

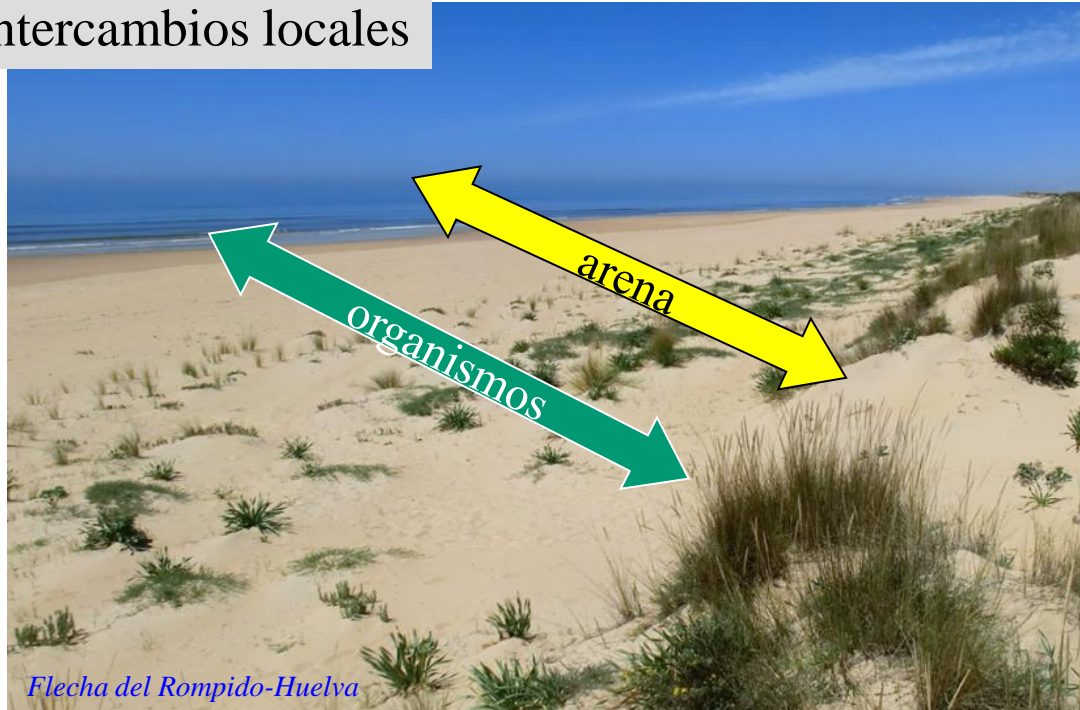
# Restauración ambiental de los sistemas de dunas litorales



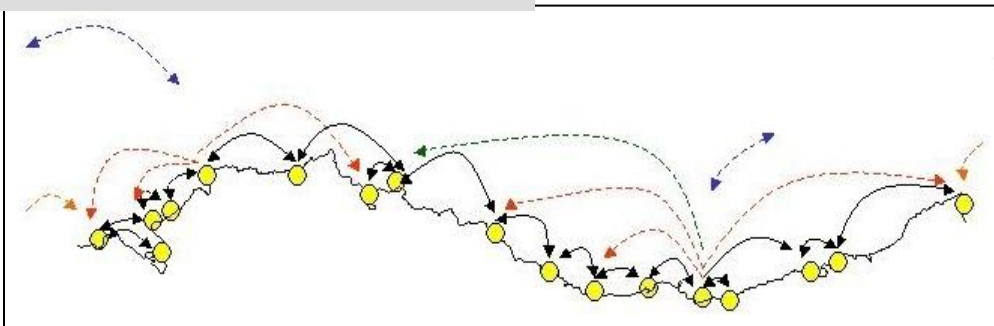
Juan Bautista Gallego Fernández  
Profesor Titular de Ecología  
Universidad de Sevilla  
[galfer@us.es](mailto:galfer@us.es)

**Playas y dunas** son **ecosistemas frontera**, con características propias,...  
que también participan y regulan el intercambio de materiales  
y organismos entre los ambientes marinos y continentales

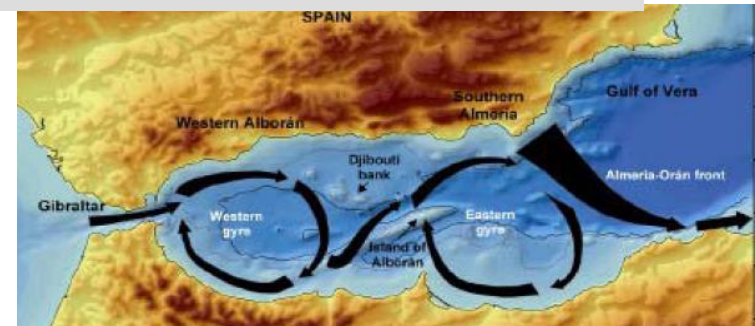
### Intercambios locales



### Intercambios regionales

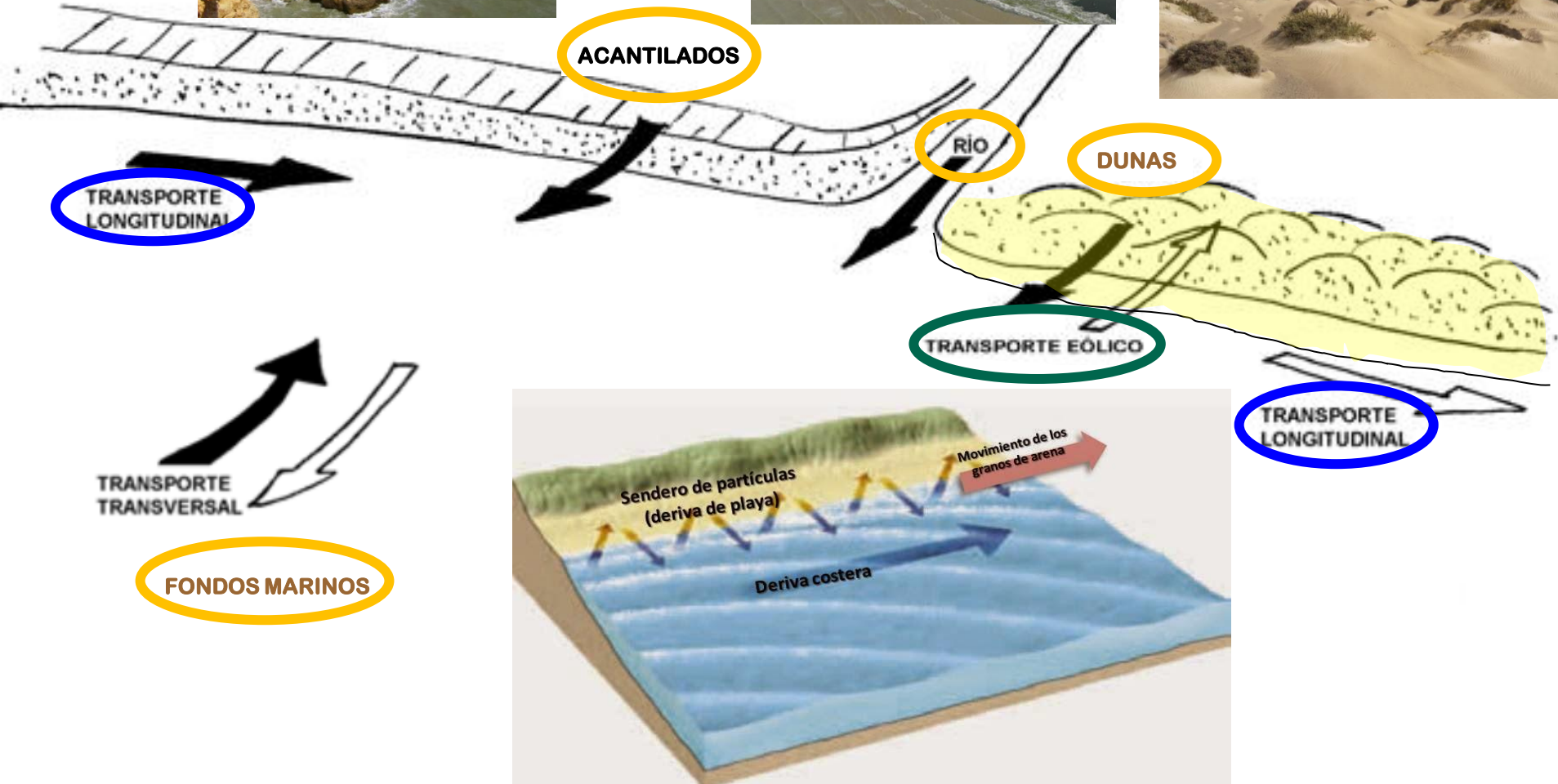


### Intercambios transregionales





# Fuentes y sumideros de sedimentos para la formación de playas y dunas costeras



# Playas y dunas son **sistemas dinámicos** *en el espacio y en el tiempo*

## Escala geológica (miles de años):

El nivel del mar se estabilizó hace 6500 años y, *más o menos*, la línea de costa es la misma desde entonces



## Escala histórica (cientos de años)

Las costas avanzan y retroceden hasta cientos de metros



## Escala generación (decenas de años)

... años con playas anchas, ...  
años casi sin playas





# Playas y dunas son sistemas dinámicos en el espacio y en el tiempo

A veces los cambios son puntuales y potentes - *Maremoto 1755 Golfo de Cádiz*



**INN** Bankia

**LA PROVINCIA**  
DIARIO DE LAS PALMAS

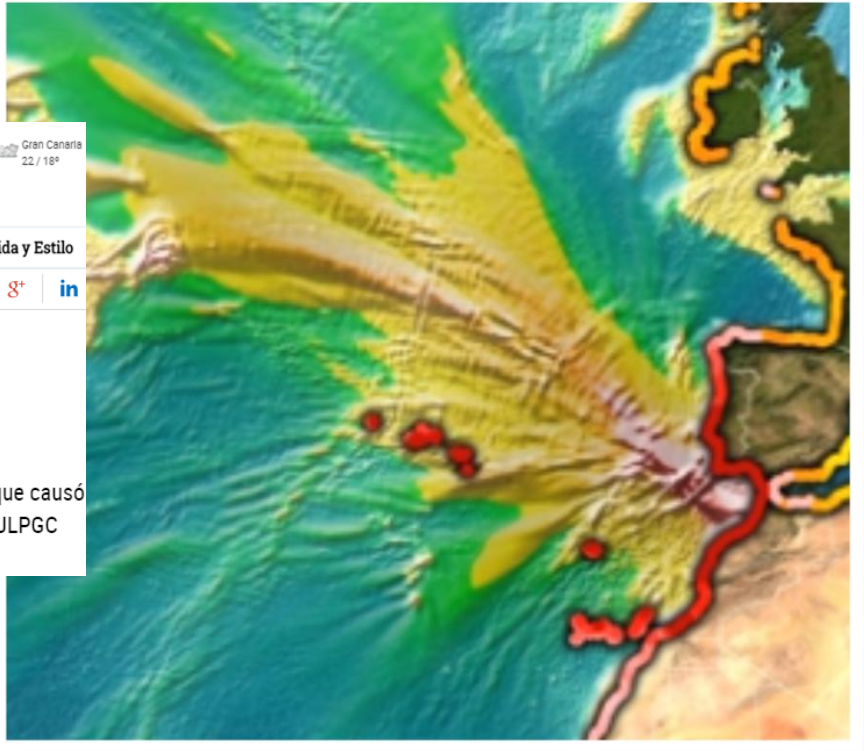
Gran Canaria 22 / 18°

Canarias Actualidad Deportes Economía Opinión Ocio Vida y Estilo

52 f t g+ in

## Un maremoto pudo generar las dunas de Maspalomas

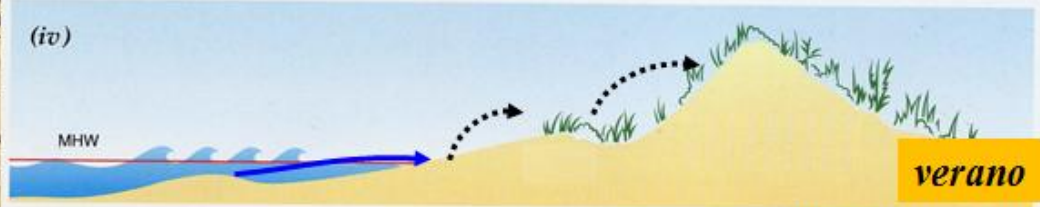
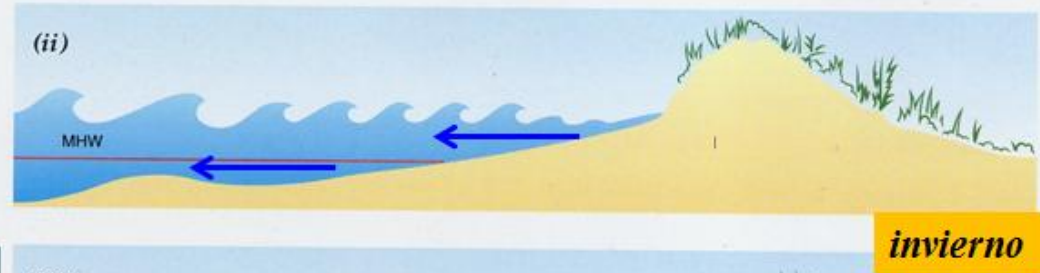
En 1755 el terremoto de Lisboa formó un tsunami que llegó a Gran Canaria y que causó el sistema dunar de Maspalomas. Así al menos lo creen investigadores de la ULPGC que buscan demostrar esta hipótesis



Detalle del lienzo que se conserva en el Ayuntamiento de la capital gaditana. Recoge el milagro de la Virgen del Rosario en el maremoto de Lisboa del año 1755.

