



Los sistemas de dunas de las islas Canarias: naturaleza e interacciones humanas

Luis Hernández Calvento
luis.hernandez.calvento@ulpgc.es



Presentación:

1. Definiendo los términos (a modo de introducción)
2. Los sistemas de dunas de Canarias
3. Interacciones humanas
4. Medidas de gestión e investigación aplicada
5. Conclusiones

Presentación:

- 1. Definiendo los términos (a modo de introducción)**
2. Los sistemas de dunas de Canarias
3. Interacciones humanas
4. Medidas de gestión e investigación aplicada
5. Conclusiones

DESARROLLO SOSTENIBLE

Aprovechamientos:

- Económicos: extracciones, tala, pastoreo, **turismo**,...
- Servicios: protección frente a erosión costera, salinización...



Sistemas de dunas

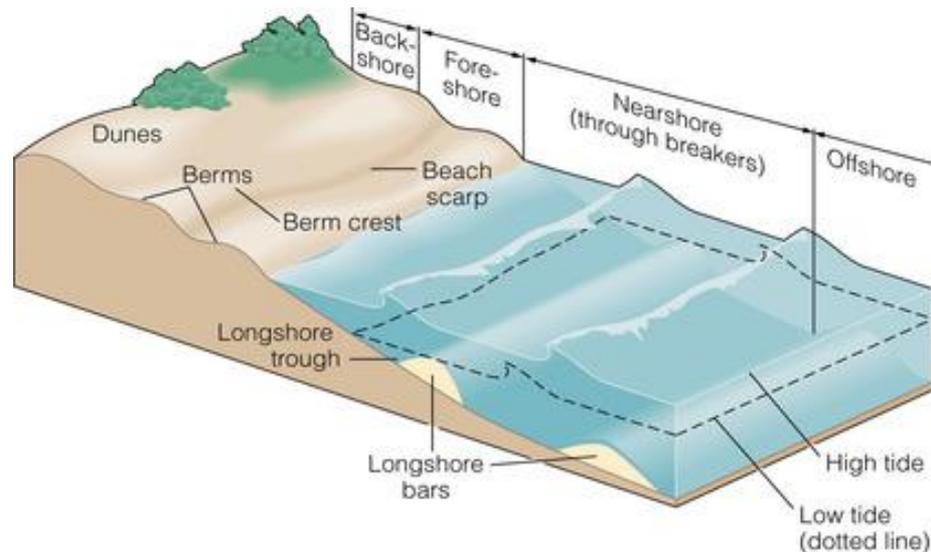
Impactos:

- Deterioro: transformación, debilitamiento,...
- Agotamiento: desaparición

Definiendo los términos (a modo de introducción)

Formación de campos de dunas litorales:

- Sedimentos disponibles (arenas ligeras) en plataforma sumergida
- Playa de acceso (rampa)
- Plataforma emergida (frente deltaico, pie de acantilado, tómbolo, “isla baja”)
- Vegetación escasa (dependiente del régimen de precipitaciones)
- Aportes sedimentarios a las plataformas emergidas (por corrientes costeras, variaciones en el nivel del mar, erosión de barras litorales, desestabilización de la *foredune*, aportes extraordinarios -temporales o tsunamis-,...)
- Vientos efectivos (capaces de mover las arenas)



