vial.
- 8 - Minería de áridos.
- 9 - Excesiva carga antrópica.
- 10 - Aguas residuales.

2.2.1 – Erosión de dunas

Este impacto se identifica en todo el arco de playa y es posible identificar un gradiente en aumento desde el Potrero hacia el E, siendo más intenso desde el sector de Solana del Mar hasta La Rinconada, donde sólo permanecen remanentes de los cordones frontales. Las causas más importantes de este IAN corresponden a: forestación; ingreso de nuevas escorrentías por urbanización y obras de caminería; construcciones (i.e. viviendas, paradores y similares); terraplenados y aplanados del terreno; tránsito de vehículos motorizados, excesiva carga humana.

Los impactos de la forestación (micro, meso y macro escala) se inician a partir de la alteración en la dinámica de transporte de sedimentos (Fig. 1.3, sección 1.1 y sección 2.2.4 Estabilización de dunas). El pisoteo pedestre, el uso de motos, triciclos, cuadríciclos, 4x4, la práctica del “sandboard” de manera intensa producen daños severos a la estructura dunar, principalmente por destruir la vegetación nativa de gramíneas imprescindible para su estructura, así como daños directos en nidos de aves y daños generales sobre el hábitat dunar para otras especies.

En los últimos años la práctica de “sandboard” ha intensificado la erosión de dunas, principalmente cuando se realiza en forma reiterada y concentrado a una zona del cordón dunar. El deslizador corta los estolones de la vegetación y contribuye junto con el escalado de la duna a su desmoronamiento. Los impactos son rápidamente visibles en el lapso de un año. La pérdida de la capa salina (por la acción del salitre) que recubre las dunas favorece la pérdida de humedad y también una mayor vulnerabilidad a la saltación por el viento. Las dunas bajo esta presión pierden su arquitectura natural, quedando agujeros que aumentan la velocidad del viento y favorecen el ingreso del oleaje que intensifica su erosión. Las construcciones edilicias y la caminería también interfieren en los intercambios de sedimentos en el sistema de dunas (Fig. 1.3, sección 1.1).

Las construcciones sobre las dunas y en especial los paradores que concentran cientos de personas en pocos metros cuadrados son una de las principales amenazas al ambiente dunar a través de: pérdida de la vegetación por pisoteo, tránsito de vehículos intenso en zonas contiguas, alteraciones en el flujo del viento, contaminación por residuos.

Merece diferenciar en este impacto la extracción de sedimentos que se realiza en las dunas contiguas a la barra litoral del A° Potrero, ya que actualmente no existen dinámicas naturales de transporte de sedimentos capaces de restituirlos, al mismo tiempo que esta actividad aumenta la vulnerabilidad y los riesgos de inducir y/o incrementar otro tipo de impactos. La capacidad natural de contener riesgos de inundación y dinámicas marinas de alta energía de oleaje queda recluida a los cordones de dunas frontales.

2.2.2 – Erosión de playa

Al igual que para el IAN Erosión de Dunas, es posible identificar un gradiente en incremento desde la zona del Potrero hacia el Este. Se distingue la erosión natural predominante de condiciones de alta energía marina (más común en primavera e invierno) de la inducida por diversas intervenciones antrópicas.

Este IAN se manifiesta a modo de pulsos. En condiciones naturales, estos pulsos erosivos dependen de la climatología local y de la frecuencia de fenómenos meteorológicos de alta energía de oleaje, dirección y concentración de ortogonales de olas, dirección e intensidad del viento, régimen de lluvias, así como de variables como la orientación de la costa, las características de sus sedimentos y el tipo de disipación que se produce en la topografía submarina.

En condiciones con disturbios antrópicos como el endurecimiento de la ZLA, la erosión de playa se acelera con la construcción de defensas contra el oleaje no disipativas, caso de los muros y taludes de grandes bloques de piedras, aunado a la pérdida de permeabilidad por incremento de escorrentías. Se entiende por endurecimiento de la ZLA, a su transformación o recambio de la estructura dinámica, plástica y móvil, por estructuras de mayor rigidez, que disminuyen su característica disipativa, obstruyen la recirculación de sedimentos o aumentan su entropía hacia los

sistemas de transporte (eólico, marino, fluvio-pluvial, Fig. 1.3, sección 1.1), e.g., construcción de viviendas, caminería, construcción de protecciones no disipativas contra el oleaje. Estas intervenciones aumentan el ingreso de escorrentías hacia la playa, lo que determina una intensificación del IAN. La forestación de espacios dunares puede considerarse también como un factor endurecedor de la ZLA, pues impide la recirculación de sedimentos entre los distintos sistemas de transporte. El endurecimiento por lo general conduce a una erosión aguda o crónica de acuerdo al grado de los disturbios.

En las zonas de mayor densidad urbana la erosión alcanza las construcciones situadas sobre los cordones dunares frontales o sus remanentes. Este IAN es más intenso en sectores de arcos de playa que se encuentran a sotavento de los vientos más potentes (sector S), lo cual estaría indicando un reajuste del equilibrio dinámico de las playas en función de la reducción de aportes de sedimentos a las dinámicas de transporte (de Álava 2007) (Fig. 1.3, sección 1.1). El transporte de sedimentos en estos sectores no alcanza un equilibrio para disipar la energía del oleaje, lo que estaría compensado por un retroceso de la línea de costa. Asimismo, debe considerarse la hipótesis de Pivel (2001) sobre una posible relación de la erosión con focos de concentración de energía por el proceso de refracción del oleaje en algunos sectores de la costa.

La forestación y sus efectos inducidos (sección 2.2.4, Estabilización de dunas) en conjunto con las obras de caminería, principalmente las ubicadas sobre el cordón dunar, constituyen un medio de alteración en la dinámica de transporte y retroalimentación del sistema dunar (Fig. 1.3, sección 1.1). El tránsito de vehículos motorizados sobre las dunas y la playa promueven dinámicas erosivas (Coates 1981) e intensifican las que son resultado de dinámicas naturales por eventos de alta energía marina de acuerdo a la fenomenología meteorológica local.

2.2.3 – Obstrucción y/o alteración en el transporte de sedimentos

Este IAN se sitúa en la zona de la barra del A° Potrero pero es extensible a todo el antiguo sistema de dunas transversales que se extendían hacia el NE. La fijación de dunas adquiere intensidad a mediados de los años 1900. La forestación además de la alteración en la dinámica de transporte (sección 2.2.4 Estabilización de dunas) indujo la propagación de especies como "acacias" y gramíneas sobre las zonas adyacentes, aumentando la obstrucción en el transporte de sedimentos, la retroalimentación entre el sistema dunar que alcanzaba gran desarrollo, el sistema fluvio-pluvial correspondiente al arroyo y pequeños cursos de agua con capacidad de redistribuir los sedimentos por las corrientes de deriva litoral (Fig. 1.3, sección 1.1). El déficit de sedimentos capaces de ser recirculados entre sistemas también contribuye a la disminución de la capacidad disipadora de la playa.

2.2.4 – Estabilización de dunas

Identificable en el sistema de dunas que se desarrollaba desde el A° Potrero hacia el NE. Corresponde un impacto de macro escala a nivel de toda la costa de Uruguay. La fijación (estabilización) o desestabilización de dunas produce cambios en el balance de sedimentos (Brown & McLachlan, 1990). En el caso de la costa de Uruguay la estabilización de sistema dunar por medio de la forestación ha contribuido en mayor medida en la alteración del balance sedimentario directamente e indirectamente (Piñeiro & Panario 1993, de Álava 1994, 1996, 2007, Panario & Gutierrez 2005). La forestación impide la retroalimentación entre los cordones dunares y genera microambientes que

aceleran la fijación dunar alterando el balance y el intercambio de sedimentos del sistema costero que resulta en una merma de sedimentos capaces de ser transportados y por consiguiente en el establecimiento de procesos erosivos.

2.2.5 – Alteración en cauces pluviales e incremento de escorrentías.

En la zona de playa este impacto también puede identificarse con un gradiente que aumenta hacia el Este. Constituye uno de los principales IAN con potencial de incrementarse cuando se densifican los fraccionamientos urbanos. Responde principalmente a obras de caminería y evacuación de pluviales desde la planta urbana, generándose nuevas escorrentías hacia el margen costero de alto potencial erosivo.

Los estacionamientos y las obras de caminería compactan e impermeabilizan las dunas incrementando la escorrentía pluvial y erosionando la playa. La evacuación de pluviales directamente sobre la playa reduce su permeabilidad, favoreciendo el avance del oleaje sobre las dunas frontales y las obras existentes. La anegación de una playa implica desde el punto de vista escénico y recreativo la inducción de impactos en otras zonas: aumento de la presión humana sobre zonas mejor conservadas donde aún hay arena seca.

En otra escala, es probable la elevación de la freática por el represamiento de la Laguna del Sauce, lo que junto con otros impactos de la densificación urbana pueden contribuir a la reducción de la permeabilidad de playa y en consecuencia al incremento de la erosión.

La evacuación de pluviales de las zonas urbanizadas de forma convencional implican la conducción en forma rápida de las mismas hacia la costa lo que también constituye una fuente de poluentes. Las aguas arrastran además de todo tipo de desechos y desperdicios, materias fecales de animales domésticos, restos de aceites y combustibles de automóviles, fertilizantes y herbicidas que se utilizan en los jardines.

2.2.6 – Degradación de hábitat de especies autóctonas

Un conjunto de intervenciones humanas e IAN constituyen las principales intervenciones antropogénicas generadoras de este IAN, i.e.: densificación urbana y obras de infraestructura asociadas, tránsito de vehículos motorizados sobre dunas y playas, introducción de especies exóticas invasoras a través de la jardinería, alta carga humana y sus mascotas.

A nivel biológico, el tráfico de vehículos reduce las poblaciones de organismos que habitan en la zona de playa (i.e. aves, reptiles, artrópodos, anfibios, mamíferos, roedores y biota bentónica). El tránsito de vehículos es crítico para las especies de aves que en determinados momentos nidifican en la zona del cordón dunar, así como para las que la zona de playa constituye un lugar de reposo y/o alimentación en sus rutas migratorias (Coates 1981, de Álava 1994).

La forestación induce una serie de disturbios y transformaciones que determinan una degradación general de los ecosistemas y del hábitat particular de diversas especies. Estos disturbios tienen lugar principalmente a través de alteraciones en el ciclo hidrológico, en los suelos (Caffera et al. 1991), y en la dinámica costera, tanto a nivel físico como biológico.

La introducción de especies exóticas invasoras es la segunda causa a nivel mundial de extinción de especies. El Uruguay y especialmente la zona costera, no escapa a dicha realidad aunque su alcance no está cuantificado aún. En esta categoría de especies

exóticas puede incluirse a algunas mascotas que predan sobre las especies nativas, como es el caso de gatos y perros, con efectos negativos sobre las poblaciones de aves, reptiles y mamíferos.

2.2.7 – Degradación del valor escénico

Este IAN contiene valores subjetivos, pero como referencia puede establecerse un nivel de base a partir de donde los pobladores locales pierden su identidad con el lugar. Implica elementos tangibles e intangibles del patrimonio costero.

Es posible en principio agrupar las intervenciones que producen este IAN en 3 tipos: vinculadas a la homogenización del paisaje, degradativas de la estructura de la ZLA y la excesiva carga antrópica (i.e. obstrucción del paisaje por construcciones y cartelera inapropiada, cableado aéreo, iluminación inapropiada, cambio de vegetación nativa por vegetación exótica, caminería sobre dunas, desagües sobre la playa, anegamiento, escombros y otros desperdicios en la playa, contaminación sonora, minería de áridos).

2.3 – Áreas Críticas de manejo

El concepto de "Áreas Críticas" se basa en la existencia de problemas en el ambiente costero, donde se considera necesaria la toma urgente de medidas de manejo (de Álava 2007). Permite también implementar medidas precautorias y provisorias, hasta sea posible implementar las acciones correspondientes (Sorensen et al. 1992).

Las áreas críticas de manejo para la zona costera de actuación primaria del proyecto se basan en estudios realizados para la Comisión Nacional sobre Cambio Global (de Álava 1995, 1996) con adaptaciones a la escala de este proyecto de manejo, las mismas comprenden:

2.3.1 – Áreas Críticas por Erosión

Corresponden a sectores con una notoria reducción de aportes en el balance sedimentario (Zona 2), en donde la erosión se encuentra en el extremo entre aguda (erosión intensa pero que se detiene una vez cesada la fuente) y crónica (erosión persistente en el tiempo). Son sectores donde las intervenciones humanas desencadenaron o tienen capacidad de incrementar procesos erosivos, i.e.: densificación urbana y obras de infraestructura vial asociadas, minería de áridos, defensas contra el oleaje no disipativas.