# Playas y dunas son **sistemas dinámicos en el espacio y en el tiempo**

## Dinámica sedimentaria **anual** sistema Playa-Duna



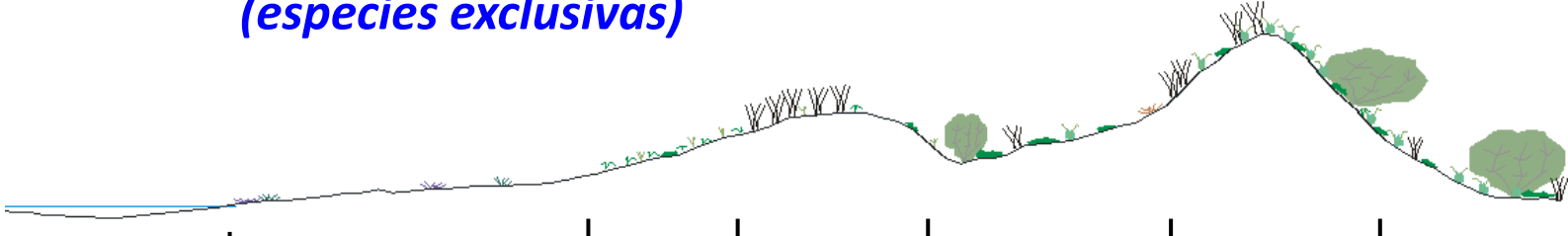
Modificado de P. Hesp (2000)



# Playas y dunas son sistemas dinámicos en el espacio y en el tiempo

*Comunidades diversas organizadas en el espacio y en el tiempo con altos niveles de endemismos (especies exclusivas)*

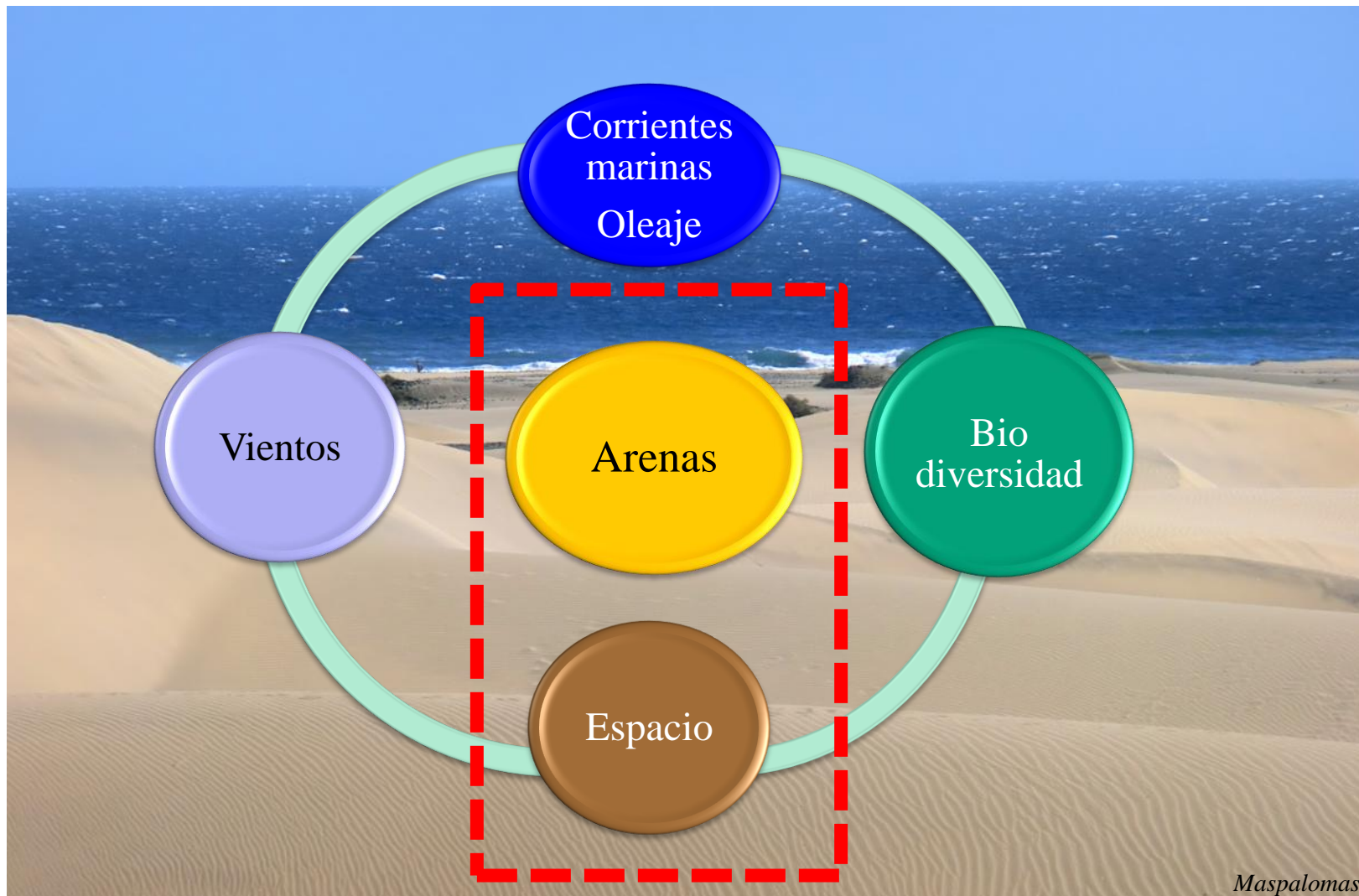
*Movimiento arenas  
Salinidad  
Disponibilidad de agua*



*Traganum moquinii*



La existencia de **Playas y Dunas** es el resultado del funcionamiento de procesos físicos, marinos y terrestres, y procesos biológicos



**La alteración de los elementos y procesos de funcionamiento aumenta su vulnerabilidad**

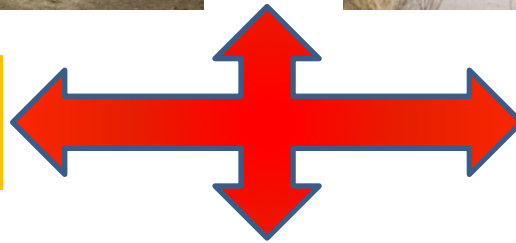


# ¿Cuáles son las causas de la destrucción o alteración de los sistemas dunares costeros?

**Necesidad de recursos para vivir**



**Ignorancia**



**Codicia**



# Servicios de ecosistemas



## Impulsores de cambio

- Demográficos
- Económicos
- ...



### Servicios de abastecimiento

- ✓ Arenas
- ✓ Agua para beber
- ✓ Agua agricultura
- ✓ Alimentos
- ✓ Ganadería
- ✓ Recursos minerales
- ✓ Fibras
- ✓ Madera
- ✓ Recursos ornamentales

### Servicios de regulación

- ✓ Protección de zonas interiores
- ✓ Regulación dinámica sedimentaria
- ✓ Regulación calidad del aire
- ✓ Regulación climática
- ✓ Depósitos de agua
- ✓ Purificación de agua para beber
- ✓ Purificación de agua subterránea
- Provisión de hábitats

### Servicios de culturales

- ✓ Recreación y turismo
- ✓ Valor estético
- ✓ Inspiración del arte
- ✓ Relaciones sociales
- ✓ Educación ambiental
- ✓ Investigación científica

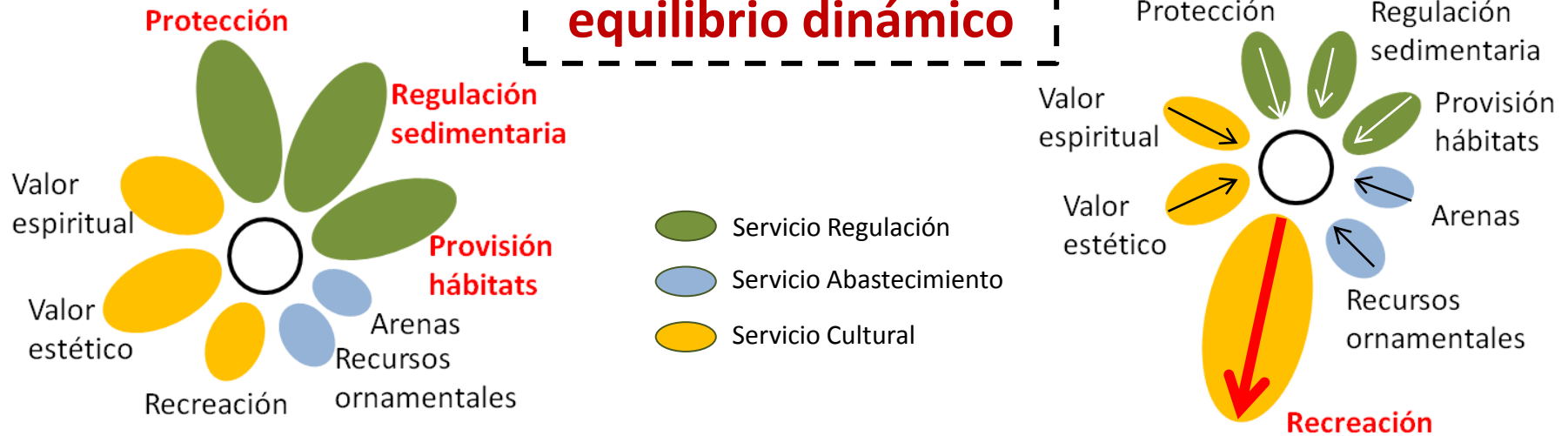


# Gestionando el flujo de Servicios de Ecosistemas

## Análisis de compromisos (*trade-offs*)



**El aumento de un servicio resulta en la disminución de otros: delicado equilibrio dinámico**



Uno de los principales retos en gestionar los **eco-servicios** es que cada uno de ellos no es independiente del resto: se genera un ***trade-off*** o ***proceso de pros y contras***

El concepto de ***trade-off*** implica necesariamente una elección

**Table 1.1** Alterations of coastal dunes by human actions

Processes	Mechanisms leading to alterations
<b>ABIOTIC</b>	
Landforms	Significant alteration or elimination by construction of urban areas; Reshaping of dunes (land reclamation); Alteration of dune morphology
Sediment transport	Marine—alteration of sediment resources and transport; Wind flow—alteration of directions and intensity; Terrestrial transport of sediment—mining, removal of beach sand; dune fixation; Alteration of dune morphology; Marine intrusion; Water extraction; Water pollution/eutrophication
<b>BIOTIC</b>	
Composition and abundance of plant communities	Elimination of native species; Grazing; Harvesting; Introduction of non-native species; Planting species to stabilize sands; Eutrophication
Community dynamics	Modification of community dynamics by afforestation; Introduction of non-native species; Speciation
<b>BIÓTICOS</b>	
Ecosystem dynamics	Loss of entire communities as a result of fragmentation of regional dune landscape; Changes in ecosystem dynamics by eutrophication; Reduction of dune diversity; Introduction of exotics such as <i>Casuarina</i>

**ABIÓTICO**

**Morfología**

**Transporte de Sedimentos**

**Cantidad y calidad aguas**

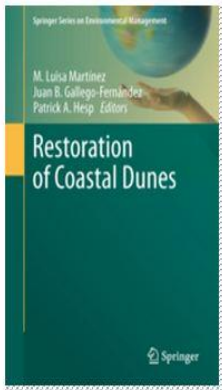
**Composición y abundancia**

**BIÓTICOS**

**Dinámica de comunidades**

**Dinámica del ecosistema**

Alteración de sistemas dunares costeros por acciones humanas



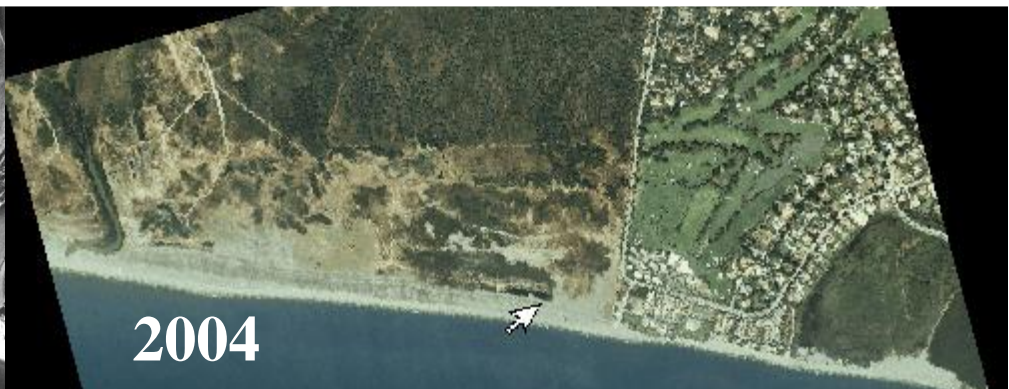
**Restoration of Coastal Dunes**

Series: \* Springer Series on Environmental Management  
 Martínez, M. Luisa; Gallego-Fernández, Juan B.; Hesp, Patrick A. (Eds.)  
 2013, 2013, VII, 478 p. 116 illus., 40 in color.