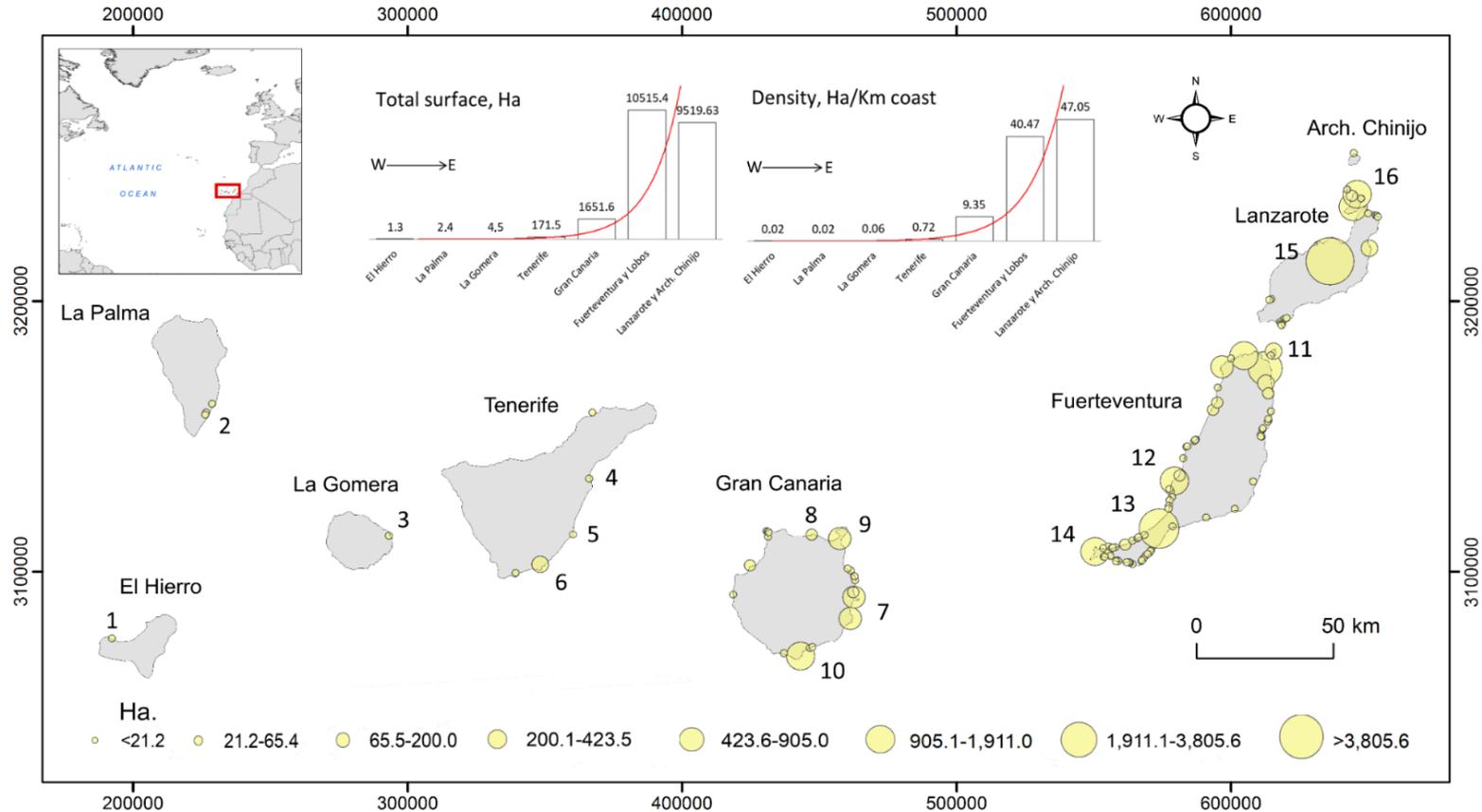
Presentación:

1. Definiendo los términos (a modo de introducción)
- 2. Los sistemas de dunas de Canarias**
3. Interacciones humanas
4. Medidas de gestión e investigación aplicada
5. Conclusiones