2.3.2 – Áreas Críticas Aportadoras de Sedimentos

Corresponde a sectores donde importantes extensiones dunares se encuentran estabilizadas por la forestación, desarrollo urbano y minería de áridos, como la zona de la barra del A° Potrero, quedando el transporte de sedimentos de la ZLA recluido a los aportes que puedan llegar al mar y ser redistribuidos en el arco de playa y a los sedimentos que se movilizan entre la playa y los cordones de dunas frontales.

2.3.3 – Áreas Críticas de Alto Dinamismo

Constituyen estructuras geomorfológicas costeras caracterizadas por un alto dinamismo en los procesos que intervienen en su estructura y configuración, lo que resulta en una gran variabilidad de su forma, tanto espacialmente, como temporalmente, es el caso de la barra litoral del A° Potrero.

2.3.4 – Áreas Críticas por Inundación

Es posible diferenciar tres tipos:

- a) Por ingreso de aguas marinas durante períodos de alta energía de oleaje (Zona 2).
- b) Por ingreso y acumulación de aguas continentales con altos índices pluviométricos (Zona 1: barra del A° Potrero más vulnerable por las actuales actividades de minería de áridos).
- c) Por ingreso de aguas marinas debido al posible incremento del nivel del mar como resultado de cambios climáticos globales (las *Áreas Críticas por Inundación*, corresponden a zonas inundables que se encuentran sensiblemente a una cota inferior a 10 m, susceptibles a varios IAN y donde existe mayor probabilidad de alteraciones por cambios climáticos de escala global (IPCC 2001a, 2001b; de Álava 1996, 2007) (Zonas 1 y 2).

2.3.5 – Áreas Críticas por Degradación del Valor Escénico

Constituyen áreas donde los IAN inducen altos niveles de riesgo de una degradación del paisaje y de pérdida de los valores escénicos naturales, éstas son:

- Barra litoral del A° Potrero.
- Fraccionamientos en vías de densificación como Chihuahua y Sauce de Portezuelo.

2.3.6 – Áreas Críticas de importancia para la conservación de especies

La zona de la desembocadura del A° Potrero presenta zonas de importancia para la conservación de especies. Incluye pequeños bañados, hábitat utilizado por muchas especies que actualmente se encuentran amenazadas por la expansión urbana.

CAPÍTULO 3

ORGANIZACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO

El presente proyecto se concentra en la restauración de la zona de playas y dunas frontales comprendidas entre la Bahía de Portezuelo y el A° Potrero, a través de un plan de manejo específico pero pretende también establecer objetivos primarios de conservación que sean extensibles a todo el arco de playa los que incluyen los siguientes aspectos:

- Conservar el paisaje marino-costero por medio de el funcionamiento y la diversidad natural del sistema. Incluye la barra del A° Potrero y la zona adyacente fijada por forestación, cordones frontales dunares, especies nativas y hábitat marinos.
- Conservar y potencializar el patrimonio natural costero de modo de poder diversificar la oferta turística hacia modalidades de menor impacto, como por ejemplo el turismo sustentable o responsable.

Para la organización del proyecto se diseño una estrategia que contempla dos niveles de trabajo:

- **Medidas de manejo específicas para la restauración y conservación del ambiente dunas-playa.**

Estas medidas se concentran en los siguientes ítems:

- (a) Cordón de dunas frontales, el cual constituye la defensa natural y de menor costo contra eventos erosivos de alta energía de oleaje.
- (b) Disminución del ingreso de escorrentías pluviales directamente sobre la playa, para generar una mayor disipación del oleaje y mejorar el valor escénico.
- (c) Contener el oleaje con dispositivos y estructuras disipativas.
- (d) Regular y mejorar los accesos del público y servicios de playa de manera forma que sean compatibles con la manutención de la dinámica de la ZLA.

- **Generar experiencia en la gestión y el manejo integrado de los recursos costeros mediante la participación de pobladores, asociaciones civiles y el gobierno local.**

Los sistemas costeros experimentan la creciente presión de las actividades humanas (Olsen & Christie 2000) i.e. destrucción o degradación de hábitat (pérdida de diversidad biológica), degradación de la calidad de las aguas costeras, paulatina reducción del uso y acceso público a la costa, emplazamiento de infraestructura inapropiada. Además de esta presión existe muy poco reconocimiento de su fragilidad, dinámica y susceptibilidad a los cambios (Fearon 2005). 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 y que comprometen además de los ecosistemas las actividades humanas presentes. A pesar de ser posible en algunos casos revertir o mitigar los IAN, 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, hecho este remarcado por investigadores como Yanagui & Ducrotoy (2003).

La degradación física, biológica y socioeconómica del sistema costero, ha sido estudiado por varias disciplinas de la ciencia a nivel mundial, generándose 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.

En este contexto este proyecto establece a través de la acción un componente educativo fundamental que posibilita crear una actitud adecuada para un escenario más sustentable de la zona costera. Al mismo tiempo se estará dando al equipo humano que realice los trabajos la posibilidad de aplicar la experiencia en otras zonas de la costa.

3.1 – Actividades y acciones previstas

Se recomienda que el proyecto se desarrolle en base a las siguientes actividades y acciones:

3.1.1 – Coordinación con otras instituciones y agrupaciones

La ejecución del proyecto puede coordinarse con instituciones gubernamentales nacionales y locales con competencia en el tema, otras instituciones civiles y/o agrupaciones locales interesadas. También habrá posibilidad de intercambio de experiencias con otras agrupaciones que desarrollen actividades de conservación y manejo de la zona costera.

3.1.2 – Estrategia adaptativa para mitigar IAN

Dadas las características y el alto dinamismo del sistema costero ya descritos en el Capítulo 1, podrá ser necesario redefinir o adaptar las estrategias y actuaciones a escala de sitio una vez que se inicien las obras. Este dinamismo también implica una adaptación continua de las obras para mejorar su eficiencia y lograr el propósito buscado de recuperación en los distintos ambientes.

3.1.3 – Relacionamiento con los vecinos

Asesoramiento y recomendaciones a quienes han comenzado acciones para protección contra el oleaje y erosión de dunas, especialmente en los casos constatados donde se reconoce que los dispositivos utilizados no actúan eficientemente. Esta tarea ya cuenta con material (sección 3.1.4).

3.1.4 – Acciones de difusión, comunicación y educación

A través de las obras para regular y delimitar las vías de acceso a la playa se espera contribuir a la educación del público para formar una actitud adecuada con la conservación y el uso del ambiente. En estos lugares se instalará cartelería y elementos similares para lograr los fines. También se diseñarán elementos de información general, tales como cartelería, folletería y otros que se consideren adecuados. Al mismo tiempo a través del sitio Web de la UVPB se apoyará con materiales de divulgación sobre el sistema costero y el proyecto en formato digital. Ya se han realizado dos publicaciones de difusión: *Sistema de playas y dunas frontales de la bahía de Portezuelo* (de Álava 2008a, 2008b).

3.1.5 – Monitoreo del proceso de restauración.

Se realizará un monitoreo de las acciones y evolución del proyecto que permitirá ir realizando los ajustes que sean necesarios a través de reuniones de planificación con el equipo de trabajo en terreno.

CAPÍTULO 4

BASES PARA DISEÑO DE DISPOSITIVOS Y OBRAS DE MITIGACIÓN DE IAN

Puede decirse que existen dos estrategias generales de estructuras y dispositivos de protección costera, “duras” y “blandas”, en este contexto, en el Capítulo 1 se ha definido lo que se entiende por endurecimiento de la costa. La diferencia sustancial entre ambas es que las obras “duras” no logran mantener una playa, por el contrario, la erosionan a costa de proteger otras obras y estructuras, como es el caso de viviendas. Los dispositivos y obras recomendadas a continuación se basan en una concepción “blanda” a través de la restauración y conservación de los cordones de dunas frontales y la playa como forma de disipar la energía marina, cuyos beneficios incluyen valores económicos, estéticos, paisajísticos, ecológicos y de uso público.

4.1 – Dispositivos para restauración del ambiente y mitigación de IAN

Existen varios tipos de materiales para llevar a cabo las obras, algunos más sofisticados que otros y con mayor efectividad, pero se considera la utilización de materiales comunes de fácil adquisición lo que facilita su reposición a la vez que disminuye el costo de las inversiones. Experiencias han demostrado que cuanto más sofisticados los materiales y los diseños, mayor es el trabajo de manutención, reparación y por ende los expendios económicos finales. Debe tenerse en cuenta la gran abrasividad donde serán expuestos los materiales: las dunas y la playa, por lo que su durabilidad debe estimarse entre uno y dos años según los casos. Los dispositivos recomendados han sido utilizados en otras naciones con resultados exitosos. En la costa de La Paloma desde 2004 y en Cabo Polonio desde 1995, estos dispositivos han sido utilizados sistemáticamente para mitigar dinámicas erosivas también con resultados exitosos.

4.1.1 – Dispositivos de restauración eólica (DRE)

Pantallas de restauración dunar (PRD)

Consisten en mallas, tablas de madera que por unidad de área son permeables al viento en un porcentaje que varía de acuerdo a la potencia de estos, a la granulometría de los sedimentos y a los resultados esperados. También pueden emplearse ramas atadas o paja. La diferencia más allá de la eficiencia está en la durabilidad. Las tablas de madera tienen una durabilidad mayor, pudiendo conservarse con cierto mantenimiento por varios años.

La efectividad depende principalmente de: la disponibilidad de sedimentos para ser transportados, de un área mínima para que actúe el viento y movilice las arenas por saltación y suspensión, y de la frecuencia y velocidad del viento con capacidad de movilizar arenas con dirección hacia el cordón dunar. Otra variable importante es la relación ancho/pendiente de la playa, ya que en sitios de erosión aguda donde las crecidas del mar alcanzan el cordón dunar frecuentemente, la arena depositada por estas estructuras es retomada por las olas con lo cual el proceso de reconstrucción es más lento.

El propósito de estos dispositivos consiste en alterar el flujo del viento de manera tal que los sedimentos que arrastra se depositen en ese lugar. La estructura (independientemente del material) genera un efecto “ventury” haciendo primero que el viento se acelere pero luego pierda intensidad, condición en que se depositan las arenas

con una reducción de un 20% de la velocidad inicial. Un ejemplo gráfico se muestra en las Fig. 4.1. Cuando las arenas se acumulan con una altura de c.a 2/3 la altura de las tablas es necesario levantar la estructura o moverla hacia barlovento. Para nuestra costa, en playas expuestas y de granulometría media a fina, en un año puede generarse una duna con una altura entre 1 y 1.6 m, según el dispositivo y el manejo realizado.

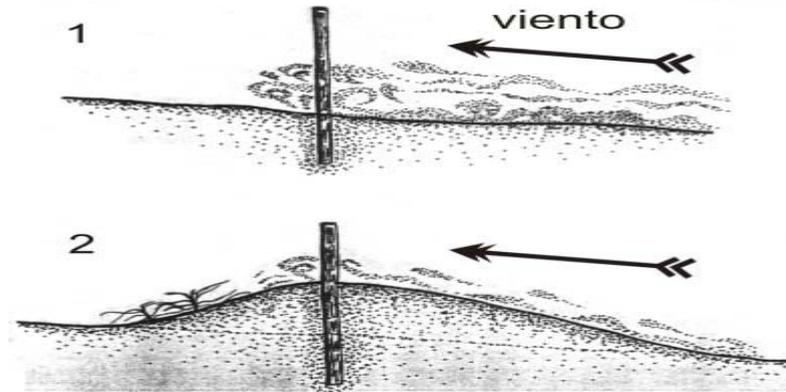


Figura 4.1. Vista de perfil de una pantalla de tablas de madera. En la etapa inicial (1) el flujo del viento es alterado por el espacio entre tabla y tabla, dando posibilidad de depositar las arenas transportadas. Cuando las arenas se acumulan un una altura de c.a 2/3 la altura de las tablas es necesario levantar la estructura o moverla hacia barlovento.

Cuando los sectores reconstruidos están cerca de la altura del resto del cordón dunar, lo aconsejable es plantar especies nativas de las dunas. La vegetación se expande por si sola con el tiempo en las dunas, pero el proceso es más lento.