# •ABIÓTICO - Morfología

- Alteración significativa o eliminación debido a construcción zonas urbanas e infraestructuras; minería, industria...



## •ABIÓTICO - Morfología

- Alteración significativa o eliminación debido a construcción zonas urbanas e infraestructuras; minería, industria...



La Antilla, Lepe



## •ABIÓTICO - Morfología

- Alteración significativa o eliminación debido a construcción zonas urbanas e infraestructuras; minería, industria...



# ABIÓTICO - Transporte de Sedimentos

- Marino- alteración de fuentes y transporte de sedimentos



Fotos: Asociación ProDunas



Vientos dominantes



## ABIÓTICO - Transporte de Sedimentos

- Flujo de viento— alteración de dirección e intensidad



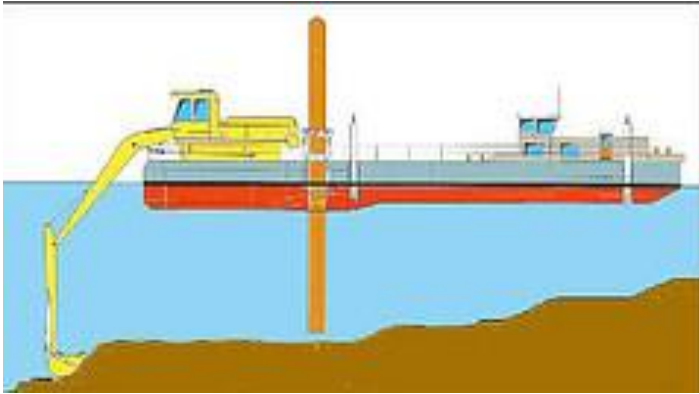
Corralejo  
Fuerteventura







## Regeneración de playas



Alteración fondos marinos



Alteración granulometría de playas...



# Plantaciones forestales sobre sistemas dunares activos

Pinhal de Leiria (Portugal) finales del XIX



125 años mas tarde



# Plantaciones forestales sobre sistemas dunares activos

## Disminuye

Influencia marina (viento, spray, inundación)  
Insolación  
Estrés hídrico  
Temperaturas extremas  
Baja el nivel freático

## Aumenta

Nutrientes  
Materia orgánica

**Cesa por completo la movilidad de las arenas**

- Desaparecen las especies adaptadas a ambientes dunares
- Aumenta *otra* riqueza y diversidad de especies



# BIÓTICOS - Composición y abundancia de comunidades de plantas

*Eliminación de especies o alteración de comunidades*

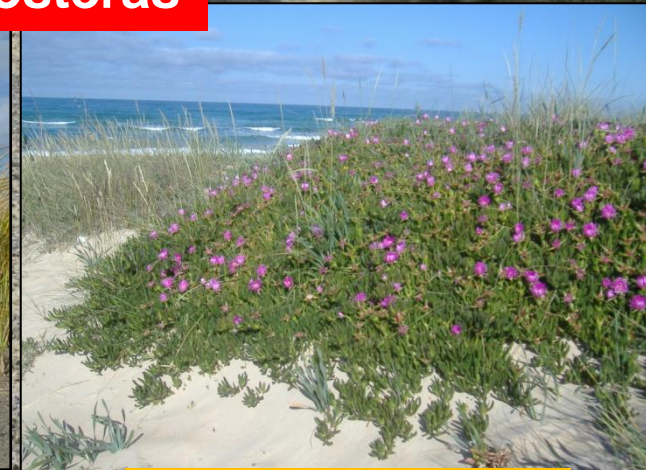
## Especies invasoras de dunas costeras



*Neurada procumbens*



*Ammophila arenaria*



*Carpobrotus edulis*



✓ Cambios drásticos en la estructura y funcionamiento del ecosistema dunar

✓ Alteración de biodiversidad y estabilidad



# BIÓTICOS - Composición y abundancia de comunidades de plantas

*Eliminación de especies o alteración de comunidades:*

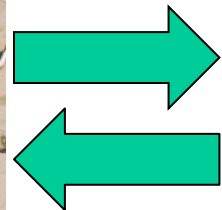
- Pastoreo / herbívoros



No protección



Paraje natural



*Flecha de El Rompido – Lepe (Huelva)*



# Actividades recreativas





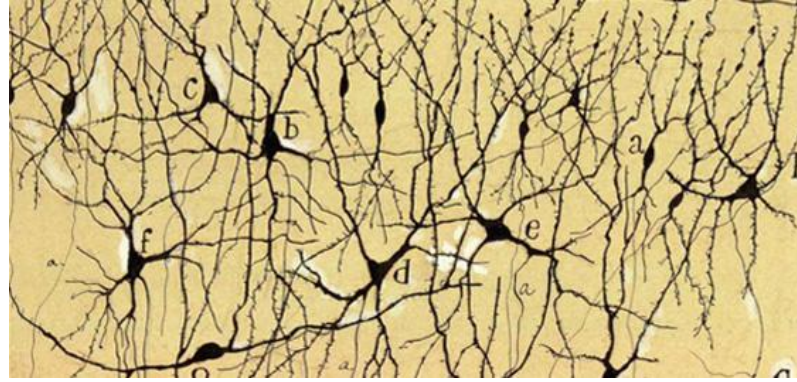
# Actividades recreativas



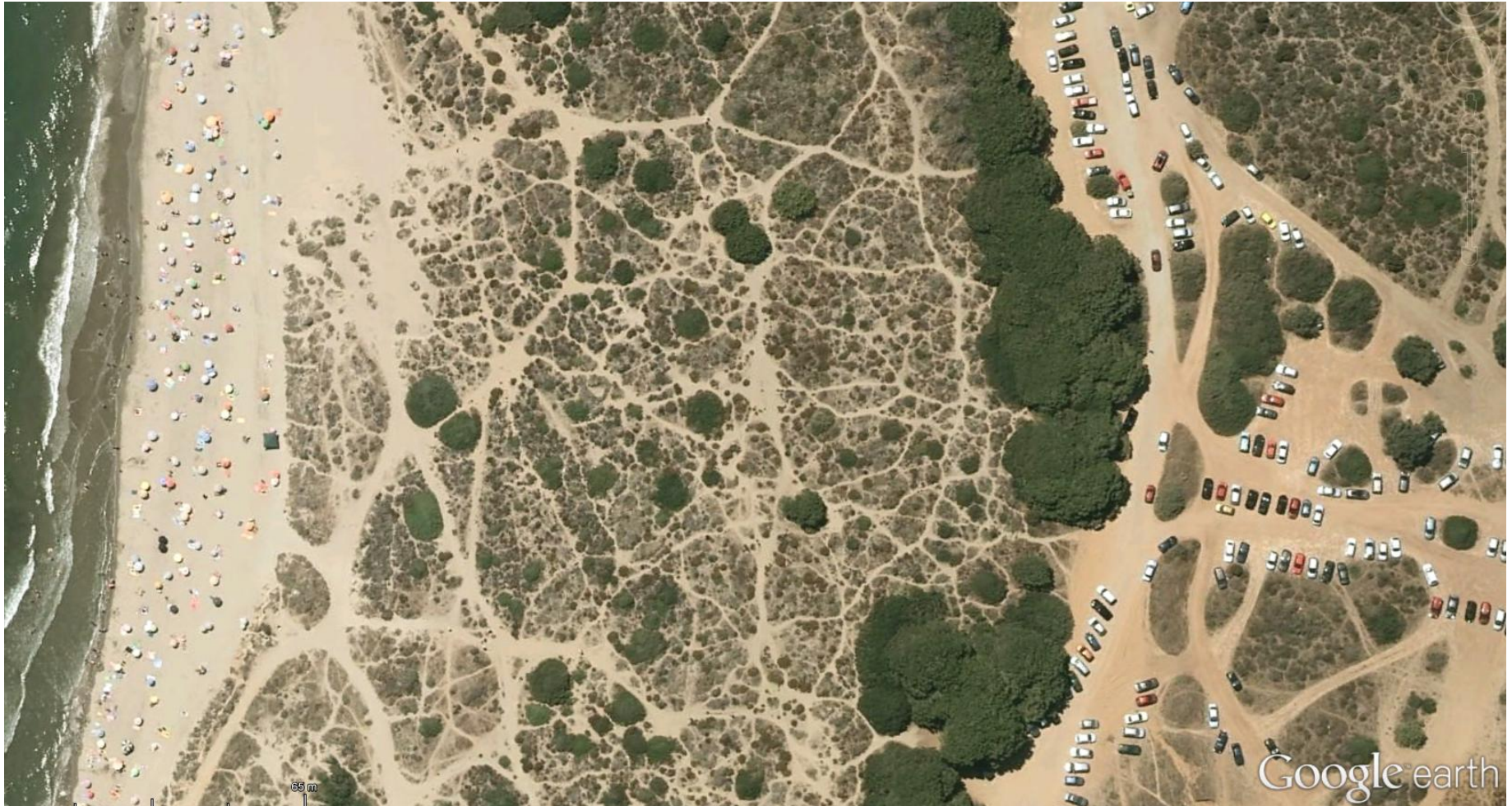


• **ABIÓTICO** - **Morfología**

- Alteración: pisoteo



Ramón y Cajal



Dunas de Artola, Marbella



# •ABIÓTICO - Morfología

- Remodelado de la topografía (*landscaping*)



La Antilla, Lepe



Tres Piedras, Chipiona







Atacama



Chachalacas



Ritoque



## BIÓTICOS - Dinámica de comunidades

### *Modificación de la dinámica de comunidades por:*

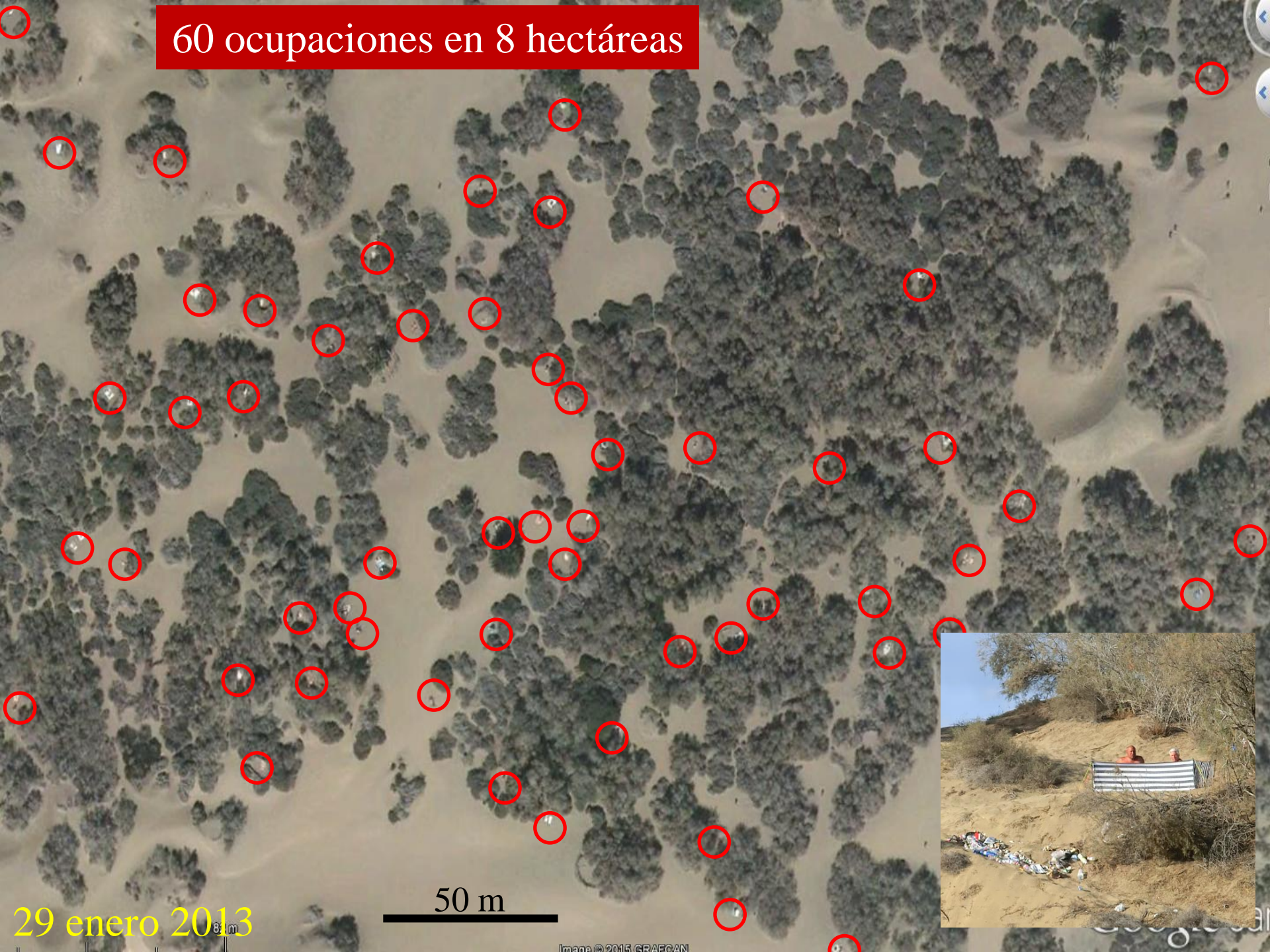
- Afectar la dispersión de semillas y fragmentos de plantas por corrientes marinas y posterior colonización debido a limpieza de playas



**Limpieza de playas**



60 ocupaciones en 8 hectáreas



29 enero 2013

50 m





# •ABIÓTICO - Morfología

- Remodelado de la topografía (*landscaping*)

Objetivos ¿?