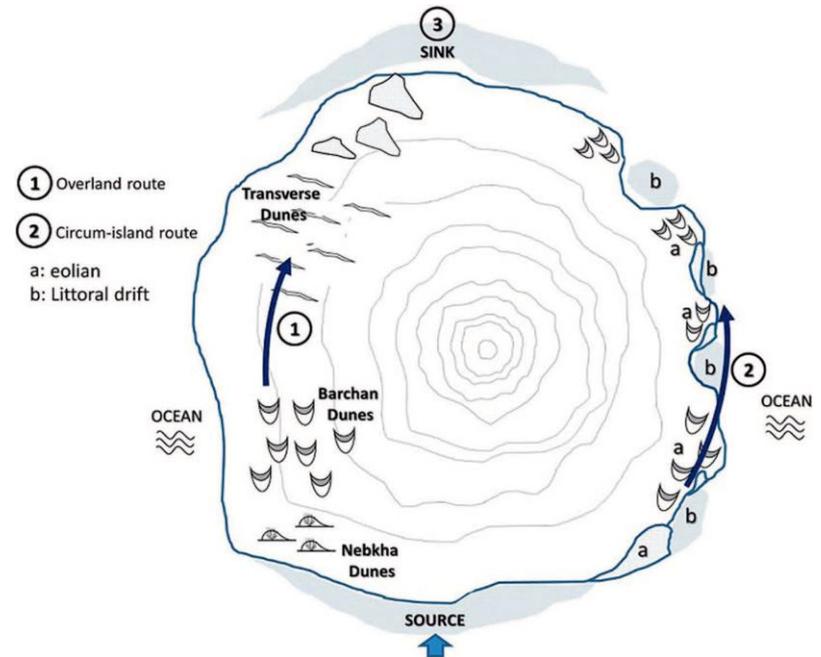
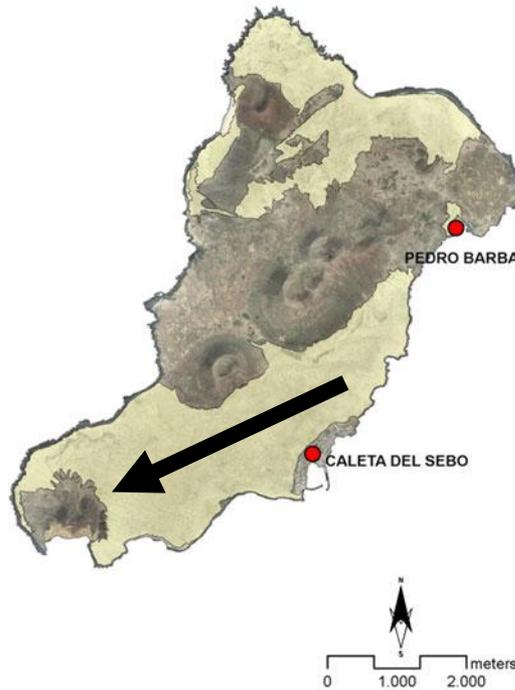
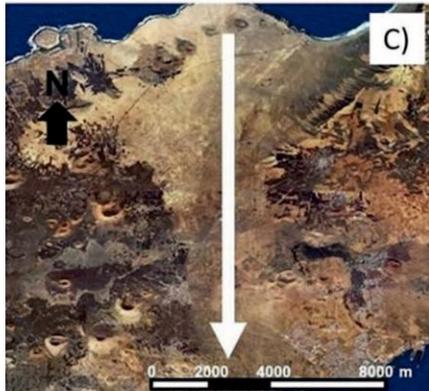
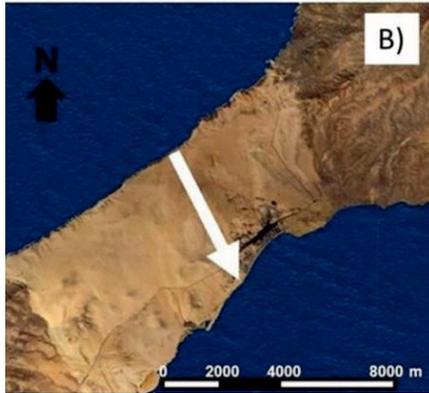
Los sistemas de dunas de Canarias

Islas orientales (mayor antigüedad):

- Amplitud de los fondos antelitorales
- Cantidad de sedimentos (barrancos + acantilados + organismos marinos)
- Trazado rectilíneo de las costas (favorece la deriva litoral)
- Relieves costeros más suaves (playas largas y amplias, de escasa pendiente y abiertas: favorecen la formación de campos de dunas)
- Las variaciones del nivel del mar cuaternarias



Los sistemas de dunas de Canarias



- Grandes sistemas sedimentarios eólicos (>740 ha)
- Cruzan algunas islas de parte a parte
- “Island-encapsulating aeolian sedimentary systems”
- ¿Son hechos normales en islas oceánicas?