Diseño, localización y construcción

Estos dispositivos son efectivos trabajando hasta c.a 25° respecto a la ortogonal del viento incidente. Su acumulación máxima es con orientación perpendicular al viento incidente, tolerando un arco de amplitud de la dirección de viento oscilante de c.a 45° ortogonal al plano de ataque.

El rango de porosidad efectiva (relación agujeros/material sólido) para cualquier tipo de material empleado con orientación perpendicular al viento es de 40 a 70%. La variación depende de los resultados esperados en relación a la velocidad del viento. Para el área de trabajo del proyecto se recomienda trabajar en el extremo del 60% de porosidad.

Según la intensidad de los vientos durante un período de tiempo y del material empleado (i.e. tablas de madera, mallas sintéticas o ramas) el resultado final esperado de la forma de la duna tendrá algunas variantes (Fig. 4.2). Con vientos entre 40 a 70 km/h, con mallas sintéticas la duna resultante es más laxa que en el caso de tablas de madera y los dispositivos hechos con ramas generan una duna más irregular.

Un factor importante a tener en cuenta es que en ambos extremos de las pantallas la velocidad del viento se acelera en flujo turbulento hasta en un 110% (Phillips 1975). Para evitar escurrimientos de arena en estos puntos se recomienda una terminación gradual de la pantalla (Fig. 4.3) pudiéndose realizar con ramas o con los mismos materiales de la pantalla.

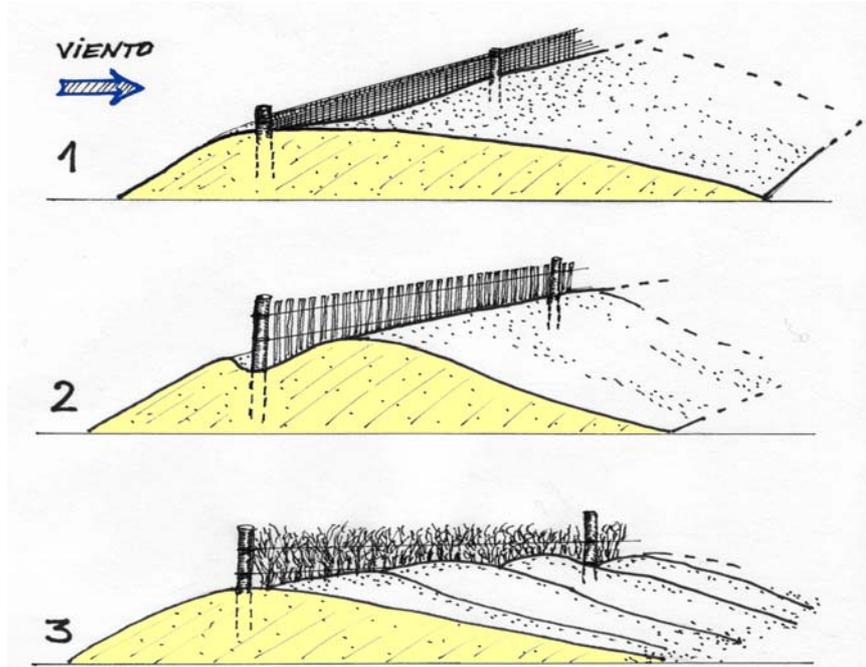


Figura 4.2. Distintos tipos de dunas según el material empleado. (1) Malla sintética. (2) Tablas de madera. (3) Ramas. Nótese la variación en la morfología de la duna resultante. En el caso de las ramas se obtiene una acumulación más irregular de arena. Adaptado de Brooks & Agate (2001).

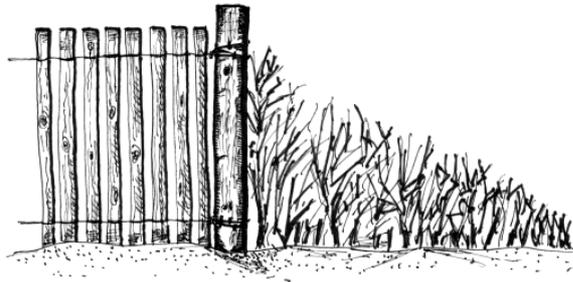


Figura 4.3. Terminación gradual recomendada para evitar la aceleración del viento en los extremos de las pantallas, en este caso con ramas enterradas.

Salvo se instale más de una línea de pantallas es recomendable comenzar por delante del área donde se va a reconstruir la duna a una distancia entre 1.5 y 2 m, pero siempre comenzando desde ese lugar e ir avanzando hacia el mar conforme el resultado esperado (Fig. 4.4). Cuando la distancia entre el lugar de recuperación y el emplazamiento de la pantalla es muy amplia (más de 4 m), queda una zona aislada para la deposición de arenas, lo cual además del tiempo y los materiales invertidos finaliza en un manejo inefectivo.

La optimización de la orientación de las estructuras para acumular arena y reconstruir la duna en el menor tiempo posible (según las posibilidades locales y el tipo de playa), requiere de un diseño un tanto sofisticado en cuanto a distanciamiento, alturas y orientaciones de las pantallas. Pero la regla de seguridad es como mínimo colocar las pantallas siguiendo la curva natural que muestra el cordón dunar frontal. Si bien esta regla puede implicar un tiempo más extenso para la recuperación, es una medida acertada cuando se dispone de pocos recursos para invertir en materiales o en

mantenimiento. Por otra parte cuando no es posible dar asesoramiento directo a entusiastas y colaboradores, esta regla evita fallas en las estructuras o efectos adversos en las dunas y es fácilmente comprensible por simple observación para quienes realicen el trabajo. De esta manera siempre se está a tiempo de mejorar el diseño.

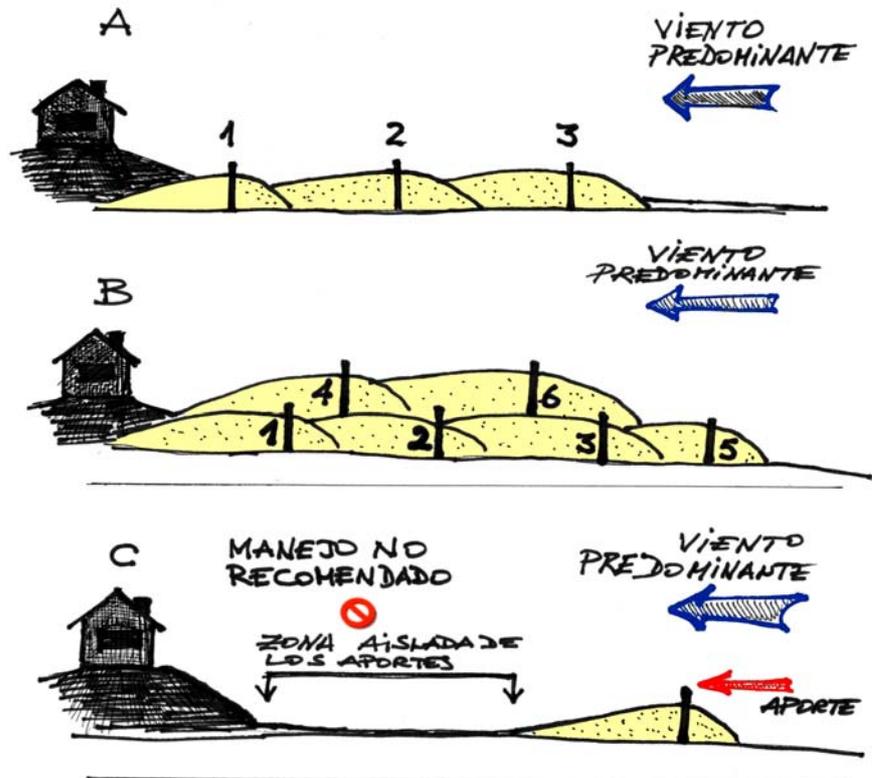


Figura 4.4. (A) Etapas consecutivas en un plan de recuperación correcto. (B) Etapas para incrementar la altura dunar en períodos del orden del año. (C) Actuación no recomendada y generalmente sin efecto para la recuperación del cordón dunar. Adaptado de Brooks & Agate (2001).

Experiencias realizadas en Rocha demostraron que cuando se utilizan más de una línea de pantallas como estructura, se logra un buen resultado manteniendo las relaciones entre el distanciamiento entre pantallas en 4 veces su altura. Este tipo de diseño se comprobó que es muy efectivo cuando además de los vientos de mayor potencia (sector Sur) existen otras direcciones que aún a velocidades más bajas soplan en forma dominante (NE). Al mismo tiempo logran optimizar la deposición en áreas reducidas y con pocas condiciones para transportar arenas (Fig. 4.6).



Fig. 4.6. Pantallas de malla sintética con disposición cruzada para optimizar la deposición de arenas en La Balconada (La Paloma), en (A) al inicio de las obras, en (B) luego de unos meses con tres eventos de vientos del sector Sur de c.a 60 km/h. Nótese la acumulación de arenas con una altura incrementada en c.a 1m en las primeras pantallas. La imagen está tomada del sector opuesto a la anterior. Proyecto realizado a través de la ONG SOS, La Paloma, Rocha, 2007.

Diseño y construcción de PRD con tablas de madera:

Si bien las dimensiones y diseño pueden variar según la intensidad del viento, la pendiente, la granulometría y otras variables, se aconseja un diseño similar al de la Fig. 4.7, siguiendo las especificaciones siguientes para su instalación:

- Ancho: 4 (min.) a 7 cm (máx.).
- Espesor: 1.5 a 2 pulg.
- Altura: 1 a 1.5 m.
- Espaciamiento entre tablas: igual al ancho.
- Postes de anclaje: 12 a 15 cm de diámetro, 2 m de altura (1 m enterrado).
- Distancia entre postes de anclaje: no más de 4 a 5 m.

Para sostén de las tablas se utiliza alambre galvanizado (2 o 3 líneas) que por lo general necesita ser tensado (i.e. con máquina de alambrear). Es importante que las tablas queden verticales. Las líneas de alambre son atadas a postes (anclaje). Los postes se apisonan antes de colocar las tablas. Las tablas pueden fijarse al alambre por grampas o ataduras de alambre. Tanto el alambre como las grampas se deben colocar en la cara opuesta a la que recibe el viento.

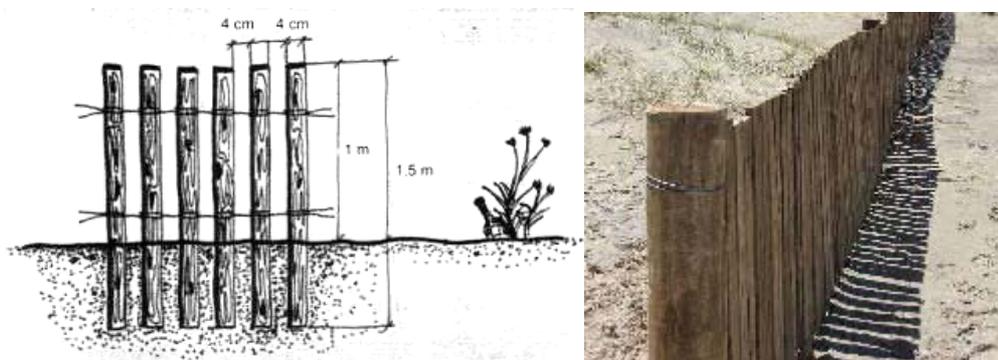


Fig. 4.7. Izquierda: bosquejo de pantallas con tablas de madera. Las dimensiones son adaptables a las necesidades en función de la efectividad. Derecha: vista de una pantalla de madera recién instalada desde uno de los postes de anclaje y sostén.

No se recomienda tablas de sección más ancha de 7 cm ya que hacen las pantallas demasiado sólidas (poco permeables) y ejercen mucha resistencia al viento, causando además efectos contrarios a los buscados: socavación en la base y escurrimiento en flujo lateral de las arenas. La tendencia con el tiempo es a erosionar el cordón dunar. Lo mismo ocurre con la disposición horizontal de las tablas. Deben evitarse este tipo de estructuras. Igualmente un espaciamento insuficiente entre tabla y tabla puede llevar a acumular arenas en la cara frontal de la estructura demasiado grande que actúa luego por tirar las pantallas debido a la presión de la arena acumulada y con el tiempo a generar escurrimientos de flujo lateral. Algunos ejemplos se muestran en la Fig. 4.8.