2012

Valdevaqueros, Tarifa  
2007



Urbanizaciones



Plantaciones forestales



Especies exóticas



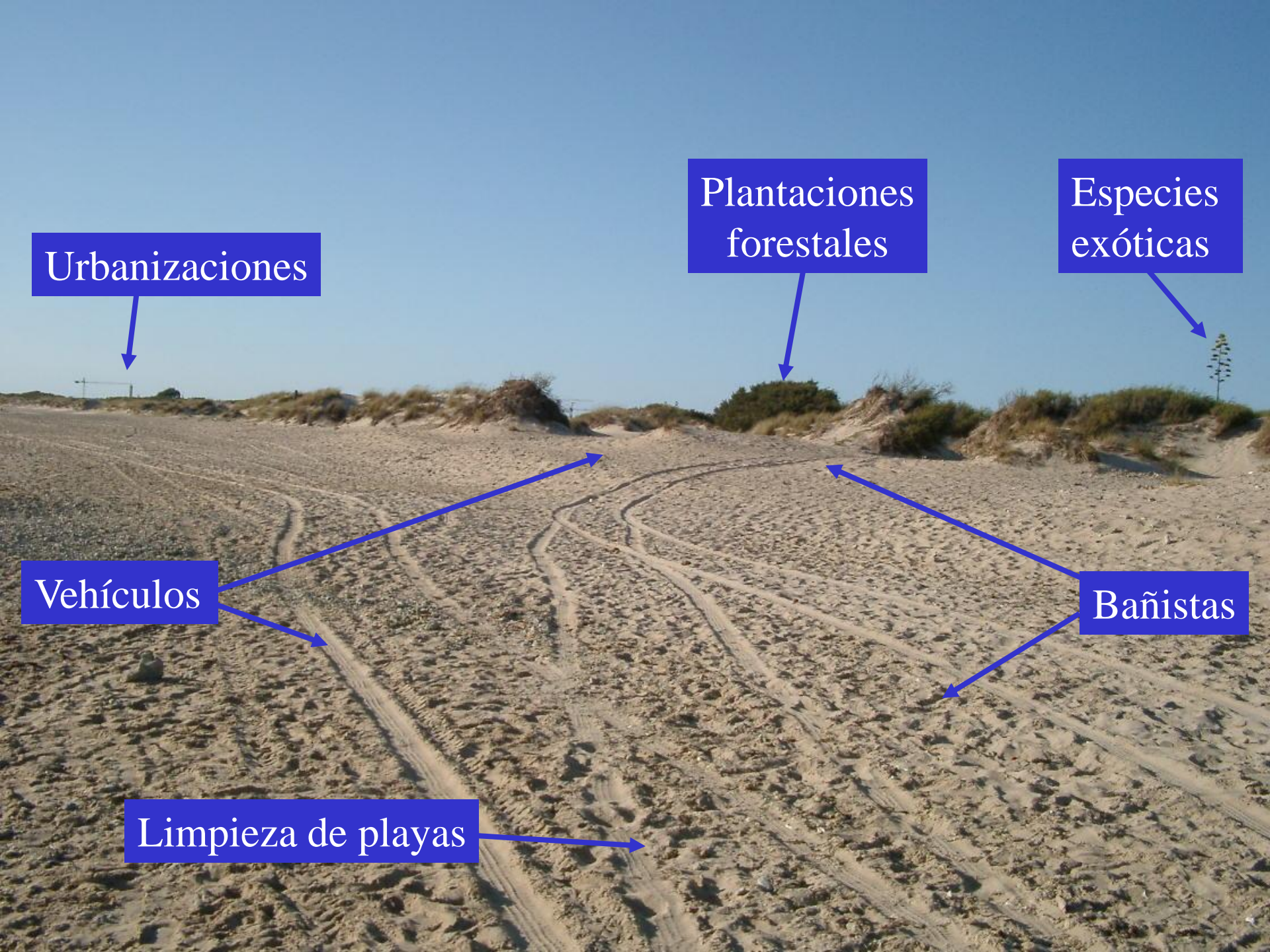
Vehículos



Bañistas



Limpieza de playas





Urbanizaciones

Plantaciones forestales

Especies exóticas

Vehículos

Bañistas

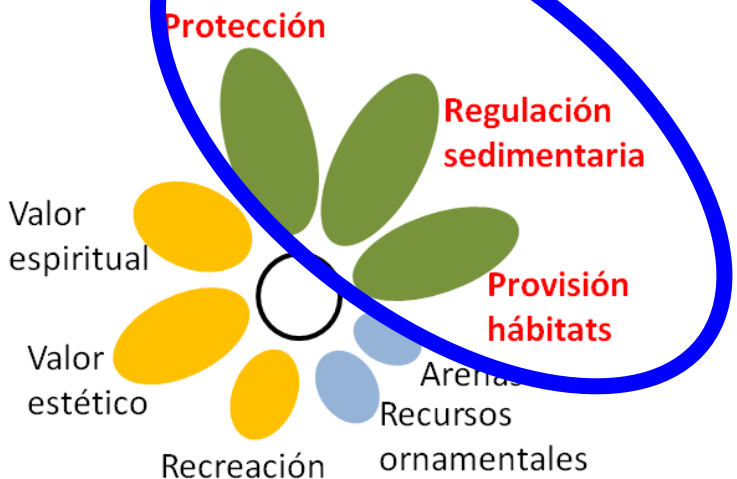
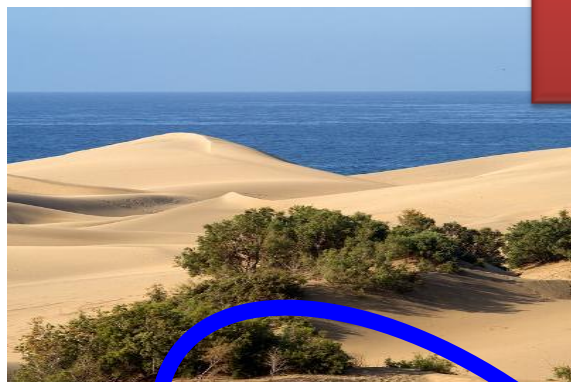
Limpieza de playas

- Destrucción total
- Estabilización dunar
- Fragmentación
- Limitación regeneración
- Modificación de la diversidad
- Pérdida estructura y función

Aumento de la vulnerabilidad del sistema dunar



# Gestionando el flujo de Servicios de Ecosistemas Análisis de compromisos (*trade-offs*)



- Servicio Regulación
- Servicio Abastecimiento
- Servicio Cultural



La gestión del territorio y el flujo de servicios implica necesariamente una elección

# Restauración ecológica

Es el proceso de alteración intencional de un lugar para establecer un ecosistema autóctono e histórico concreto. La meta del proceso es emular la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema en cuestión (*Society for Ecological Restoration 1991*) [www.ser.org](http://www.ser.org)

The process of assisting the recovery and management of ecological integrity (*Society for Ecological Restoration 2001*)

**Integridad ecológica** incluye unos rangos críticos de variabilidad en:

- Biodiversidad
- Procesos ecológicos y estructuras
- Contexto histórico y regional
- *Prácticas culturales sostenibles*



## • Ecosistema restaurado

Cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos para continuar su desarrollo sin asistencia o subsidio

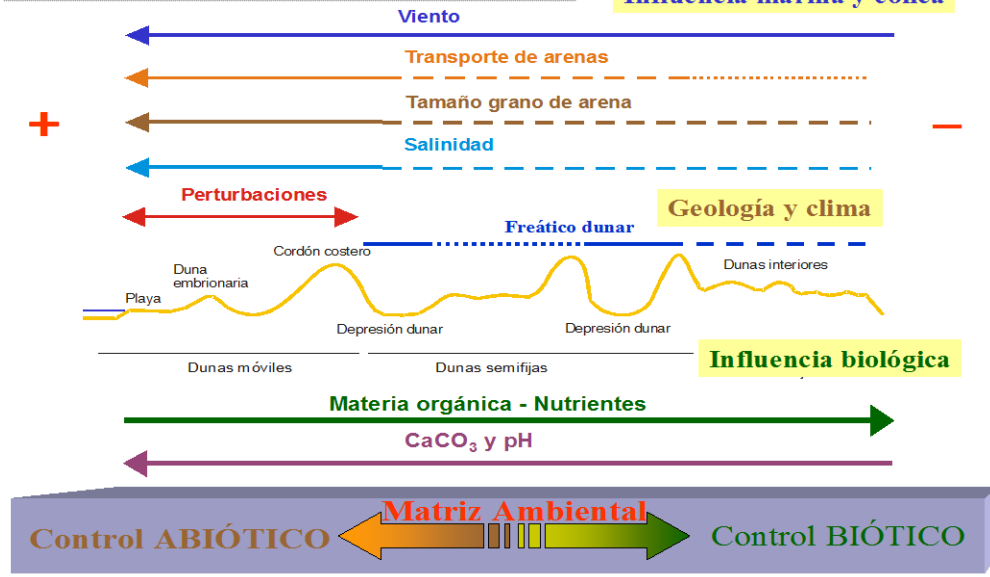
Cuando es autosostenible estructural y funcionalmente

Cuando demuestra resiliencia para rangos normales de estrés y perturbación

Cuando interacciona con otros ecosistemas en términos de flujos bióticos y abióticos y permite interacciones culturales

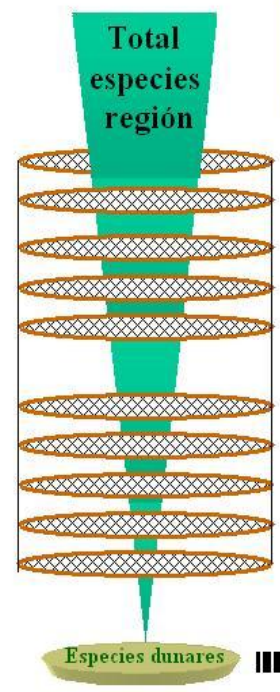
# Objetivo de la restauración

## Matriz ambiental: gradientes abióticos



## Factores limitantes para las especies en ambientes de playas y dunas

FILTROS AMBIENTALES



- Pobreza en nutrientes
- Vientos desecantes
- Spray salino
- Inundaciones marinas esporádicas
- Suelos salinos
- Movimiento arenas:
  - Abrasión
  - Enterramiento
  - Erosión
- Dinámica sedimentaria anual



	Playa	Duna frontal	Hondonada	Duna móvil	Hondonada	Duna estabilizada
<b>Factores ambientales</b>						
Salinidad	■	■	■	■	■	■
Movimiento de arena	■	■	■	■	■	■
Sequia	■	■	■	■	■	■
Inundación con agua dulce	■	■	■	■	■	■
Inundación con agua de olas	■	■	■	■	■	■
Nutrientes	■	■	■	■	■	■
Temperaturas altas	■	■	■	■	■	■
<b>Adaptaciones</b>						
Salinidad	■	■	■	■	■	■
Enterramiento	■	■	■	■	■	■
Falta de agua	■	■	■	■	■	■
Exceso de agua	■	■	■	■	■	■
Pocos nutrientes	■	■	■	■	■	■
Mucho calor	■	■	■	■	■	■
<b>Atributos bióticos</b>						
Número de especies	■	■	■	■	■	■
Número de interacciones	■	■	■	■	■	■



# Diagnóstico

*Arquetipo: Imágenes o esquemas congénitos con valor simbólico que forma parte del inconsciente colectivo*

¿nivel de degradación?