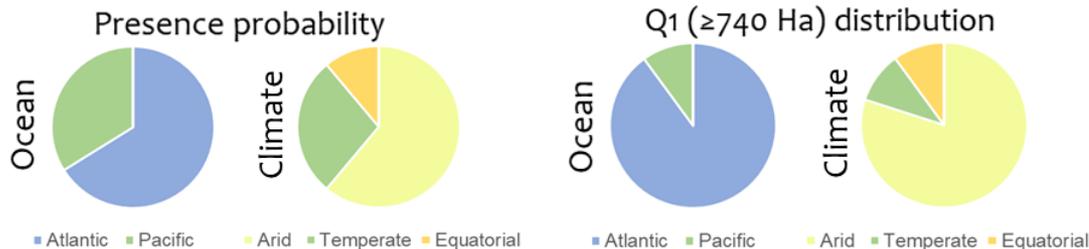
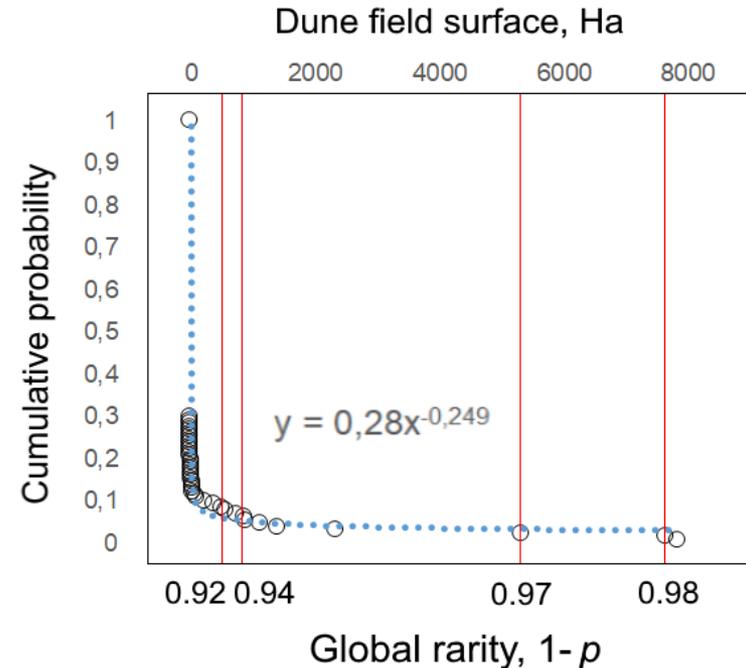
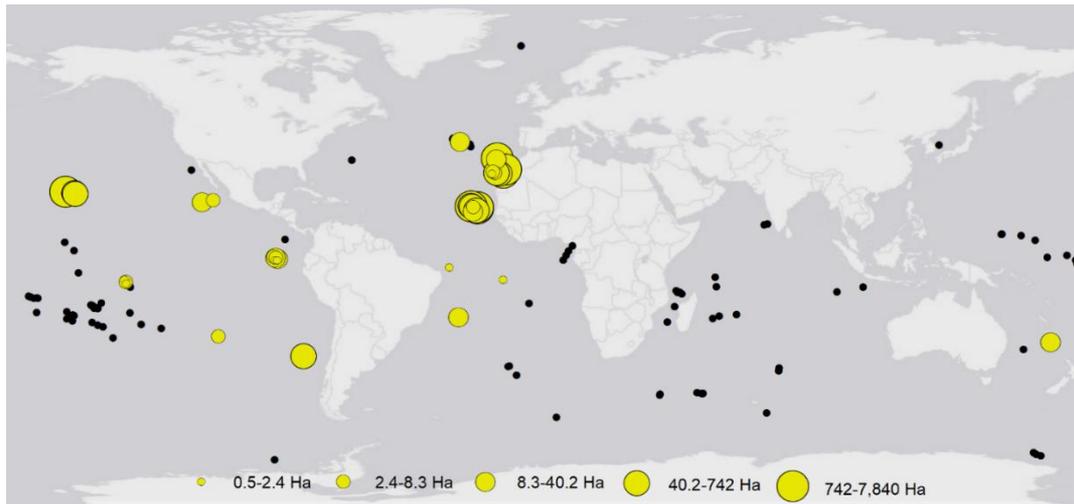
Los sistemas de dunas de Canarias

- 150 islas oceánicas (volcánicas, de punto caliente)