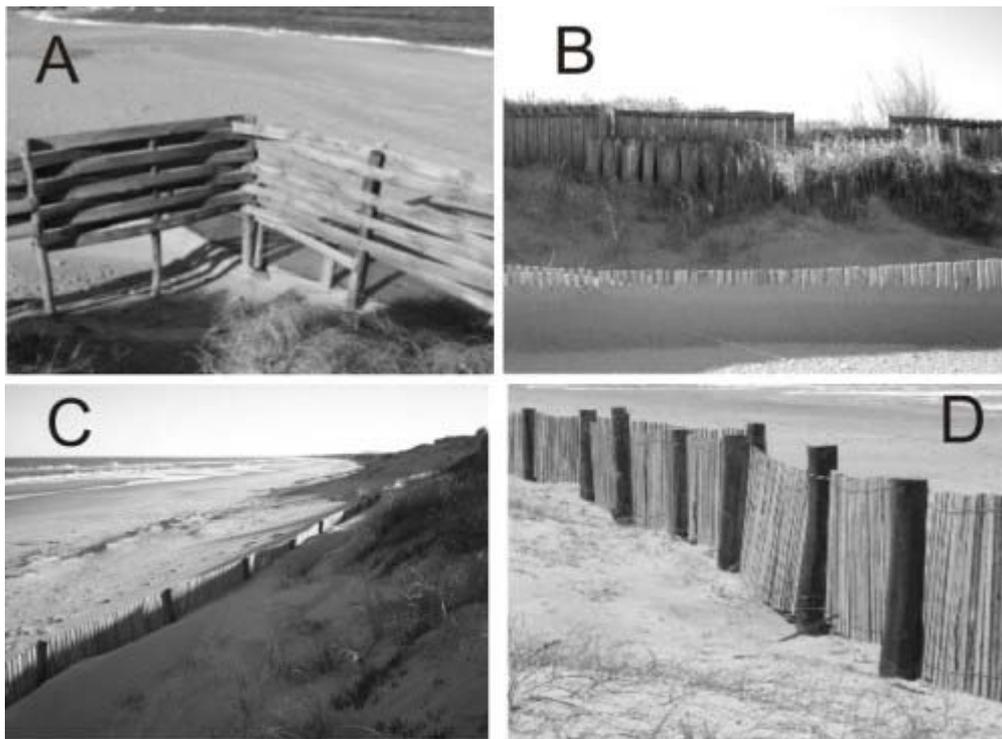


Fig. 4.8. (A): La instalación de cercos con tablas dispuestas horizontalmente dan un resultado contrario al esperado erosionando la duna, nótase el agujero creado por la poca permeabilidad al viento de la estructura. (B): En la parte superior de la imagen se observa que la sección de las tablas es demasiado ancha, no logrando el resultado esperado, mientras que la estructura en la base de la duna ha logrado acumular arenas de forma satisfactoria. (D): Pantallas en el momento de instalarse con sección y espaciamento de tablas de 7 cm y postes de 12 cm de diám. x 2 m de altura enterrados 1 m.

Diseño y construcción de PRD con mallas sintéticas:

Existe una amplia variedad de materiales sintéticos que pueden emplearse, algunos más resistentes que otros especialmente a la degradación causada por la radiación UV. Las mallas tipo "SOMBRITE" han dado buenos resultados en varios lugares de la costa, como en Cabo Polonio y La Paloma. Sus resultados son más rápidos que en el caso de los PRD con tablas de madera, son de fácil y rápida instalación e insumen menos labor manual. Las desventajas son estéticas y también son más vulnerables al vandalismo y en los casos donde eventualmente pueden ser alcanzadas por las olas. La durabilidad también es menor, del orden del año, pero esto presenta una ventaja en cuanto a que son muy prácticas en lugares donde es necesario una adaptación en ese periodo de tiempo. Para su instalación se recomiendan las especificaciones siguientes:

- Altura: 1 m (pudiendo variar c.a 0.1 m).
- Porcentaje de cobertura de malla tipo "SOMBRITE": 30 a 40 % máx.
- Postes de anclaje: 10 a 15 cm de diámetro, 2 m de altura (0.7 a 1 m enterrado).
- Distancia entre postes de anclaje: no más de 5 m.

Para su instalación se emplean 2 líneas de alambre galvanizado (de aprox. 2.5 mm de grosor) atados a los postes de anclaje y corriendo por el lado superior e inferior de la malla. La malla se fija al alambre en ambos extremos cosiéndola en espiral con algún tipo de fibra o hilo plástico, tipo "rafia". La fijación a los postes de anclaje puede ser más efectiva enrollando la malla en un alambre vertical que luego se clava o grampea (previo tensado) al poste.(Fig. 4.9 y 4.10). Para aprovechar el largo de la malla, en el caso de postes intermedios cuando se realizan extensiones mayores de 5 m, la malla puede fijarse por grampas directamente, pero la utilización de algún tipo de material intermedio (listón de madera u otro) aumenta su durabilidad.

Es importante que tanto la malla como el alambre al que están cosidas se fijen a los postes de anclaje en el plano de ataque del viento, para aumentar su resistencia. También (al igual que las pantallas de madera) que el extremo de la malla inferior quede cubierto al inicio de su instalación por arena unos 10 cm para evitar escurrimientos. Esta labor a veces debe realizarse cubriendo simplemente el extremo inferior con arena por medio de una pala. En general para cualquier obra en la playa es preferible el uso de clavos que grampas, ya que estas generalmente caen en la arena al realizarse los trabajos y constituyen un peligro a las personas.



Fig. 4.9. Pantallas de malla sintética tipo "SOMBRITE" donde comienza a observarse la acumulación de arenas a sotavento de las mismas.

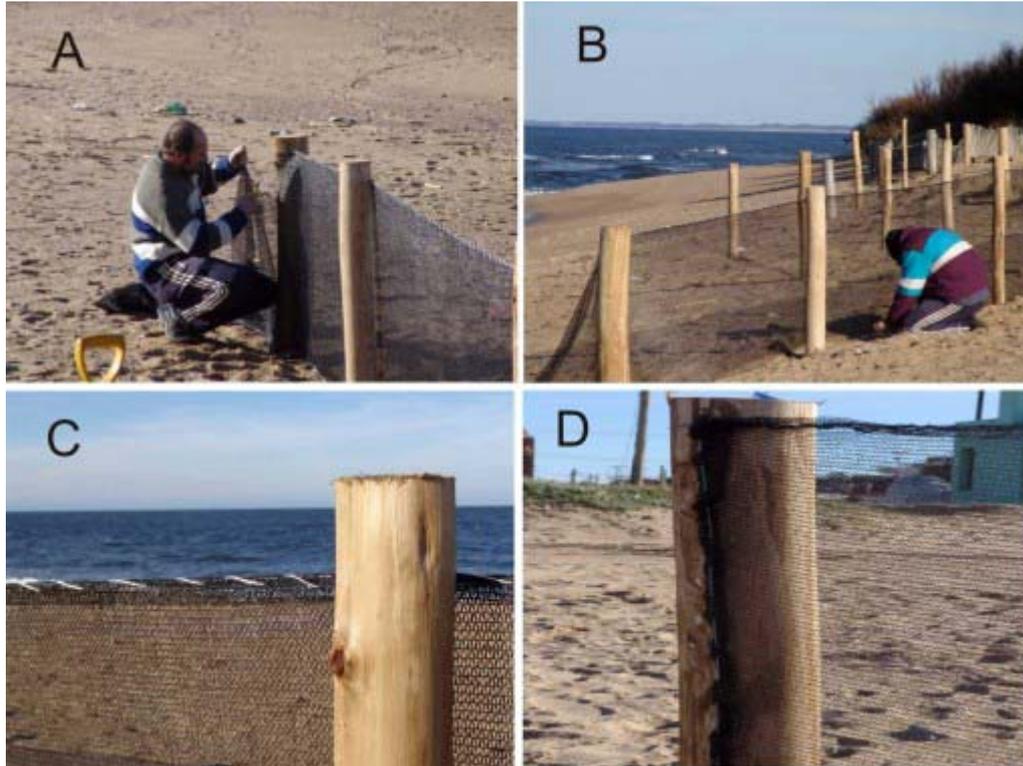


Fig. 4.10. Detalle de instalación de pantallas con malla sintética, en (B) costura de la malla en el alambre inferior; (C): detalle de la costura en espiral alrededor del alambre de acero con hilo plástico; en (D): detalle de la fijación de la malla tensada al poste de anclaje mediante alambre vertical sobre el que se enrolla la malla, sujeta por clavos.

Diseño y construcción de PRD con ramas:

El uso de este tipo de pantallas presenta a los efectos de este proyecto algunas desventajas, ya que requiere un mantenimiento más continuo, implica el acarreo de grandes volúmenes y una estructura de fijación al igual que en los casos anteriores. Pero una de las grandes ventajas es que es un material biodegradable. Algunas alternativas de este tipo de pantallas incluyen el entramado con alambre y con alfajías o listones de madera, pudiéndose utilizar varios tipos de vegetales, i.e.: ramas de arbustos, paja, hojas de palma (Fig. 4.11).

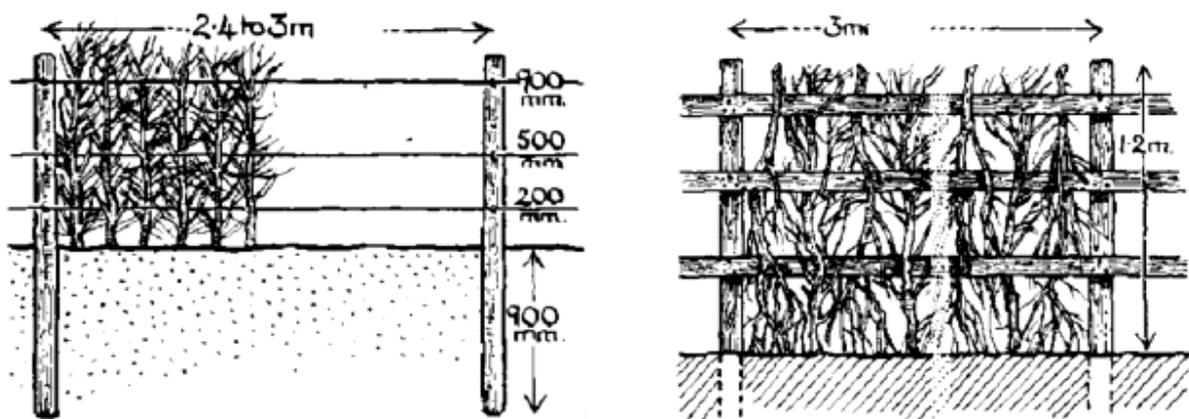


Fig. 4.10. Ejemplo de pantallas con ramas. A la izquierda entramado con alambre y a la derecha con listones de madera (Adaptado de Brooks & Agate (2001)).

4.1.2 – Dispositivos disipativos de oleaje (DDO)

Pantallas disipativas de oleaje (PDO)

Son estructuras disipativas contra la energía del oleaje. Consisten en palos de madera de dimensiones específicas, colocados a una distancia determinada que provoca la reducción de la energía de la ola incidente sobre la playa. Se utiliza en sitios localizados donde la erosión ha generado escarpas y pendientes en desequilibrio con la estructura disipativa característica y natural de la playa. También son útiles para disminuir la velocidad de escorrentías hacia la playa. El diseño recomendado por el Nat. Trust – Formby, U.K, fueron utilizadas en La Paloma en 2002 experimentalmente, dando resultados altamente positivos. Se recomiendan las especificaciones siguientes (Fig. 4.12):

- Palos de 10 a 12 cm de diámetro x 1.4 a 2.4 m de altura (según los casos).
- Separación entre palos distancia B, Fig. 4.12: entre 30 a 40 cm.
- Separación entre palos distancia A, Fig. 4.12: entre 25 a 30 cm.
- Entre 70 a 1 m de enterramiento en la arena.

El procedimiento consiste en formar dos filas de palos de acuerdo a las especificaciones anteriores. En algunos casos pueden utilizarse más filas, pero las más efectivas son las primeras. En el caso de sitios que presentan además de erosión por el oleaje ingreso de escorrentías pluviales en forma torrentosa, es aconsejable un mínimo de 4 filas dispuestas en forma simétrica y en espejo respecto de las que se encuentran al ataque del oleaje con las que reciben los escurrimientos pluviales.