Física

Biológica

Procesos

Total

Parcial



Comparación

Antecedentes

Sistema referencia

Concepto teórico

*Arquetipo*



Actualidad

# Duna de bypass de Bolonia - Tarifa



RESTAURACION  
ECOLÓGICA

Punta Camarinal - Tarifa

Image © 2009 DigitalGlobe



1956

Image © 2009 DigitalGlobe

© 2007 Google™





- Dunas estabilizadas hasta el siglo XVII
- Movilización por pastoreo, leña, madera y agricultura (+ *Pequeña edad del hielo*)
- Plantaciones de pinos desde 1735 que detienen el avance de las dunas

# Diagnóstico

¿nivel de degradación?

Física

Biológica

Procesos

Total

Parcial



Comparación

Antecedentes

Sistema referencia

Concepto teórico

Arquetipo

*Reversibilidad de la alteración*

¿Hay que restaurar?

Sí, si se quieren recuperar ...

Valores intrínsecos  
Servicios de regulación  
Servicios de abastecimiento  
Servicios culturales

¿qué tipo de restauración hay/se puede que hacer?



# ¿qué tipo de restauración hay que */se puede hacer*?

## Restauración ecológica

Especies

Funciones

Procesos

*Ecosistema dunar completo*

Todos los servicios

Se eliminan todos los factores de tensión

Se automantiene

Sólo en costas naturales con baja presión humana

## Rehabilitación

Algunas especies

Algunas funciones

Algunos procesos

*Una parte del ecosistema dunar*

Algunos servicios

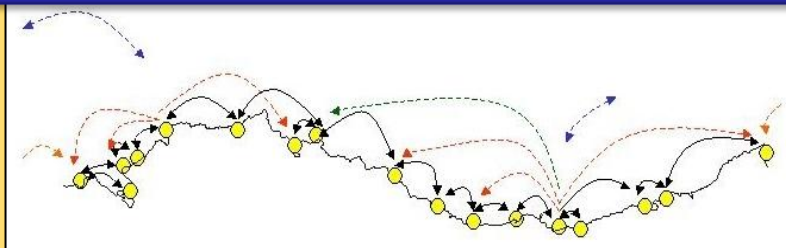
Se eliminan/reducen algunos de los factores de tensión

Necesita mantenimiento

En costas con media/alta presión humana

- Preguntas importantes:
  - ¿Qué sitios necesitan restaurarse?
  - ¿Cuáles sitios pueden restaurarse?

## Planificación a nivel de paisaje dunar costero regional

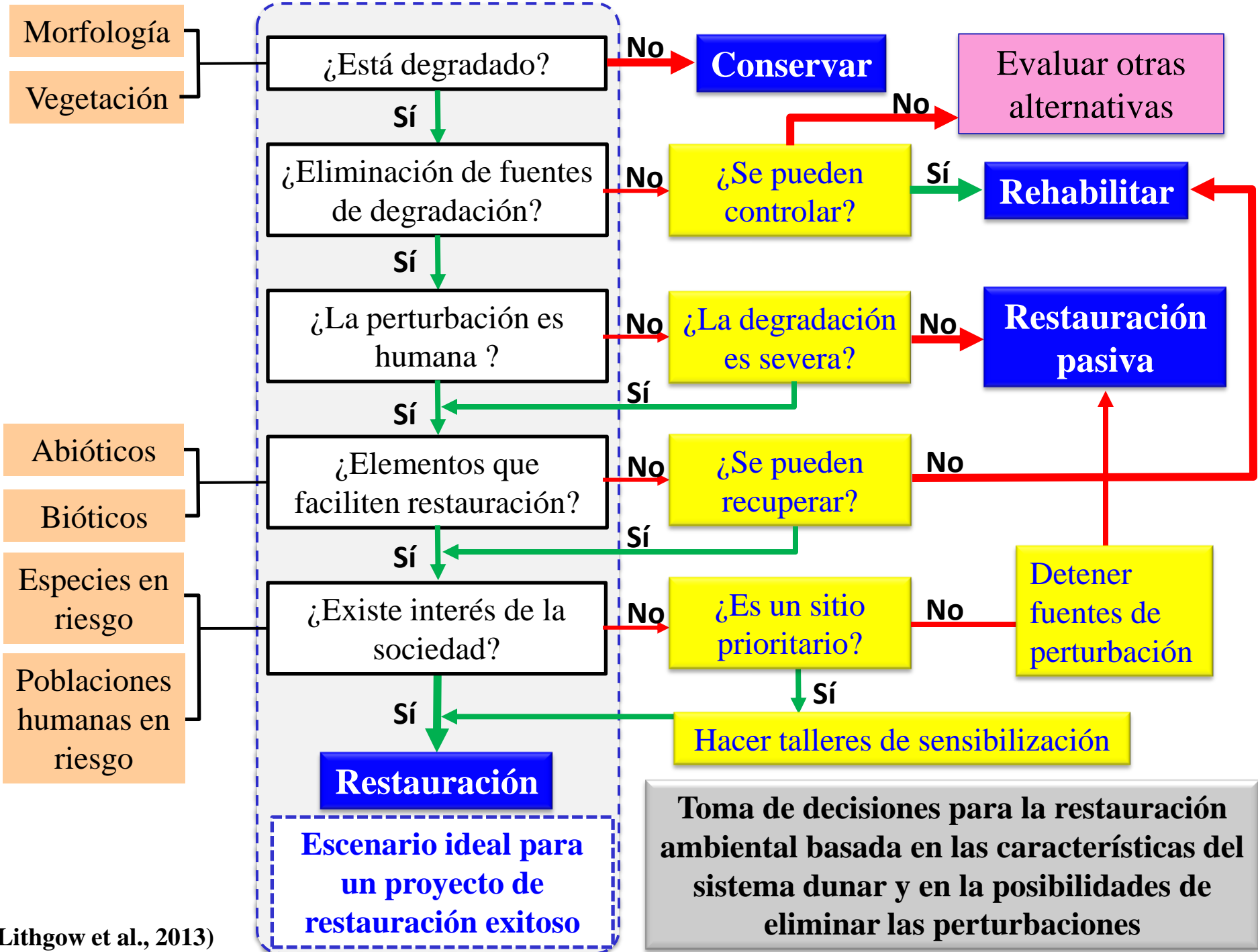


(Lithgow et al. 2014)

Panel de expertos -20 expertos; análisis multicriterio







(Lithgow et al., 2013)

# •ABIÓTICO - Morfología

- Alteración: pisoteo

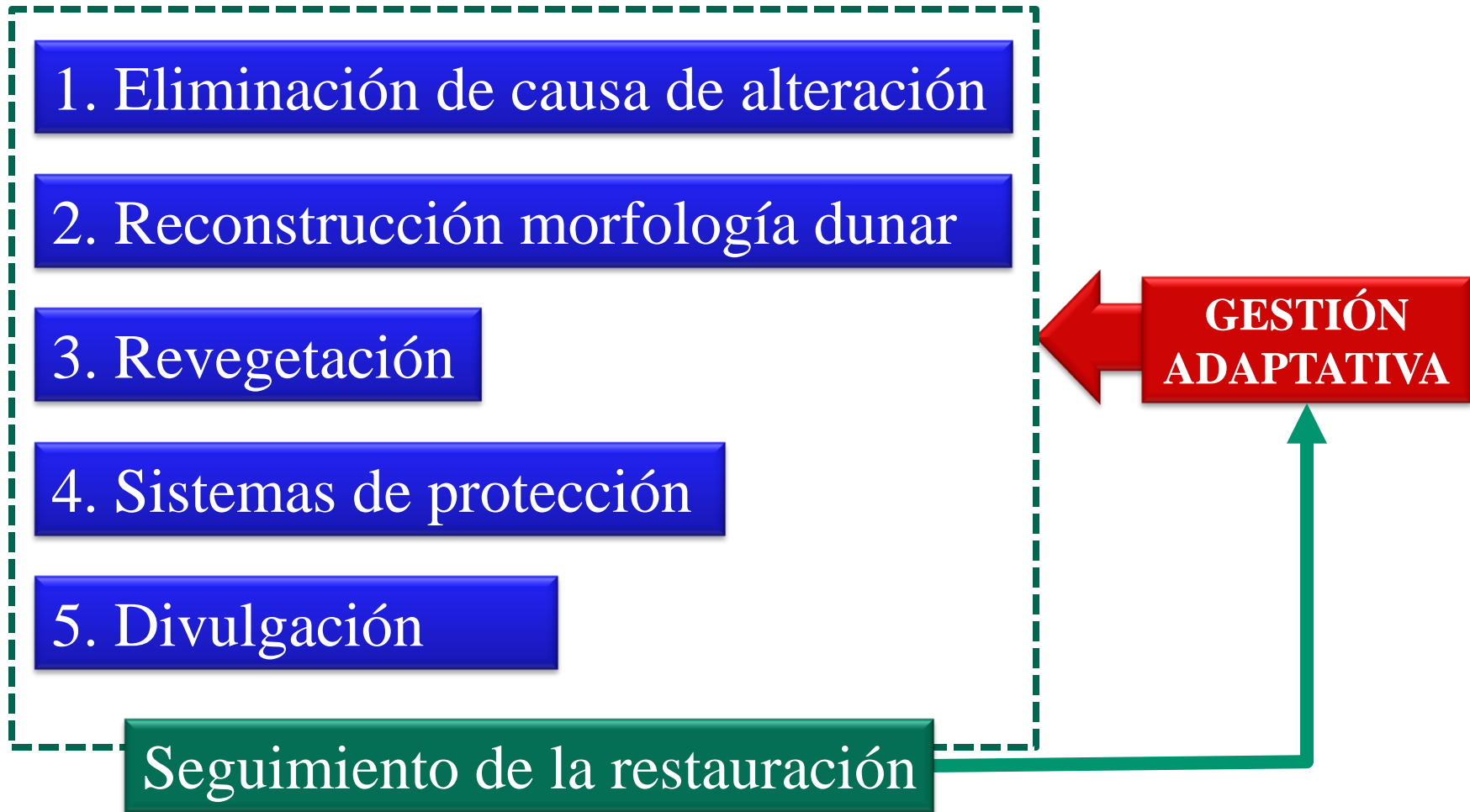
Restauración  
pasiva

Hierbabuena, Barbate





# Restauración de la duna costera



# La morfología de las dunas depende principalmente de:

- La velocidad y dirección del viento
- Las tasas de transporte de arena
- Las características fisiográficas del sitio

**• La densidad de las plantas, su forma de crecimiento, altura, cobertura y distribución**

## 2. Reconstrucción morfología dunar





## Técnicas de ingeniería convencional

- Acumulación de arenas con maquinaria
- Geotubos
- ...