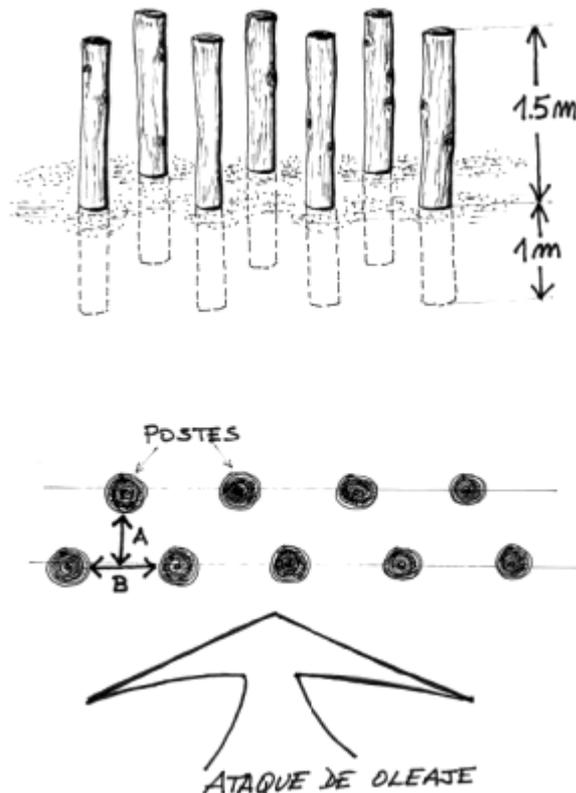


Fig. 4.12. Disposición de las pantallas disipativas de oleaje según experiencia realizada en La Paloma (gráfico adaptado de Brooks & Agate (2001)).

Taludes disipativos de oleaje (TDO)

Consiste en lograr una pendiente de equilibrio (30° y 36°) colocando cantos rodados con un diámetro no mayor de 5 cm (Fig. 4.13). La porosidad lograda es adecuada para disipar la energía del oleaje. La estructura puede mejorarse con el empleo de PDO y geotextiles. Este tipo de estructura presente un impacto visual menor que en los casos de taludes de bloques de piedra y muros (Fig. 4.13, arriba y centro). Es recomendable plantar vegetación nativa para aumentar la estabilidad de la estructura.

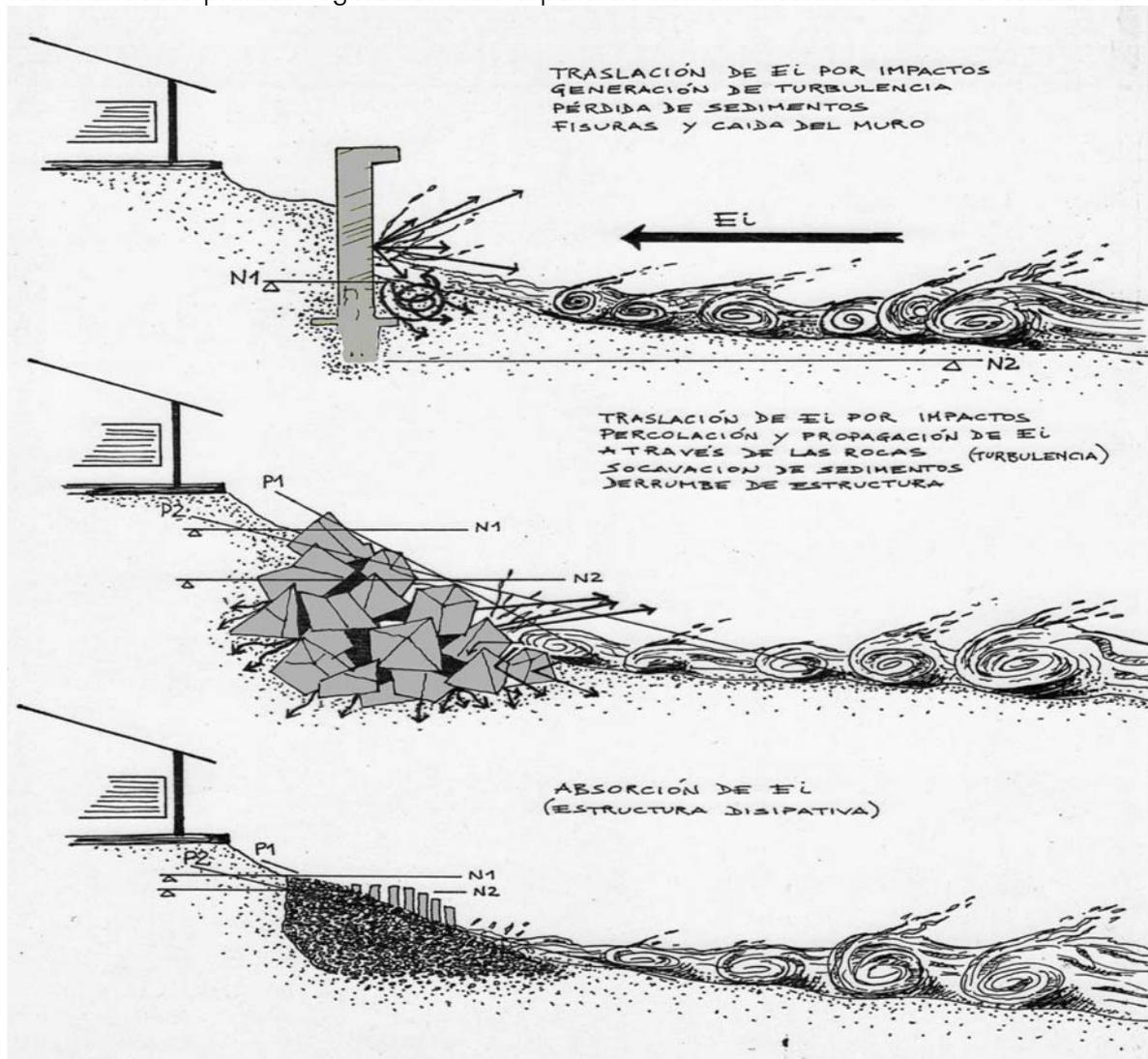


Fig. 4.12. En el caso de arriba y del centro: dos situaciones no recomendadas. En el caso el diseño es adecuado logrando tanto una buena disipación del oleaje como también de pluviales.

En el caso de muros, la energía del oleaje incidente (E_i) no se disipa y produce turbulencia, poniendo en suspensión los sedimentos. Esta dinámica produce un movimiento neto hacia el mar y a hacia los costados de la estructura. También se produce reflexión de las olas incrementándose su energía y el nivel del agua cuando una ola se cruza con otra en direcciones contrarias. El desgaste, la socavación de los materiales y la ocurrencia de eventos de alta energía de oleaje hacen que falle la estructura, comience a fisurarse y colapse (Fig. 4.12 arriba). En el caso taludes de grandes bloques de piedra, no se logra una porosidad adecuada para disipar la energía del oleaje, existiendo caras planas en las piedras que producen efectos similares al caso

anterior. Finalmente las piedras se entierran y derrumban, perdiendo altura la estructura inicial y el oleaje continúa atacando las estructuras posteriores al talud de piedras (Fig. 4.12 centro). En el caso de una estructura disipativa (Fig. 4.12 abajo) la porosidad lograda es adecuada para disipar la energía del oleaje. Este tipo de dispositivo puede combinarse con PDO para mitigar tanto la energía del oleaje como también en los casos de escarpas erosivas y grietas por ingreso de pluviales (i.e. en la zona de Solana del Mar).

4.1.3 – Dispositivos de amortiguación pluvial (DAP)

Estos dispositivos implican un cambio en el concepto de manejo de escorrentías. El manejo convencional realiza la eliminación de las pluviales, mediante cunetas profundas, entubamientos y obras similares, determinando grandes caudales durante altas precipitaciones. El nuevo concepto recomendado para zonas costeras implica por el contrario, una amortiguación del caudal mediante zonas específicas, en presencia de vegetación y generando condiciones para que por filtración, infiltración y evapotranspiración, se minimice el ingreso de escorrentías directamente sobre la playa. Esto disminuye la probabilidad de erosión y mejora la calidad de las aguas, ya que se generan condiciones para que muchos poluentes puedan ser degradados y retenidos por los vegetales.

La mitigación de los impactos por pluviales en la costa requiere un manejo integral y recomendaciones preventivas que se deben tener en cuenta cuando se desarrollan nuevas áreas urbanas. En sentido amplio las recomendaciones incluyen medidas de manejo que muchas de ellas es posible realizarlas a pequeña escala, pero su resultado final constituye una medida de mitigación de amplio espectro, (SurfRider Foundation 2006) i.e.:

- Manejar tanto los impactos finales como las fuentes generadoras.
- Realizar un uso del agua más racional del agua, incorporando el aprovechamiento de las pluviales para otros fines como almacenamiento de agua para riego. Disminuir las escorrentías posibilita mayor retención del agua por el sustrato.
- Fomentar la permeabilidad del suelo. Incrementar la permeabilidad de las superficies, por poco que parezca, constituye una medida efectiva en reducir las escorrentías. Es posible incrementar la permeabilidad a través de un cambio en el uso de los materiales, por ejemplo, en vez de utilizar pavimentos de concreto, utilizar pavimentos de ladrillos, piedras, pedregullo compactado, u otro tipo de material que posibilite la permeabilidad. También es útil el empleo de superficies irregulares que obstaculizan y retardan el flujo del agua.
- Generar condiciones adecuadas para la retención del agua, ya sea para su utilización, como para posibilitar su infiltración, i.e.: Bioretención (con empleo de vegetación), canales o drenes de infiltración, sistemas colectores de pluviales en viviendas.
- Limitar las áreas de "césped" a lo indispensable, utilizar vegetación nativa requiere menos cuidado y riego. Evitar el uso de agroquímicos, estos con el tiempo reducen la calidad del agua y causan daños en la biota marina.

Un ejemplo para manejo del ingreso de pluviales erosivas por obras de caminería se expone en la Fig. 4.14. Las aguas son desviadas por un talud de amortiguación recubierto de vegetación hacia zonas donde es posible instrumentar un sistema de drenaje por infiltración o Bioretención.

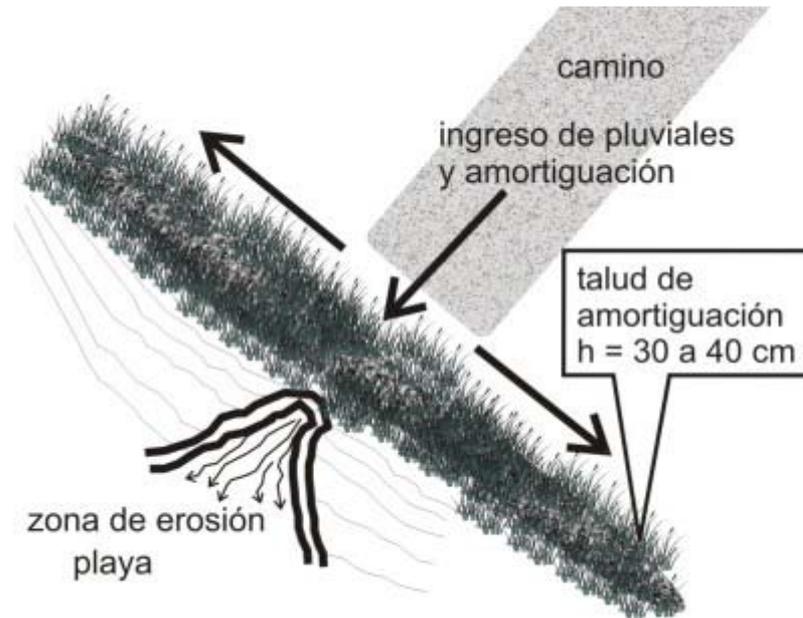


Figura 4.14. Modelo de un sistema para desviar las escorrentías desde obras de caminaría. El talud desvía las aguas hacia zonas donde sea posible establecer o conectar con un sistema de drenaje, o bien una zona para bioretención. La barranca erosionada por detrás del talud es rellenada y cubierta con vegetación.

4.2 – Plantado de especies nativas

Consiste en la restauración mediante implante de especies vegetales nativas del ambiente dunar. Este tipo de técnica constituye una experiencia pionera en nuestro país. La vegetación dunar provee las características disipativas y plásticas naturales de la ZLA.

Generalidades del ambiente dunar relativo a la vegetación:

El ambiente dunar presenta distribuciones muy restringidas, asociadas a condiciones ambientales muy localizadas (Fagundez & Lezama 2005). Muchos vegetales están adaptados a vivir en el ambiente dunar, siendo muy tolerantes a una baja fertilidad del sustrato, a la salinidad, abrasión eólica, cambios extremos en la temperatura y en la humedad del sustrato. El viento es la variable más importante y limitante de las plantas en las dunas costeras. El viento provee spray de agua de mar (salitre) que es la mayor fuente de nutrientes, (i.e.: sodio, potasio, calcio y magnesio entre otros en menor concentración) para los vegetales de las dunas costeras. En los casos de costas expuestas (i.e. zona de Chihuahua y Tío Tom) el viento limita el crecimiento durante tormentas que son más frecuentes durante el invierno y la primavera.

Planificación:

Merece remarcar que el plantado de vegetales debe estar integrado coherentemente con las acciones del plan general, de otro modo es de esperarse malos resultados. Sin embargo es un ítem importante en cuanto a concientizar (como medida precautoria) a las acciones que muchas veces se realizan en forma independiente. La etapa previa es generar las condiciones adecuadas para la vegetación, que en el caso de las dunas consiste en restaurar la morfología de la duna para que pueda actuar de sustrato para las plantas. Esta restauración implica la implementación de alguno de los dispositivos descritos anteriormente o la combinación de ellos. Al mismo tiempo estas obras deben acompañarse de un manejo de las vías de acceso del público, evitando el daño por pisoteo y vehículos en las zonas plantadas. Experiencias en otros países demuestran que implementar un "nursery" de plantas para el desarrollo y repique de

plantines es una buena opción, e inclusive disminuye sustancialmente los costos (Gómez-Pina et al. 2002). El mejor momento para plantar es a fines del otoño hasta la primavera, donde hay menos demanda de agua por las plantas.

En el caso de especies estoloníferas como el “pasto dibujante” plantar estolones con 3 o 4 nudos generalmente es suficiente. Un espaciamiento de las plantas de unos 45 cm entre cada una es suficiente y puede hacerse regularmente formando filas intercaladas, basta clavar una pala en la arena y moverla hacia delante, colocar la planta detrás empujando un poco la pala hacia delante y dejar que la arena apriete la planta al levantar la pala. El mejor lugar para comenzar es en las partes cóncavas de la duna, no en la cresta.

Especies más comunes del ambiente dunar:

Entre las especies que primero colonizan las dunas (especies pioneras) se encuentran algunas como el “pasto dibujante” (*Panicum racemosum*), el “junco de copo” (*Androtrichium trigynum*) y la “margarita de los arenales” (*Senecio* sp.). En general presentan largos estolones que se propagan enterrados en la arena, permitiéndole a la planta adaptarse al movimiento de la duna. Algunas especies son inclusive interesantes desde el punto de vista ornamental como por ejemplo (Vida Silvestre - Uruguay 2008):

- *Calycera crassifolia*: planta psamófila y halófila, perenne, sin pelos, de 15 a 35 cm de altura, de hojas espatuladas, sésiles o subsésiles, flores blancas dispuestas en cabezuelas. Florece en el verano (Fig. 4.2.1).
- *Oenothera mollisima* “flor de la oración”: hierba bienal a perenne, tendida a erecta con tallos ascendentes, muy frecuente en la costa marítima asociada a otras especies del ambiente dunar como *Panicum racemosum*, *Calycera crassifolia*. Habita también cerros y sierras. Tiene hojas alternas, sésiles, lanceoladas de 3 a 10 cm de largo, con borde ondulado, dentadas y tomentoso-pubescentes. Flores amarillas de 4 pétalos, muy vistosas, que abren al atardecer y se cierran al amanecer, permaneciendo durante el día cerradas, de color salmón-anaranjado. Este comportamiento esta ligado a mecanismos de la planta para regular la evapo-transpiración. Florece en el verano (Fig. 4.2.1).
- *Calystegia soldanella*: hierba perenne, rastrera, hojas reniformes, sin pelos, algo crasas y de base cordada, con pecíolos largos de 1 a 1.5 cm. Flores solitarias, campanuladas, róseas o blanco-róseas con tintes violáceos. Florece en Primavera. (Fig. 4.2.1)
- *Portulaca grandiflora*: hierba anual y rastrera. Su hábitat es la costa marítima (dunas puntas rocosas), hojas pequeñas, subcilíndricas y carnosas con ápice agudo y pelos axilares lanosos. Flores terminales, solitarias, de color rosado intenso. Es la forma silvestre de la que derivan numerosas variedades ornamentales. Se cultiva fácilmente a partir de semillas. Florece en el verano. (Fig. 4.2.1)

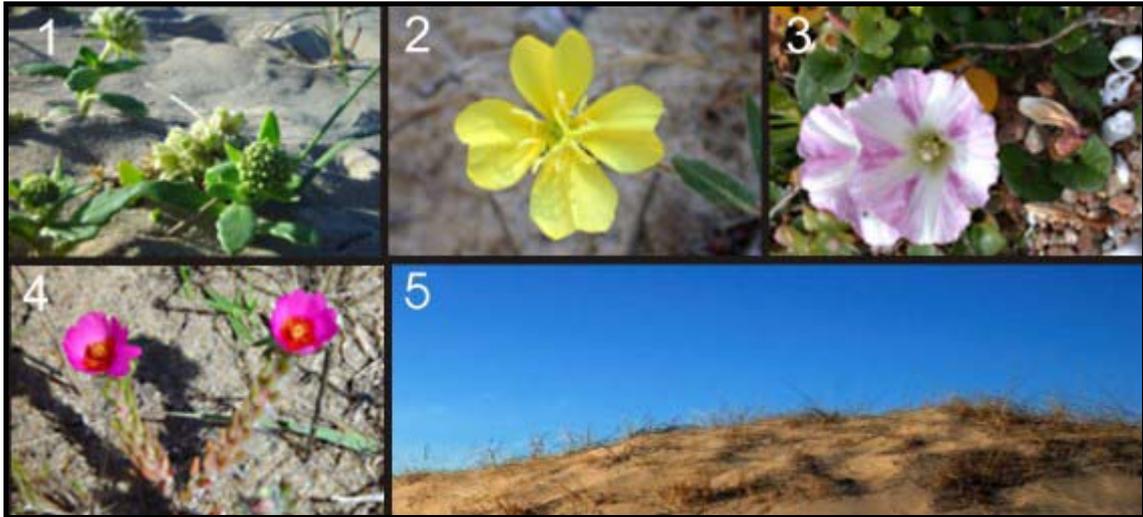


Fig. 4.2.1. (1) *Calycera crassifolia*, (2) *Oenothera mollissima* "flor de la oración", (3) *Calystegia soldanella*, (4) *Portulaca grandiflora*, (Vida Silvestre – Uruguay 2008). (5) *Panicum racemosum* "pasto dibujante".

4.3 – Acondicionamiento del espacio

El acondicionamiento del espacio costero en zonas con una alta carga humana tiene 3 grandes propósitos:

- Ayudar a prevenir y mitigar impactos, controlando y regulando el acceso del público de manera tal que las distintas actividades no interfieran con las obras de restauración.
- Incrementar el valor natural y paisajístico, aprovechando sitios particulares donde también es necesario una actuación de restauración.
- Generar una actitud adecuada para el uso y la conservación del ambiente, apoyándose en cartelera específica y otros medios de difusión.

El tránsito sin control de vehículos, pedestres y la práctica intensiva de sandboard causan daños al ambiente dunar con onerosos costos de mitigación en los casos donde aún es posible llegar a restaurar el ambiente a un estado previo cercano. La ejecución de obras para mitigar IAN, como las descritas anteriormente, muchas veces fallan por el manejo del público y sus actividades. El acondicionamiento del espacio por medio de senderos, cercados, plataformas de observación, la instalación de símbolos y cartelera específica, constituyen en conjunto una estrategia adecuada para vincular las obras de mitigación con las actividades de uso en la costa. Por ejemplo, la instalación de una plataforma de observación en un lugar identificado como estratégico por su necesidad de restauración y por sus altos valores ambientales, además de calificar el entorno y mejorar las condiciones de observar el paisaje, posibilita contener y evitar que el público ingrese a esos puntos críticos. Al mismo tiempo es posible el empleo de medios gráficos para concientizar e informar sobre la importancia de las actividades que se realizan y dar conocimientos que incrementan la percepción del paisaje.

Es importante que las obras de acceso no interfieran con los procesos naturales que tienen lugar y al mismo tiempo no existe una única forma ni diseño recomendable para las estructuras, ya que se estará actuando en un ambiente altamente dinámico, particularmente a escala de sitio cuando se trata de mitigar IAN. Además de las variables dinámicas del ambiente costero, es necesario tener en cuenta variables estéticas, modalidades de uso, costumbres y métodos para dirigir la atención del público.

La intervención de la comunidad en este tipo de actuaciones es vital, ya que por ejemplo instrumentación de vías de acceso y otras estructuras-propósito constituyen uno de los aspectos más discutibles y controvertidos en la restauración y manejo del sistema costero. En este sentido es importante contar con un alto consenso de la comunidad, de lo contrario las acciones podrán no ser respetadas y actitudes tan simples como el cuidado de las obras serán totalmente insatisfactorias.

4.3.1 – Caminería

Senderos de acceso peatonal:

Los senderos de acceso recibirán intenso tránsito y experimentarán una transformación debido a las obras de reconstrucción dunar, esto hace que deban tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- a) Cuando se trata de senderos continuos nunca deben ser paralelos a los vientos de mayor potencia (sector S), ya que esto determinaría una vía de movilización de arenas fuera del sistema y con mínima a nula posibilidad de retorno. La disposición debe ser entre transversal y oblicua. Como esto es difícil de lograr en zonas expuestas de la costa, lo ideal es un diseño de los senderos en forma interrumpida por algún obstáculo, especialmente en el lugar de salida a la playa. Esto puede lograrse mediante el empleo de algún tipo de pantalla, según descripción en la sección 4.1.1. Un modelo de este tipo de solución se muestra en la Fig. 4.3.1.

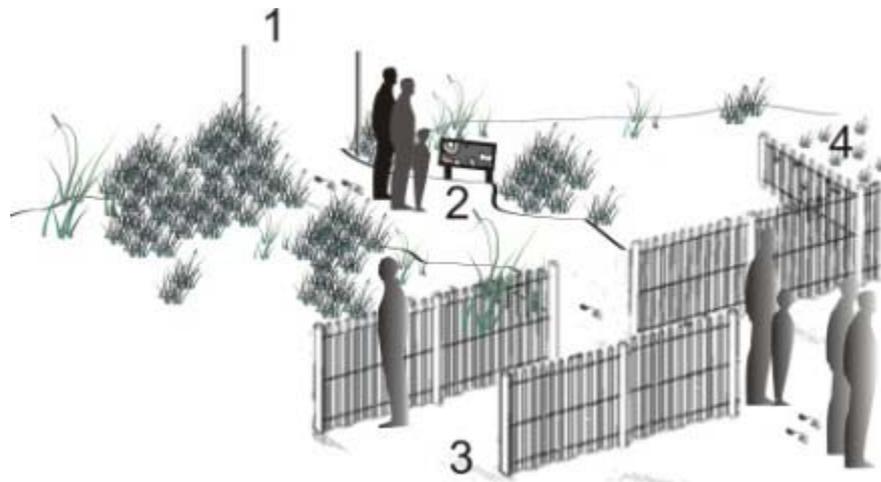


Figura 4.3.1. Modelo donde se muestra un detalle de sendero de acceso. (1) Señalización de acceso. (2) Cartelería y gráficos explicativos, información para interpretación del ambiente. (3) Pantallas para evitar la excavación del sendero por el viento. (4) Pantalla transversal que también actúa limitando el acceso a lugares donde por ejemplo se ha plantado y debe excluirse del público en su etapa inicial.

- b) En el lapso de un año es muy probable que se deban adaptar los senderos a la nueva morfología de las dunas reconstruidas, por lo que es importante tener en cuenta este tipo de obras de mantenimiento y remodelación a la hora de realizar presupuestos.
- c) El diseño debe tener en cuenta evitar el ingreso de vehículos motorizados. Muchas veces a pesar de que postes y pasarelas impiden el paso de 4x4, no son efectivos para motos, cuatriciclos y similares, pero es posible establecer dificultades que logran que no sea ni práctico ni atractivo el ingreso en esos vehículos, por ejemplo, un par de escalones de 25 cm de altura.