## Técnicas *ecológicas*

- Captadores pasivos de arena

# Construcción de duna costera por medios mecánicos



Sectores de costa con problemas de erosión y perturbaciones

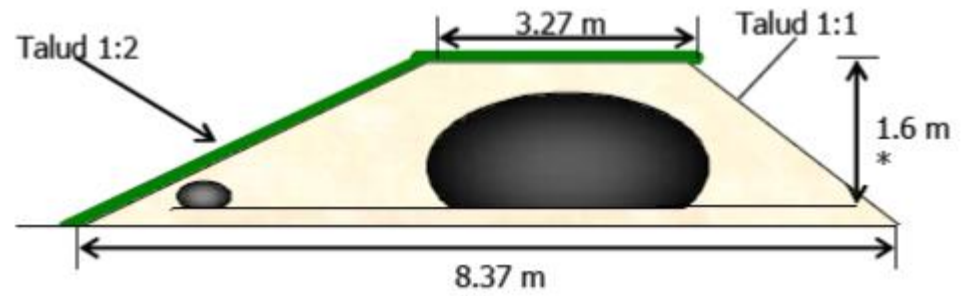
Protección de zonas de interés económico o cultural

**Ventajas:** Rapidez

**Desventajas:** Muy caro  
Impacto en zonas fuente de arena  
Impacto de maquinaria



# Construcción de la duna mediante Geotubos



Las Coloradas, Yucatán

Recuperación de duna natural reforzada con Tubo geotextil

*Ej. Protección frente a huracanes*



Duna construida con maquinaria  
Arena eólica procedente de zonas cercanas



Estabilización arenas



Dunas del Saler, Valencia



**-Material: arenas de la playa**

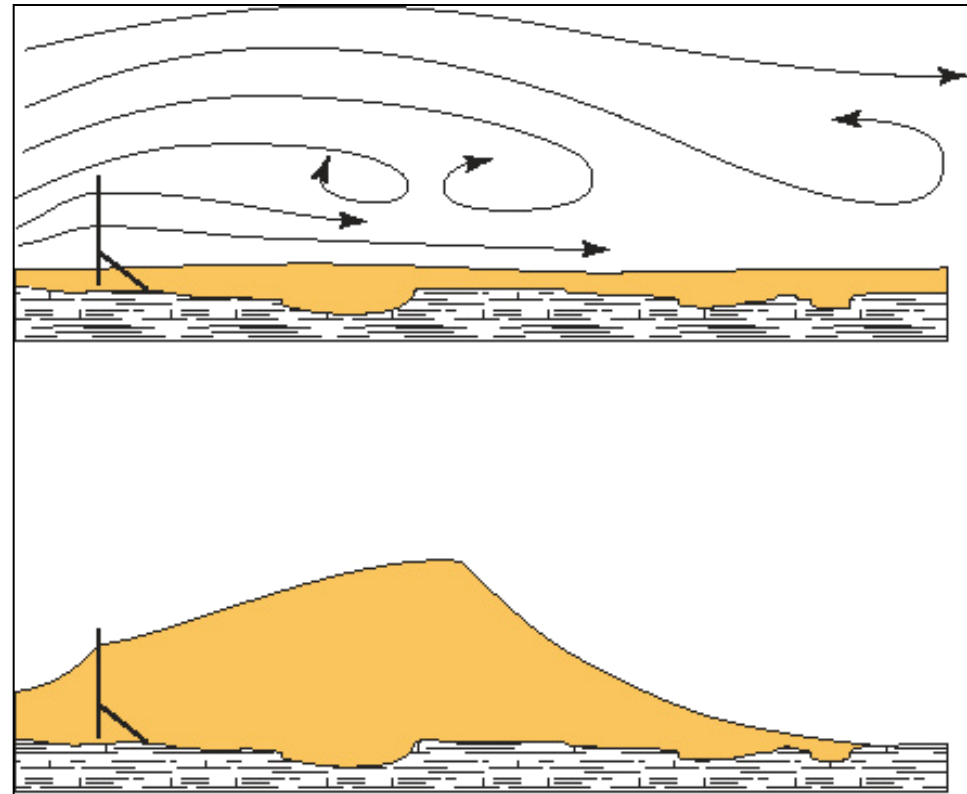
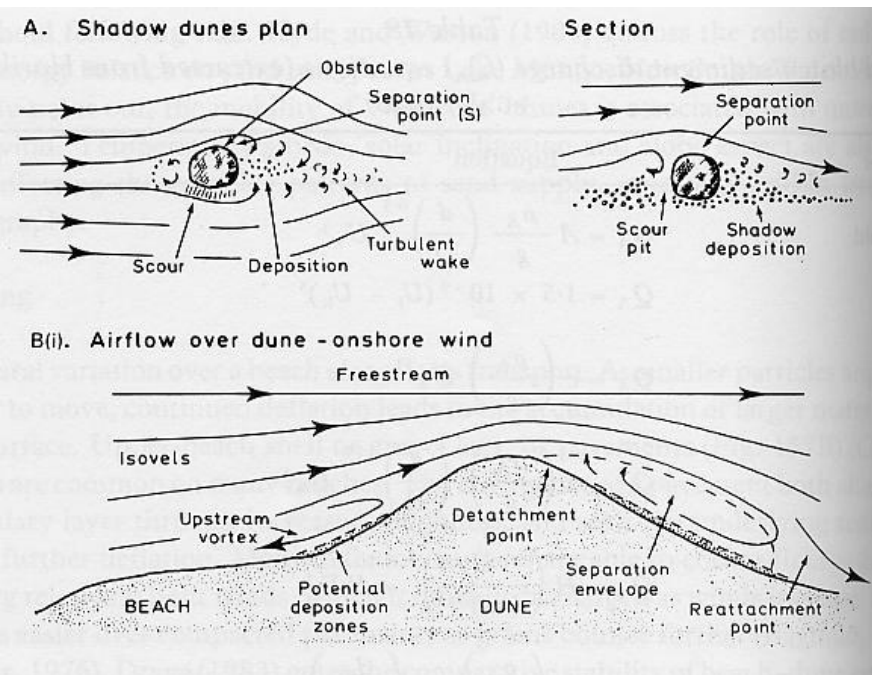
**-Energía: la del viento**

**Requerimientos básicos**

- **Espacio** suficiente
- Disponibilidad de **arenas**
- Fuerza y dirección del **Viento**

# Captadores pasivos de arenas (*sand-trapping fences*)

Vallas utilizadas para controlar el transporte de arenas en la zona costera



Reducen la velocidad del viento. Atrapan arena y crean dunas.



**Se utilizan desde al menos el siglo XV**



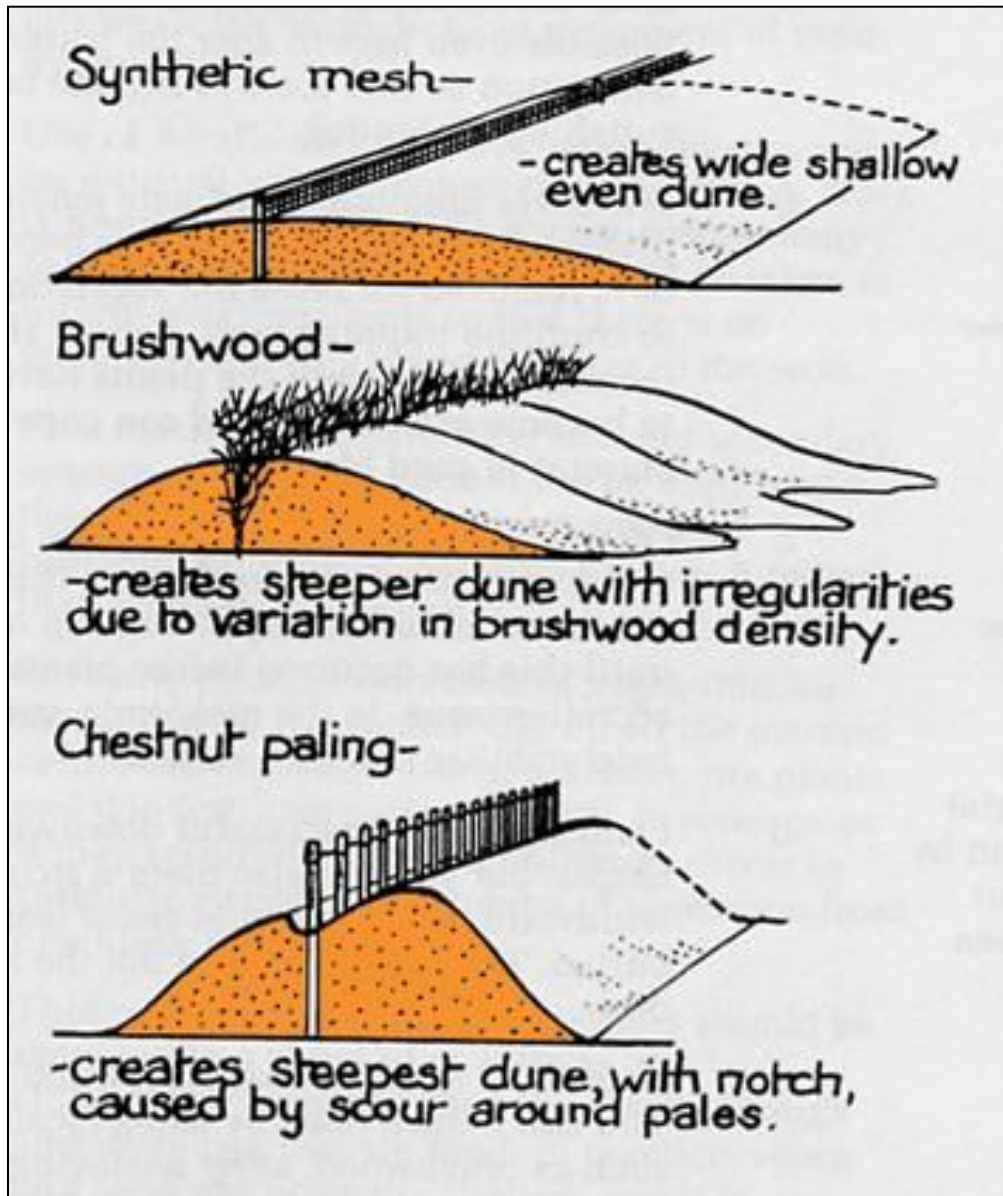
**Se utilizan desde al menos el siglo XV**

Su objetivo era/es impedir el paso de arenas hacia el interior





# Tipos de captadores de arenas



**-Sintético**

**-Ramas leñosas**

**-Tallos herbáceos**

**-Tablestacas**

**-Tablestacas alambre**

**-Varas de mimbre**

**-Varas tejidas con alambre**

**-...**









Liencres (Cantabria)



*Mimbre*

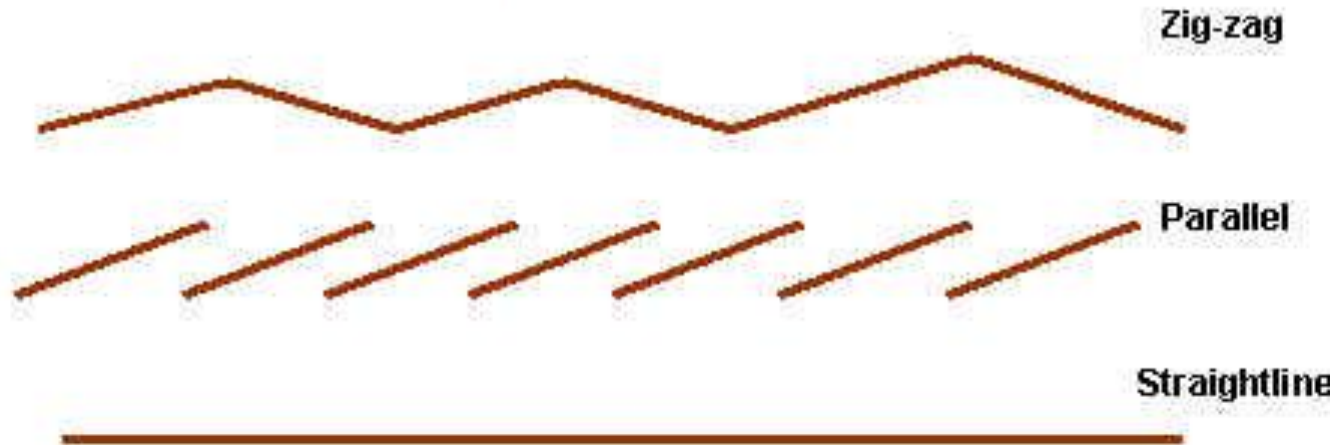
Laida (País Vasco)

# Instalación de captadores pasivos de arenas

## Requerimientos básicos

- Fuerza y dirección del **Viento**
- Disponibilidad de **arenas**
- **Espacio** suficiente

### Sand Fencing Configurations



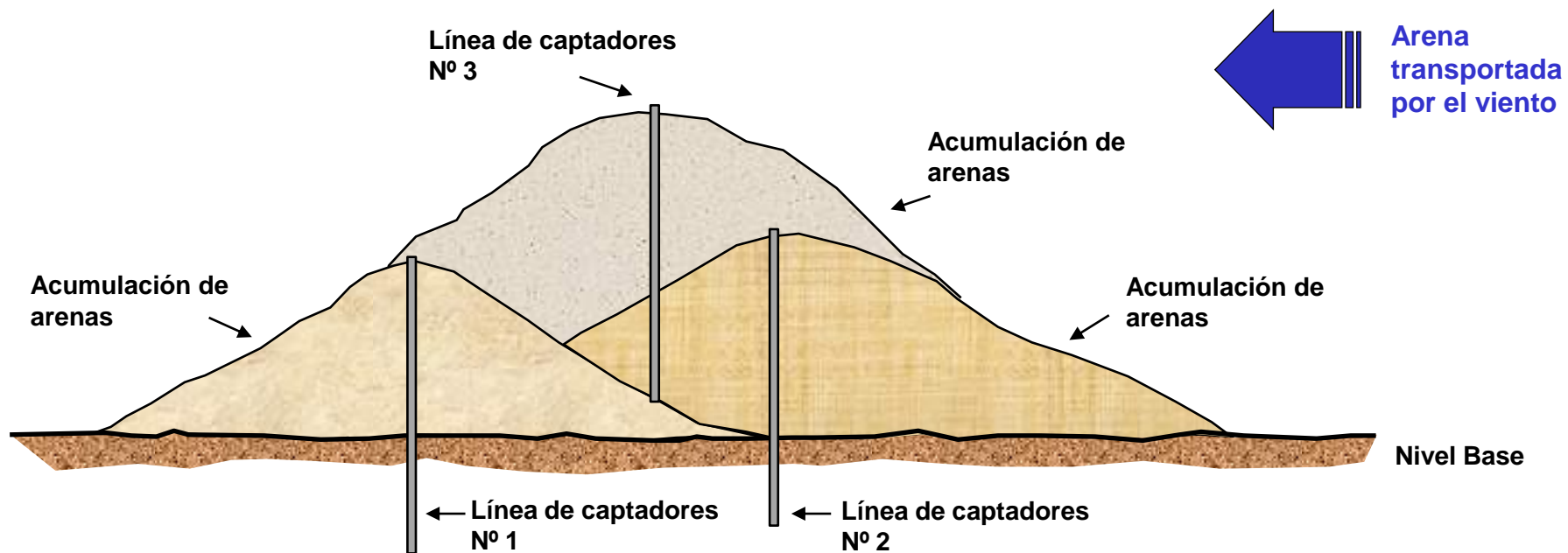
La **configuración espacial** depende de:

- La dirección predominante del viento
- Morfología que se quiere obtener



*No sirve cualquier localización, ni cualquier material...*





*Secuencia de la instalación progresiva de captadores de arena*



# Instalación de captadores pasivos de arenas

- Se colocan en playa alta a partir del límite de las pleamares mas altas.
- Perpendiculares a la dirección del viento.
- Filas separadas unas 8 veces la altura del captador (7-8 m)
- El número de filas depende de la disponibilidad de arenas y de la velocidad del viento



# Revegetación

## Objetivos:

- Consolidar duna construida
- Aumentar la dimensión de la duna (*altura y anchura*)
- Recuperar la vegetación dunar (*composición y abundancia*)





# Revegetación: Selección de especies

## Objetivos:

- Consolidar duna construida
- Aumentar la dimensión de la duna



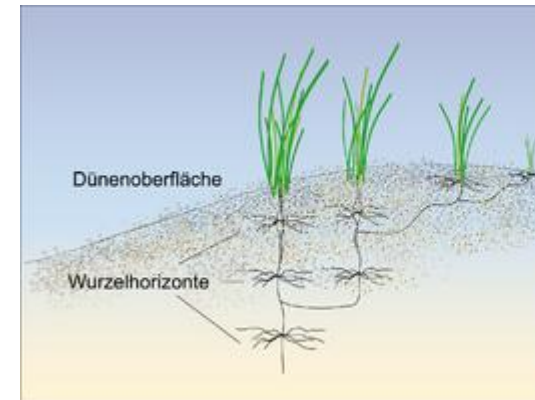
*Ammophila arenaria*



*Elymus farctus*

## ¿Cuáles son las especies más adecuadas?

Constructoras de dunas (*dune builders*)  
Especies estructurales



**Su crecimiento se estimula con el enterramiento**  
Crean una red subterránea de raíces  
*Tolerantes a la salinidad*



# Revegetación: Selección de especies

## Objetivos:

- Consolidar duna construida
- Aumentar la dimensión de la duna (*altura y anchura*)
- *Recuperar la vegetación dunar (composición y abundancia)*

## Dos situaciones:

-Restauración de un sector de duna costera →

Posibilidad de colonización



Revegetación  
Especies estructurales

-Restauración de sistema dunar aislado →

¿Es posible la colonización?



“Todas” las Especies ¿...?



# Recolección de semillas de *Ammophila arenaria*

Procedentes de mismo sistema  
dunar o cercano  
para evitar mezclas de ecotipos









## Recolección de plantas: 1-2 años



# Plantación en las dunas

Cuando se alcance la altura de duna deseada  
En otoño tras las primeras lluvias



0,5 € individuo plantado





Septiembre 2005



Diciembre 2005



Mayo 2007

*Devesa del Saler*  
*Valencia*

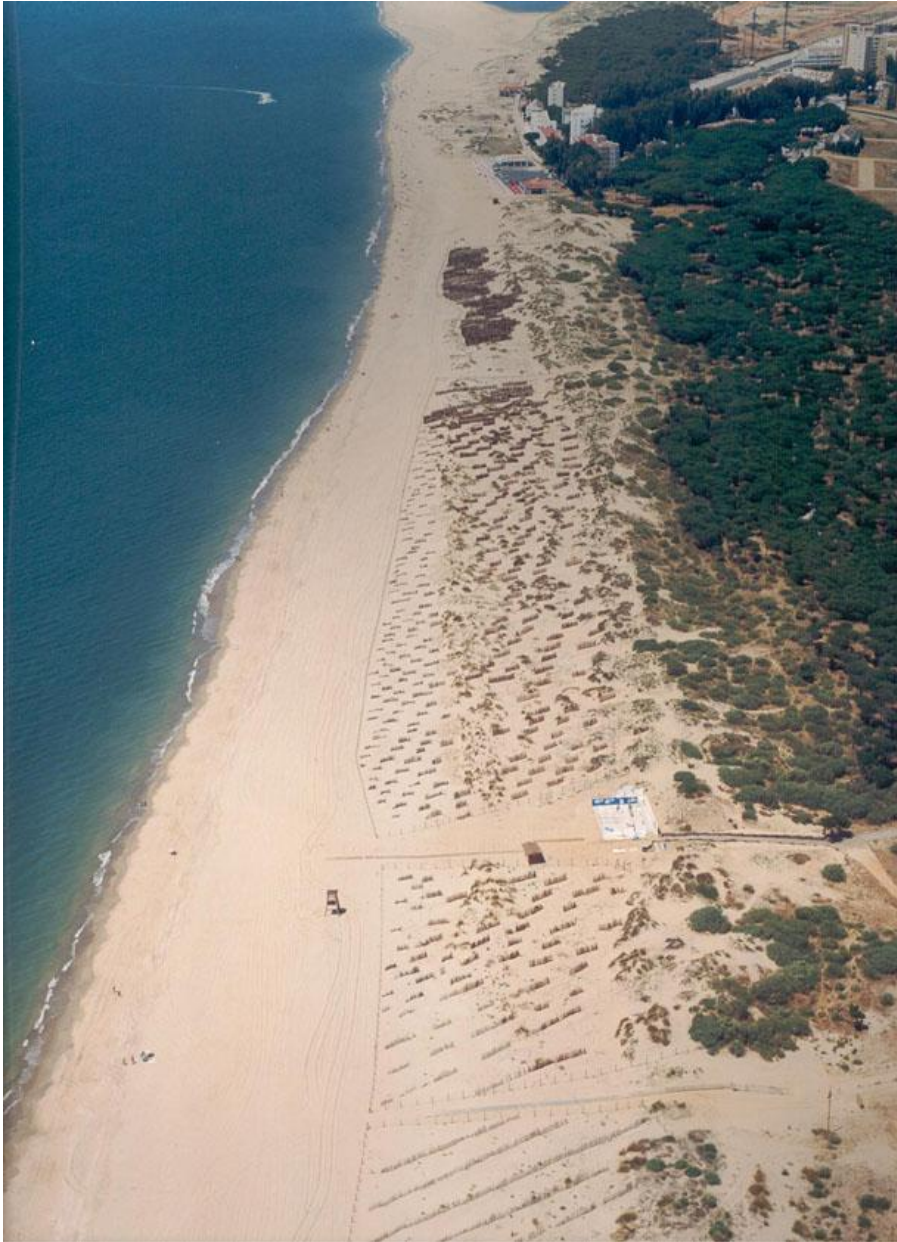
*!!Se plantaron todas  
las especies presentes  
en la zona!!*

2 años después





# Isla Cristina (Huelva) 1999





# Isla Cristina (Huelva) 2009





# Restauración de brechas en el cordón

*Flecha de El Rompido*



**Enero 2008**



**Enero 2010**

## Oakura Beach – Nueva Zelanda



*Pennisetum clandestinum*  
Exótica



*Spinifex sericeus*  
Nativa

Copyright P. Hesp



# Playas/dunas urbanas

Rehabilitación con valor añadido



Conservación de flora y fauna

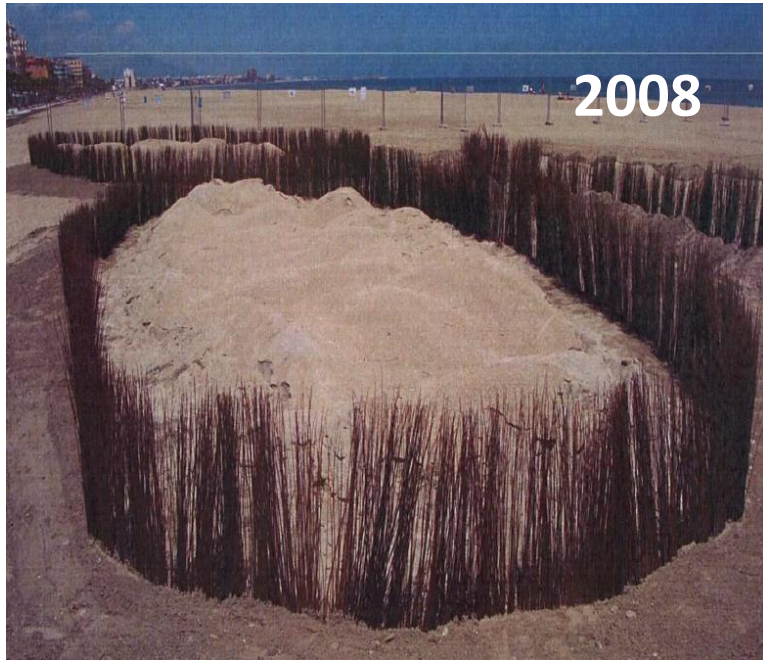


**Bradley Beach, New Jersey**



# Playas/dunas urbanas

## Playa de Peñíscola



**Rehabilitación:**  
Servicio de  
protección  
frente a  
tormentas





# Rehabilitación ¿?



Setubal - Portugal



## Rehabilitación ¿?



**Dunas de Gavà, área metropolitana de Barcelona**



# Sistemas de protección

## Ventajas

## Inconvenientes



20 €/ml  
No cimentación  
Difícilmente franqueables  
Muy efectiva

Rotura malla metálica  
Rotura madera, astillas  
Difícil extraer si enterramiento  
Alto impacto paisajístico



No cimentación  
Bajo impacto paisajístico  
Fácil de extraer si entierra

40 €/ml  
Fácilmente franqueable  
Rotura madera, astillas  
Vulnerable vándalos



10 €/ml  
No cimentación  
Escaso impacto paisajístico

Fácilmente franqueable  
Rotura madera, astillas  
Vulnerable vándalos

# Accesos a la playa



Pasarelas

estacionamientos

Carretera acceso

Image © 2010 DigitalGlobe

© 2010 Tele Atlas

©2009 Google

432 m



# Accesos a la playa





# Divulgación de valores naturales de las dunas

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

PARAJE NATURAL

PARAJE NATURAL MARISMAS DEL ODIEL

## RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA PLAYA DEL ESPÍDON

### VEGETACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DUNARES

El interés de los sistemas dunares no radica sólo en sus valores paisajísticos y recreativos, sino también en sus características naturales, entre las que destacan la diversidad de su fauna y flora, así como su singular ecosistema dunar.

Frente a condiciones tan sustancialmente adversas, como el viento (su fuerza, dirección e intensidad) como del clima (fuerzas de insolación), la vegetación de marisma muy típica está muy especializada y fuertemente adaptada a estas condiciones.

Su conservación es imprescindible para el mantenimiento del ecosistema dunar, que está seriamente amenazado, en especial por la influencia humana.

Por su proximidad a la línea de costa, en el ecosistema dunar se distinguen tres medios ecológicos:

- Las playas, las dunas embrionarias y las dunas estabilizadas.

La vegetación de las playas es dispersa y muy pobre en especies. Está dominada por la oruga marina, la bacteria púrpura y el polígono marino.

Las dunas embrionarias, en algunas zonas, están pobladas de forma esporádica por la gramínea rupestris para mar, presentes sólo en algunos tajos de vegetación de playa.

Las dunas secundarias, poseen otro tipo de vegetación, entre la que destacan una especie particular, el jarro de mar, responsable de la fijación de la arena. Gran especie amenazada por el efecto directo de erosiones y el uso de maquinaria.

Más hacia el interior, aparece otro tipo de vegetación de formación que, vista en función del tipo de vegetación en contacto con la arena.



# Divulgación de las actuaciones

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE COSTAS

DEMARCACIÓN DE COSTAS ANDALUCÍA ATLÁNTICO

## RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA PLAYA DEL PALMAR. VEJER DE LA FRONTERA. CÁDIZ

### OBJETIVO: REVERTIR EL PROCESO DE DEGRADACIÓN DEL SISTEMA DUNAR

CAUSAS DE LA DEGRADACIÓN:

- EROSIÓN MARINA
- URBANIZACIÓN DE LAS DUNAS
- DEGRADACIÓN DE LA VEGETACIÓN POR PISOTEO
- EXTRACCIONES DE ARENA, ETC.



TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN

- PROTECCIÓN DE LA VEGETACIÓN
- CERRAMIENTOS
- PASARELAS
- CÁRTELES INFORMATIVOS
- REGENERACIÓN DE LA VEGETACIÓN
- INSTALACIÓN DE CAPTADORES
- PLANTACIÓN DE ESPECIES DUNARES



# Educación ambiental



# Cursos de formación



# Seguimiento de la restauración





# Seguimiento Biológico

Colonización de:  
**42 especies**  
(34 generos, 18 familias)

18 sps exclusivas dunas

12 sps dunas y otros

12 sps otros

Sps Exclusivas dunas:  
**62,1%** del total de  
especies de la región

**3 sps amenazadas**

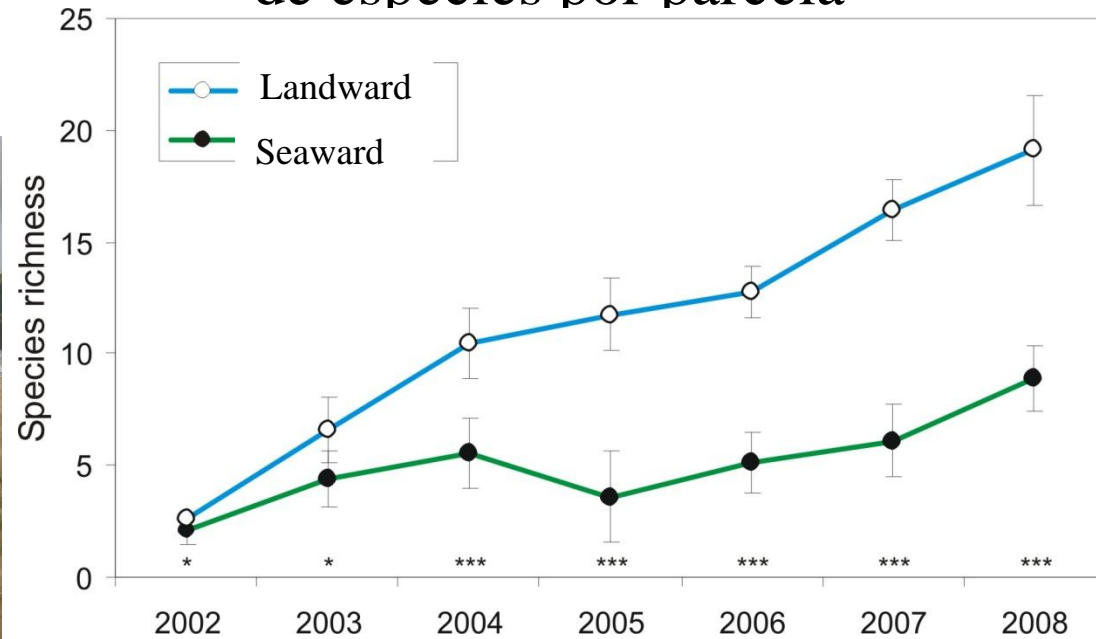
**2 sps raras**

	Hab.	Seaward slope							Landward slope							
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
<i>Cakile maritima</i> subsp. <i>integrifolia</i>	ed	12	12	11	5	5	7	2	12	12	11	11	10	9	2	
<i>Polygonum maritimum</i>	ed	12	7	4	5	9	8	8	12	11	12	12	12	12	9	
<b>*<i>Salsola kali</i></b>	ed	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	.	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	
<i>Elymus farctus</i> subsp. <i>boreatlanticus</i>	ed	.	12P	12	12	12	12	9	1	6	9	9	11	11	9	
<i>Leontodon taraxacoides</i> subsp. <i>hispidus</i>	d	.	3	6	2	5	6	7	2	7	12	12	11	12	9	
<i>Carex arenaria</i>	ed	.	.	.	.	.	.	.	1	.	4	3	7	8	8	
<i>Ammophila arenaria</i> subsp. <i>australis</i>	ed	.	12P	12	12	12	12	9	.	12P	12	12	12	12	9	
<i>Calystegia soldanella</i>	ed	.	1	.	.	3	3	5	.	4	8	4	8	9	8	
<i>Elymus pycnatus</i>	l	.	1	1	1	1	.	.	.	3	3	3	4	4	4	
<i>Eryngium maritimum</i>	ed	.	2	1	.	4	7	6	.	6	11	4	8	8	8	
<b>*<i>Herniaria ciliolata</i> subsp. <i>robusta</i></b>	ed	.	<b>1</b>	<b>1</b>	.	.	.	.	.	<b>1</b>	.	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
<i>Medicago littoralis</i>	ed	.	.	5	1	.	.	.	.	2	12	9	7	11	9	
<i>Euphorbia paralias</i>	ed	.	.	.	.	3	4	9	.	2	.	7	7	9	8	
<i>Chenopodium album</i>	o	.	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	
<i>Quercus robur</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	
<i>Rubus ulmifolius</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	
<i>Lagurus ovatus</i>	d	.	.	.	2	2	6	6	.	.	10	12	10	11	9	
<b>*<i>Honckenya peploides</i></b>	ed	.	.	.	.	.	.	.	.	.	<b>6</b>	<b>3</b>	.	<b>4</b>	<b>2</b>	
<i>Cynodon dactylon</i>	o	.	.	6	.	.	.	.	.	.	6	.	.	.	2	
<b>*<i>Cutandia maritima</i></b>	ed	.	.	.	<b>1</b>	.	.	.	.	.	.	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
<i>Beta maritima</i>	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	2	3	
<i>Helichrysum stoechas</i>	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	6	6	
<b>*<i>Linaria supina</i> subsp. <i>maritima</i></b>	ed	.	.	.	.	.	<b>1</b>	.	.	.	.	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	
<i>Oenothera glazioviana</i>	o	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	1	5	5	6	
<i>Pancratium maritimum</i>	ed	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	6	5	
<i>Plantago maritima</i>	l	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	6	3	6	8	
<i>Anagallis minima</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	
<i>Melilotus indica</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	
<i>Minuartia hybrida</i>	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	
<i>Senecio vulgaris</i>	o	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Desmazeria marina</i>	l	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	2	
<i>Euphorbia portlandica</i>	ed	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	4	5	
<i>Ononis reclinata</i>	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	2	
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>iberica</i>	d	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	3	5	5	
<i>Festuca juncifolia</i>	ed	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	2	4	3	
<i>Melilotus alba</i>	o	.	.	.	.	2	2	2	.	.	.	.	2	2	4	
<i>Melilotus officinalis</i>	o	.	.	.	.	2	1	1	.	.	.	.	6	4	3	
<i>Anagallis arvensis</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	.	
<i>Sedum acre</i>	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	
<i>Crithmum maritimum</i>	l	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	
<i>Aetheorhiza bulbosa</i>	ed	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	
<i>Euphorbia polygonifolia</i>	o	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	
<b>Number of species</b>		<b>3</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>17</b>		<b>6</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>32</b>

# Seguimiento Biológico



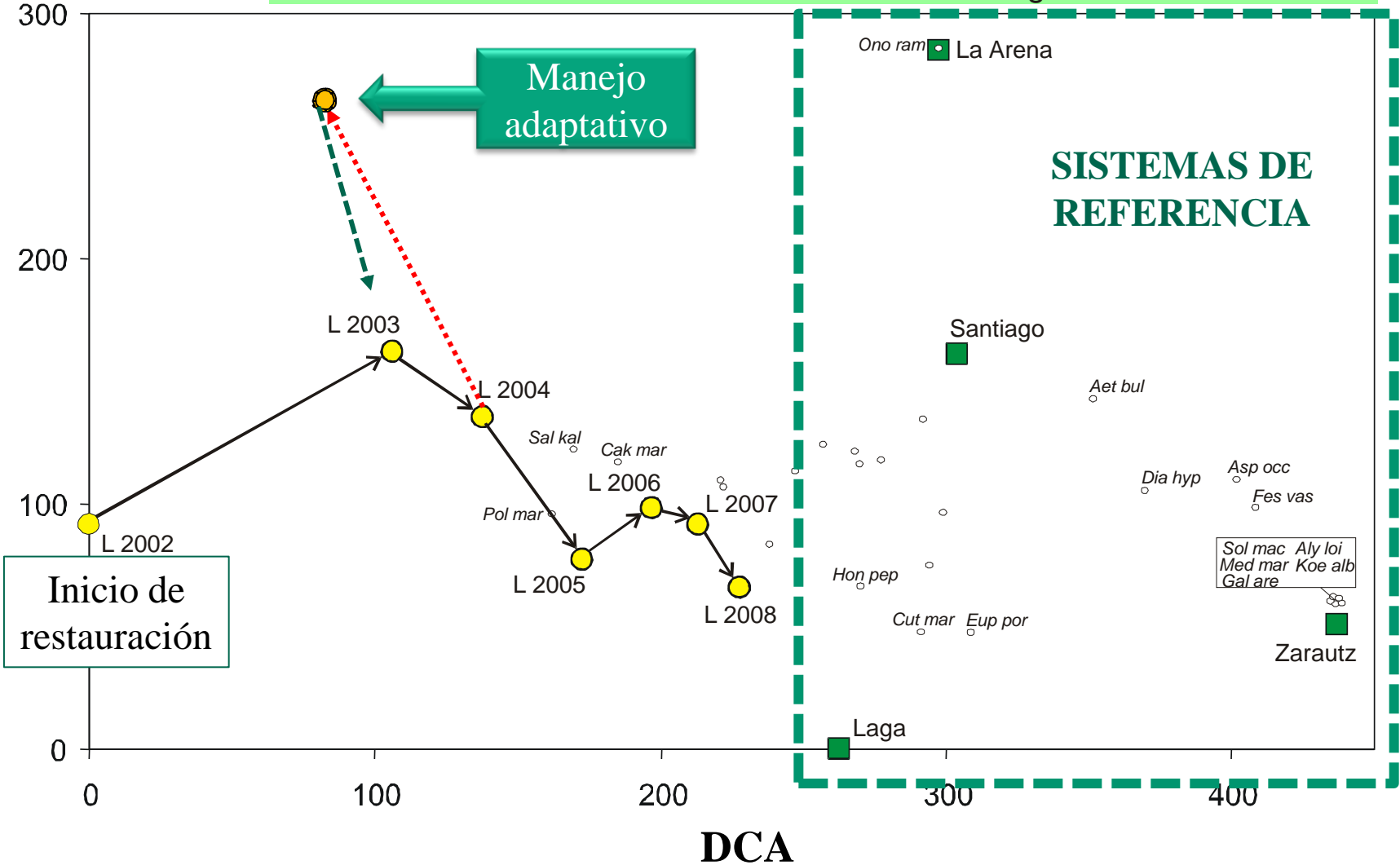
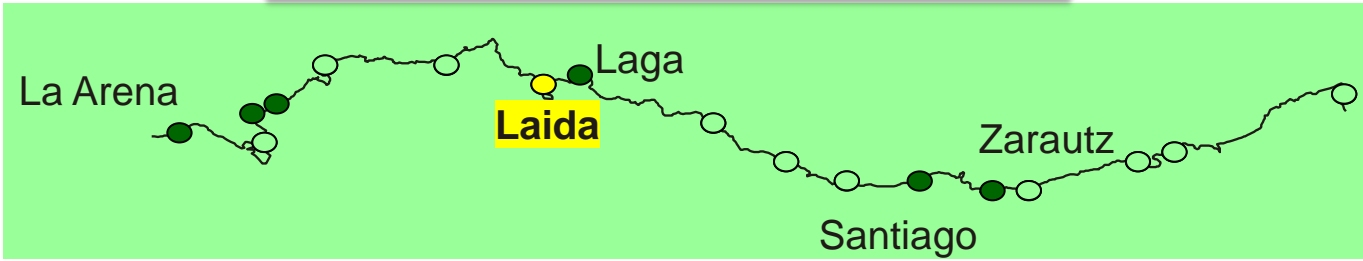
## Evolución del número medio de especies por parcela





# Seguimiento Biológico

# Trayectoria de la restauración



## CONCLUSIONES

- ✓ Los proyectos de restauración se deben planificar considerando el **paisaje dunar costero regional** en su conjunto
- ✓ La restauración de los sistemas dunares comienza con una adecuada **identificación de las alteraciones** que han llevado a su degradación
- ✓ La **Restauración Ecológica** sólo es posible en costas naturales con mínima presión humana
- ✓ En costas con media o alta presión humana no es posible eliminar totalmente los factores de tensión, sólo es posible la **Rehabilitación**
- ✓ Sólo a mediante **seguimiento a largo plazo** de las actuaciones de restauración podemos aprender de los aciertos, y sobre todo de los fallos de la acciones realizadas



# Gracias por su atención



Juan Bautista Gallego Fernández  
Profesor Titular de Ecología  
Universidad de Sevilla  
[galfer@us.es](mailto:galfer@us.es)