- d) La cartelería y el empleo de símbolos gráficos son muy importante en los accesos, ya que estos constituyen un importante vector para transmitir actitudes y conocimientos. La información sobre determinadas características del ambiente costero también incrementa el interés de observación e interpretación del paisaje por el público.
- e) Utilizar estructuras simples para delimitar e indicar circulaciones y accesos, las mismas deben ser iguales en toda la zona donde actuará el proyecto.

Caminería para vehículos:

Deben evitarse al máximo los caminos para vehículos que llegan perpendicularmente al cordón frontal de dunas, esto produce serios daños en la morfología dunar y en la dinámica del viento. Al igual que en los senderos, pero con mayor impacto, se generan escorrentías y salidas de arena que terminan por agudizar la erosión. Además, por regla general este tipo de caminos determinan un área del terreno compactada y remoción de arenas para lograr estacionamientos y rotondas.

Debe buscarse la manera de delimitar estacionamientos sobre los caminos adyacentes y otras áreas de uso público acondicionadas específicamente para este fin. Por ejemplo, en los cruces de caminos y calles hay posibilidad de lograr un área importante para estacionar vehículos. En este caso es importante una buena señalización de los puntos de acceso a la playa.

Los materiales que normalmente son utilizados para la caminería, como el balastro, impermeabilizan el terreno, incrementando las escorrentías que erosionan la playa. Por su parte las escorrentías arrastran la fracción de sedimentos de granulometría fina y muy fina (arcillas y limos) a la playa y con el paso del tiempo y con la adición de nuevo material para mantenimiento de los caminos, las arenas pierden su atractivo y disminuye el valor estético en ese lugar. El uso de balastro para caminería debe estar recluido a zonas donde la pendiente no transporte los materiales arcillosos y limosos a la playa.

En el caso de pavimentos bituminosos los impactos por escorrentía son muy severos en la playa. Cuando sea estrictamente necesario la construcción de caminería en pendiente hacia la playa los materiales aconsejables son pedregullo, empedrados o cualquier tipo de material donde sea posible lograr un espaciado de junta mínimo que permita la permeabilidad de las pluviales. Estas obras deben diseñarse en conjunto con las recomendaciones de la sección 4.1.3 (DAP).

4.3.2 – Escaleras, rampas, plataformas, pasarelas y similares

Este tipo de estructuras deben estar diseñados para asumir la probabilidad de ser desmontadas para su reubicación y/o adaptación, por lo cual los aspectos de diseño que permitan un reensamblado son importantes. En este punto se debe valorar la relación costo de materiales/mano de obra en función de una posible adaptación, traslado y reciclaje de las estructuras.

Es importante en el caso de escaleras, que el conjunto de la estructura se encuentre bien diseñado, de otra forma lo más probable es que el público prefiera caminar por el terreno que utilizar la escalera. Aspectos tan simples como un buen dimensionamiento de los escalones en el caso de escaleras, si no se encuentran bien diseñados en función de la pendiente determina el fracaso de las obras. En términos generales para las obras de acondicionamiento del espacio deben lograr la atracción del público para su uso, de lo

contrario no se acoplarán a los planes de mitigación de IAN a través del manejo del flujo del público.

4.3.3 – Cartelería, señalizaciones

La cartelería y las señalizaciones además de cumplir con los mensajes específicos explícitos, constituye una herramienta eficaz para incrementar el conocimiento sobre el ambiente costero posibilitando una mayor percepción del público y una actitud positiva para las tareas de restauración y conservación.

Su ubicación depende de valorar los siguientes aspectos en función del mensaje que se pretende transmitir:

- Las características del lugar: se debe compatibilizar los valores paisajísticos del lugar con la estructura a instalar y con su resistencia al intemperismo.
- Las características del público y sus intereses de uso del espacio.

Dentro de las funciones específicas más importantes se destacan:

- Captar la atención del público para informar sobre determinadas medidas de manejo, i.e.: resguardo de zonas de conservación de vegetación y fauna, mitigar los efectos del pisoteo indiscriminado.
- Comunicar la importancia del proyecto que se está realizando.
- Demostrar que el público tiene un papel protagónico en el proyecto y que los resultados constituyen un beneficio para los visitantes y la población local.
- Resaltar, describir y valorar las características del lugar al cual se ingresa.
- Indicar donde es posible contar con servicios.

Es importante tener en cuenta que el público busca la playa para diversión, deporte, para tener contacto con otras personas y para distenderse en general. No es su interés primario mirar y menos leer carteles, por lo cual una mala planificación de la cartelería y la señalización puede resultar en una inversión inútil. Diseños no acordes con el lugar, estéticamente feos, mal ubicados, con texto excesivo, interceptando la visión del observador, constituyen algunos de los tantos factores que pueden hacer fracasar la intención. Al mismo tiempo el exceso en este tipo de medios también puede agudizarse con una mala gestión del espacio para propaganda, tal es el caso de banderas y grandes carteles, cada vez más rechazados por el público.

CAPÍTULO 5 MEDIDAS DE MANEJO

5.1 – Zonificación

El objetivo de la zonificación es facilitar la planificación de acciones y el establecimiento de medidas específicas de manejo basados en los objetivos del proyecto y en los IAN identificados. Se establecieron 2 zonas en función de las características morfo-dinámicas de la playa, el tipo de IAN, y el grado de urbanización. La Zona 1 se extiende desde la desembocadura del A° Potrero hasta el padrón 1585, abarcando el fraccionamiento de Chihuahua hasta Tío Tom, la Zona 2 desde allí hasta La Rinconada de Punta Ballena al E, abarcando el fraccionamiento de Solana del Mar. El límite continental se estableció en la ruta (Fig.5.1).



Figura 5.1. Zonas de manejo. La Zona 1 se extiende desde la barra del A° Potrero hasta el padrón 1585, la Zona 2 desde este punto hasta La Rinconada de Punta Ballena. El extremo continental en la ruta.

En las tablas 5.1 y 5.2, se expone una síntesis los sitios prioritarios de actuación donde se realizarán las obras según la estrategia de mitigación de IAN para cada problema. En el caso particular para manejo de impactos cuya fuente son las pluviales es especialmente necesario una labor conjunta con la IMM y los vecinos.

El problema debe abordarse en forma integral y tomando como punto de partida el manejo de las pluviales desde la Ruta. De todas maneras y hasta que sea posible abordar este manejo, es posible implementar en sitios localizados las medidas para mitigación ya descritas y señaladas para cada sitio en particular.

TABLA 5.1. ZONA 1: Sitios prioritarios de actuación, indicándose sus dimensiones aproximadas donde se realizarán las obras según la estrategia de mitigación de IAN para cada problema.

	Sitio	Ubicación	Actuación		Problema	Obras Existentes	Actividades y Usos	Estrategia de Mitigación		
			Long. (m)	Ancho (m)				DRE	DDO	DAP
ZONA 1	S 1.0	Barra Potrero (Chihuahua)	----	----	Degradación: hábitat y paisaje					
	S 1.1	Chihuahua	200	80	Erosión dunar			si		
	S 1.2	Chihuahua	200	60	Erosión dunar			si		
	S 1.3	Chihuahua	200	60	Erosión dunar			si		
	S 1.4	Chihuahua	200	30	Erosión dunar			si		
	S 1.5	Pinares de Portezuelo	200	30	Erosión dunar		S	si		
	S 1.6	Pinares de Portezuelo	100	30	Erosión dunar			si		
	S 1.7	Pinares de Portezuelo	100	20	Erosión dunar			si		
	S 1.8	Pinares de Portezuelo	200	20	Erosión dunar			si		
	S 1.9	Pinares de Portezuelo	50	10	Erosión dunar Playa anegada			si		

REFERENCIAS:

- DRE = Dispositivos de disipación eólica
- DDO = Dispositivos disipativos de oleaje
- DAP = Dispositivos de amortiguación pluvial
- = Acceso principal
- = Caminera
- = Estacionamiento
- = Minería de áridos
- = Kiosco/Parador desmontable
- = Rampa (zona de embique autorizada)
- S = Sandboard
- = Urbanización consolidada
- = Viviendas
- = Descarga de pluviales
- = Actividades recreativas
- = Pasarela de acceso

Tabla 5.2. ZONA 2: Sitios prioritarios de actuación, indicándose sus dimensiones aproximadas donde se realizarán las obras según la estrategia de mitigación de IAN para cada problema.

	Sitio	Ubicación	Actuación		Problema	Obras Existentes	Actividades y Usos	Estrategia de Mitigación		
			Long. (m)	Ancho (m)				DRE	DDO	DAP
Zona 2	S 2.1	Portezuelo Solana del Mar	150	10	Erosión dunar Playa anegada	+		si	si	
	S 2.2	Portezuelo Solana del Mar	250	10	Erosión dunar Playa anegada	+ 		si	si	
	S 2.3	Portezuelo Solana del Mar	250	10	Pluviales (drenes) Erosión dunar	+ 		si	si	
	S 2.4	Portezuelo Solana del Mar	150		Pluviales Erosión	(4500m ²) 		si	si	si
	S 2.5	Portezuelo Solana del Mar	150		Pluviales Erosión	(4500m ²)		si	si	si
	S 2.6	Portezuelo Solana del Mar	100	10	Pluviales Erosión	+		si	si	si
	S 2.7	Portezuelo Solana del Mar	250	10	Pluviales Erosión			1	si	si
	S 2.8	Portezuelo Solana del Mar	250	15	Erosión dunar	+		si		si
	S 2.9	Portezuelo Solana del Mar	250	10	Pluviales (drenes)	(Drenes) 		si	si	si
	S 2.10	Portezuelo Solana del Mar	150	10	Pluviales Erosión	(1200m ²) 		si	si	si
	S 2.11	Portezuelo La Rinconada	250	10	Pluviales Erosión	(3000m ²) 		si	si	si

REFERENCIAS:

DRE = Dispositivos de disipación eólica
 DDO = Dispositivos disipativos de oleaje
 DAP = Dispositivos de amortiguación pluvial
 = Acceso principal
 = Caminera
 = Estacionamiento
 = Minería de áridos
 = Kiosco/Parador desmontable
 = Rampa (zona de embique autorizada)

S = Sandboard
 = Urbanización consolidada
 = Viviendas
 = Descarga de pluviales
 = Actividades recreativas
 = Pasarela de acceso

5.2 – Medidas de manejo a escala de sitio

Estas medidas procuran además de las acciones de restauración de ambientes, dirigir, orientar y regular actividades previendo y evitando la generación de nuevas alteraciones, disturbios e impactos. Las medidas de manejo tienen las siguientes características:

- Podrán ser provisorias hasta que se alcance un estado satisfactorio de las acciones.
- Tienen un carácter adaptable ante la incorporación de nueva información y experiencia en el desarrollo del plan general de manejo. Estas deberán adaptarse en base a la incorporación de nueva información, a la comprobación empírica de las acciones planteadas, al aprendizaje y experiencias adquiridas con el transcurso del tiempo.

5.2.1 – Zona 1: medidas específicas para sitios prioritarios de manejo



Figura 5.2. Zona 1: Sitios prioritarios de manejo.

En todos los sitios que se detalla a continuación (Fig. 5.2.) se recomienda:

- Medios de comunicación que alerten de los impactos negativos de la práctica de Sandboard en las dunas de playa. Como alternativa se sugiere delimitar una zona específica en las dunas ya fijadas por la forestación en el margen superior del A° Potrero.
- Medios de comunicación que alerten sobre los impactos negativos del tránsito con vehículos sobre las dunas y playa, intentando regular el ingreso mediante vallados y los dispositivos para restauración dunar.
- Obras de acondicionamiento del espacio que regulen el ingreso sobre los sitios más adecuados, desanimando los más comprometidos.
- Medios de comunicación para un manejo integral de las escorrentías pluviales en las viviendas y paradores. Esto es importante en una gestión conjunta con la IMM

para las viviendas que se proyecten en el futuro a través de una Ordenanza Municipal Específica para la zona.

Sitio S 1.0 Chihuahua (Barra del A° Potrero)

Es el sitio más complejo en cuanto a la previsión de escenarios de manejo por la reciente aprobación del proyecto para construcción de una urbanización y marinas. Constituye un punto estratégico desde el punto de vista paisajístico y de potencial para el desarrollo de nuevas modalidades turísticas. Constituye una zona de importancia para la conservación de hábitat de especies.

Recomendaciones de manejo:

- Regular el tránsito vehicular, excluyendo la circulación de 4x4, cuatriciclos y motocicletos en la zona de playa, específicamente contra la barra litoral.
- Detener la minería de áridos.

Sitio S 1.1 Chihuahua

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, construcción de viviendas, estacionamientos insuficientemente resueltos al igual que los accesos del público con alta concentración.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 1.2 Chihuahua

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamientos insuficientemente resueltos al igual que los accesos del público.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 1.3 Chihuahua

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamientos insuficientemente resueltos al igual que los accesos del público.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 1.4 Chihuahua

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de la caminería.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 1.5 Pinares de Portezuelo (Tío Tom)

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, viviendas, estacionamientos insuficientemente resueltos al igual que los accesos del público con alta concentración.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 1.6 Pinares de Portezuelo

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, viviendas, acceso del público sin planificación

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 1.7 Pinares de Portezuelo

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, viviendas, acceso del público sin planificación.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 1.8 Pinares de Portezuelo

IAN a mitigar: erosión dunar

Los problemas más importantes resultan de: caminería, viviendas, acceso del público sin planificación, alta concentración de público.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 1.9 Pinares de Portezuelo

IAN a mitigar: erosión dunar, playa anegada.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, acceso del público sin planificación.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE – PRD. Se sugiere un diseño que ayude a delimitar el acceso del público, excluyendo el tránsito de las zonas más afectadas.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

5.2.2 – Zona 2: medidas específicas para sitios prioritarios de manejo



Figura 5.3. Zona 2: Sitios prioritarios de manejo.

En todos los sitios que se detalla a continuación (Fig. 5.3) se recomienda:

- Medios de comunicación que alerten sobre los impactos negativos del tránsito con vehículos sobre las dunas y playa, intentando regular el ingreso mediante vallados y los dispositivos para restauración de la playa.
- Obras de acondicionamiento del espacio que regulen el ingreso sobre los sitios más adecuados, desanimando los más comprometidos.
- Medios de comunicación para un manejo integral de las escorrentías pluviales en las viviendas y paradores.

Sitio S 2.1 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión dunar, playa anegada.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, acceso del público sin planificación y planta urbana.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE, DDO.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.2 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión dunar, playa anegada.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, acceso del público sin planificación, planta urbana y descarga de pluviales.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE, DDO, DAP.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.3 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión dunar, playa anegada.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, acceso del público sin planificación, planta urbana y descarga de pluviales.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE, DDO, DAP.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.4 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión de playa y anegamiento.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamiento (c.a 4500 m²), gran afluencia de público, planta urbana y descarga de pluviales por rampa de embique.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DRE muy sectorizado, DDO, DAP, TDO.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 2.5 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión de playa y anegamiento.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamiento (c.a 4500 m²), gran afluencia de público, planta urbana e ingreso de pluviales.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DDO, DAP, TDO.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 2.6 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión de playa y anegamiento.

Los problemas más importantes resultan de: caminería con ingreso de pluviales y planta urbana.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DDO, DAP,.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.7 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión de playa y anegamiento.

Los problemas más importantes resultan de: ingreso de pluviales y planta urbana.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de DDO, DAP.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.8 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: erosión dunar.

Los problemas más importantes resultan de: caminería, ingreso de pluviales y planta urbana.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de PRD, DDO, DAP.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.9 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: pluviales

Los problemas más importantes resultan de: acceso a la playa, escorrentías de drenes de napa y planta urbana.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de PRD, DDO, DAP.
- Desanimar este sitio como acceso principal a través de vallados y cartelería.

Sitio S 2.10 Portezuelo - Solana del Mar

IAN a mitigar: pluviales, erosión de playa

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamiento (c.a 1200 m²), accesos a la playa, pluviales, rampa de embique, planta urbana, alta concentración de público.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de PRD, DDO, DAP, TDO.
- Retiro de la rampa.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

Sitio S 2.11 Portezuelo - La Rinconada

IAN a mitigar: pluviales, erosión de playa

Los problemas más importantes resultan de: caminería, estacionamiento (c.a 3000 m²), accesos a la playa, pluviales, rampa de embique, planta urbana, alta concentración de público.

Recomendaciones de manejo:

- Instalación de PRD, DDO, DAP, TDO.
- Planificación conjunta con la posibilidad de instalar estructuras de acondicionamiento (i.e.: vallados, senderos, cartelería).

5.2.3 – Acondicionamiento del espacio - etapa inicial

Las obras para acondicionamiento del espacio en una etapa primaria se recomienda que comiencen a implementarse desde la Zona 1, donde existe mayor presión de uso en función del estado de conservación del ambiente. Los sitios prioritarios para estas obras, así como las dimensiones aproximadas de las estructuras se expone en la Tabla 5.3.

Sitio	Tipo	Extensión lineal (m)	Altura máxima (m)
S 1.1	Pasarela	50	1
	Vallado	50	0.9
S 1.2	Vallado	50	0.9
S 1.5	Pasarela	20	0.6
S 1.8	Pasarela	30	1 a 2
	Vallado	10	0.9
S 2.1	Pasarela	20	1 a 2

BIBLIOGRAFÍA

- Brooks A & Agate A (2001) Sand Dunes. ISBN 0 946752 32 X, BTCV Handbooks. 109 pp.
- Brown AC, McLachlan A (1990) Ecology of sandy shores, Elsevier, Amsterdam, 328 pp.
- Caffera RM, Céspedes C, González A, Gutiérrez MO, Panario DH (1991) Desarrollo forestal y medio ambiente 11. Hacia una evolución de efectos ambientales de la forestación en Uruguay con especies introducidas. CIEDUR. Serie Investigaciones N° 85. 102 p.
- Christie P, Lowry T, White AT, Oracion EG, Sievanen L, Pomeroy RS, Pollnac RB, Patlis JM, Eisma RLV (2005) Key findings from a multidisciplinary examination of integrated coastal management process sustainability. *Ocean & Coastal Management* 48: 468-483.
- Coates DR (1981) Environmental geology. John Wiley and Sons Inc., New York, 701 pp.
- de Álava D, Piñeiro G, Panario D (1993) Recomendaciones para manejo del litoral de playa, Departamento de Rocha. Informe Técnico para la Intendencia Municipal de Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo, 17 pp.
- de Álava D (1994) Estudios para la propuesta de un manejo integrado de la zona costera del Departamento de Rocha. Informe Técnico UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo, 78 pp., 10 láminas.
- de Álava D (1995). Dinámica de la Zona Costera e Influencias del Global Change, Departamento de Maldonado. Informe para la Comisión Nacional sobre Cambio Global, proyecto U.S. Country Studies Program: Overview of general coastal vulnerability/Coastal Zone Management, Assessment of Climate Change Impacts in Uruguay, Coastal Resources Sector Assessment. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo, 25 pp, y 6 láminas.
- de Álava D (1996) El cambio climático global y la zona costera: recomendaciones para la gestión de un plan de manejo integrado. Canelones, Maldonado y Rocha. Informe para la Comisión Nacional sobre Cambio Global, proyecto U.S. Country Studies Program: Overview of general coastal vulnerability/Coastal Zone Management, Assessment of Climate Change Impacts in Uruguay, Coastal Resources Sector Assessment. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Montevideo, 23 pp. (inédito).
- de Álava D, Panario D (1996) la Costa Atlántica de Uruguay. Ecosistemas perdidos y el nacimiento de un monte de pinos y acacias. En: *Almanaque del Banco de Seguros del Estado*, 1996. Ed. Barreiro y Ramos S.A., Montevideo, Uruguay, pp. 44-51.
- de Álava D (1999) Análisis de la legislación sobre "faja de Defensa Costera" con relación a la dinámica de la costa oceánica del Dpto. de Rocha, Uruguay. Trabajo de curso. Derecho y Legislación Ambiental, Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, (UdelaR) Montevideo, Uruguay, 12 pp.
- de Álava D (2007) Incidencia del proceso de transformación antrópico en el sistema costero La Paloma – Cabo Polonio, Rocha, Uruguay. Tesis MSc, Maestría en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, (UdelaR), Uruguay, 88 pp.
- de Álava D & Rodríguez-Gallego L (2007) Zona Costera de la Laguna Garzón: Recomendaciones para su Conservación y Manejo Documento de Vida Silvestre Uruguay , 75pp.
- de Álava D (2008a) Proyecto de restauración: Sistema de playas y dunas frontales de la bahía de Portezuelo. Publicación Nro. 1 para divulgación de la Unión Vecinal de Punta Ballena Lagunas del Sauce y del Diario, 5pp.
- de Álava D (2008b) Proyecto de restauración: Sistema de playas y dunas frontales de la bahía de Portezuelo. Publicación Nro. 2 para divulgación de la Unión Vecinal de Punta Ballena Lagunas del Sauce y del Diario, 3pp.
- García-Rodríguez F, del Puerto L, Inda H, Castiñeira C, Bracco R, Sprechmann P & Scharf B (2001) Preliminary paleolimnological study of Rocha lagoon SE Uruguay. *Limnologica* 31:221-228.
- García-Rodríguez F (2002) Estudio paleolimnológico de lagunas de Rocha, Castillos, Blanca (Sudeste de Uruguay). Tesis de Doctorado, PEDECIBA-Biología, Montevideo. 94 pp.
- Gómez-Pina G, Muñoz-Pérez JJ, Ramírez JL, Ley C (2007) Sand dune management problems and techniques, Spain. *Journal of Coastal Research* SI 36 325-332.
- Fagundez C. & F. Lezama. 2005. Distribución Espacial de la Vegetación Costera del Litoral Platense y Atlántico Uruguayo. Informe para Freplata. Sección Ecología, Facultad de Ciencias, Montevideo.
- Fearon R (2005) Welcome. En: Scheltinga DM (ed), *Research for Coastal Management. Conference Program and Abstracts*. Coastal CRC, Coolangatta, Queensland, Australia. Cooperative Research Centre for Coastal Zone, Estuary and Waterway Management. Queensland, Australia, pp. 5.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001a) *Climate change 2001: the scientific basis*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001b) Cambio Climático 2001: informe de síntesis. Resumen para Responsables de Políticas, Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge.
- McCann J, Rubinoff P (2000) Una herramienta efectiva para promover el uso sustentable de los recursos costeros: el manejo costero integrado. Boletín Nro. 17 Amigos de Sian Ka'an. Kromagraphics, Cancún, Quintana Roo, México.
- McGwynne, L. & McLachlan, A. (1992). Ecology and Management of Sandy Coasts. Institute for Coastal Research, UPE, South Africa, Report, N° 30, 83 pp.
- Olsen S, Lowry K, Tobey K (1999) A manual for assessing progress in coastal management. Coastal Management Report 2211, University of Rhode Island, Narragansett, USA.
- Olsen S, Christie P (2000). What are we learning from tropical coastal management experiences? Coastal Management 28: 5-18.
- Panario D, Gutiérrez O (2005) La vegetación en la evolución de playas arenosas. El caso de la costa uruguaya. Ecosistemas (Montevideo) 14: 2.
- Piñeiro G & Panario D (1993) Dinámica sedimentaria y geomorfológica de dunas y playas en Cabo Polonio, Rocha. UNCIEP, Facultad de Ciencias, Uruguay.
- Phillips C J (1975). Review of Selected Literature on Sand Stabilisation. Dept. of Eng., University of Aberdeen.
- Pivel MAG (2001) A costa atlántica uruguaya como um sistema geomorfológico. Tesis de Maestría en Oceanografía Física, Química y Geológica. Fundación Universidad Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande. 134 pp (Inédita).
- Sorensen JC, McCreary ST, Brandani A (1992) Arreglos institucionales para manejar ambientes y recursos costeros. United States Agency for International Development. International Coastal Resources Management Program, Coastal Resources Center, University of Rhode Island, 185 pp.
- SurfRider Foundation (2006) Ocean Friendly Gardens, <http://www.surfrider.org>.
- Tinley KL (1985) Coastal dunes of South Africa. South African National Scientific Program Report 109 CSIR, 300 pp.
- Vida Silvestre - Uruguay (2008). Sitio Web <http://www.vidasilvestre.org.uy>.
- Yanagui T, Ducrottoy JP (2003) Toward coastal zone management that ensures coexistence between people and nature in the 21st century. Marine Pollution Bulletin 47:1- 4.
-