Island name	Archipelago	Island size km2	Dune Presence	Dune Area Ha	Prob Acumulada	Global fitness	Nat Breaks	Quarries	Latitude	Hemisphere	Longitude	Ocean	Plate Tectonic	Climate koppen	Climate Group	Island I
Bola vista	Cape verde	638.62	1	7840.00	0.00662	0.99338	1	1	16.087	Northern	-22.937	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Lanzarote	Canaries	820.62	1	7646.00	0.01325	0.98675	1	1	29.075	Northern	-13.611	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Fuerteventura	Canaries	1659.00	1	5312.00	0.01987	0.98013	1	1	28.167	Northern	-14.257	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Nihoa	Hawaii	195.54	1	2345.00	0.02649	0.97351	2	1	21.816	Northern	-160.195	Pacific	Pacific	Aw	Equatorial	0.0
Portosanto	Madeira	44.10	1	1405.00	0.03311	0.96689	3	1	33.059	Northern	-16.337	Atlantic	African	Csb	Temperate	0.0
Sal	Cape verde	225.83	1	1125.00	0.03974	0.96026	3	1	16.600	Northern	-22.910	Atlantic	African	BWh	And	0.0
La Graciosa	Canaries	29.11	1	896.00	0.04636	0.95364	3	1	29.244	Northern	-13.508	Atlantic	African	BWh	And	0.0
São Vicente	Cape verde	234.24	1	863.00	0.05298	0.94702	3	1	16.853	Northern	-25.029	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Santo Antão	Cape verde	788.91	1	742.00	0.05960	0.94040	3	1	17.004	Northern	-25.101	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Gran Canaria	Canaries	1547.27	1	572.00	0.06623	0.93377	4	1	27.746	Northern	-15.576	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Santa Luzia	Cape verde	37.14	1	515.00	0.07285	0.92715	4	2	16.743	Northern	-24.720	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Nukunavake	Tuamotu	4.10	1	887.00	0.07947	0.92053	4	2	19.280	Southern	-138.790	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Molokai	Hawaii	696.44	1	185.00	0.08609	0.91391	4	2	21.196	Northern	-157.177	Pacific	Pacific	Aw	Equatorial	0.0
Maio	Cape verde	283.06	1	221.00	0.09272	0.90728	4	2	15.276	Northern	-13.219	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Juan de Nova	Scattered	4.40	1	157.00	0.09934	0.90066	5	2	17.056	Southern	42.737	Indian	African	Aw	Equatorial	0.0
Kinmab	Kinmab	477.95	1	102.00	0.10596	0.89404	5	2	1.825	Northern	-157.322	Pacific	Pacific	Aw	Equatorial	0.0
Tenerife	Canaries	2047.86	1	93.50	0.11250	0.88742	5	2	28.037	Northern	-16.545	Atlantic	African	Csb	Temperate	0.0
Lanai	Hawaii	374.40	1	75.40	0.11921	0.88079	5	2	20.917	Northern	-156.924	Pacific	Pacific	Aw	Equatorial	0.0
Paiai	Azores	178.47	1	40.20	0.12583	0.87417	5	3	38.599	Northern	-28.827	Atlantic	African	Csb	Temperate	0.0
Norfolk	Norfolk	39.53	1	31.90	0.13245	0.86755	5	3	29.059	Southern	167.966	Pacific	Indoaustralian	Cfa	Temperate	0.0
Fogo	Cape verde	477.85	1	31.00	0.13907	0.86093	5	3	15.021	Northern	-24.431	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Europa	Scattered	28.00	1	17.40	0.14570	0.85430	5	3	22.357	Southern	40.334	Indian	African	Aw	Equatorial	0.0
Starbuck	Kinmab	16.20	1	15.70	0.15232	0.84768	5	3	5.657	Southern	-155.871	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
San Cristobal	Galapagos	565.55	1	13.50	0.15894	0.84106	5	3	0.823	Southern	-89.540	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Clanon	Revillagigedo	19.80	1	12.70	0.16556	0.83444	5	3	18.349	Northern	-114.726	Pacific	Pacific	BWh	And	0.0
Baltra	Galapagos	27.59	1	12.60	0.17219	0.82781	5	3	0.433	Southern	-90.284	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Mitao	Society	8.80	1	10.50	0.17881	0.82119	5	3	17.647	Southern	-150.625	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Arorae	Gilbert	7.61	1	9.60	0.18543	0.81457	5	4	2.614	Southern	176.791	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Rungata	Gilbert	20.89	1	8.80	0.19205	0.80795	5	4	1.404	Southern	176.492	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
São Nicolau	Cape verde	37.14	1	8.30	0.19868	0.80132	5	4	16.532	Northern	-24.292	Atlantic	African	BWh	And	0.0
Tuzau	Gilbert	7.70	1	7.40	0.20530	0.79470	5	4	7.486	Southern	178.689	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Trindade	Trindade e Martin Vaz	10.86	1	7.30	0.21192	0.78808	5	4	20.517	Southern	-29.820	Atlantic	South American	Af	Equatorial	0.0
Santiago	Galapagos	577.82	1	6.10	0.21854	0.78146	5	4	0.201	Southern	-90.828	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Santa Cruz	Galapagos	925.44	1	5.50	0.22517	0.77483	5	4	0.662	Southern	-90.185	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Kuna	Gilbert	18.86	1	4.40	0.23041	0.76819	5	4	0.215	Northern	173.448	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Pascua	Pascua	169.37	1	4.40	0.23841	0.76159	5	4	27.074	Southern	-109.323	Pacific	Nazca	Cfa	Temperate	0.0
Nuku Niva	Marquesas	360.81	1	4.30	0.24503	0.75497	5	4	8.831	Southern	-140.049	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
La Gomera	Canaries	374.40	1	3.30	0.25166	0.74834	5	5	28.129	Northern	-17.105	Atlantic	African	Csa	Temperate	0.0
La Palma	Canaries	715.32	1	2.70	0.25828	0.74172	5	5	28.528	Northern	-17.793	Atlantic	African	Csb	Temperate	0.0
Islando de Noronha/Fernando de Noronha		17.98	1	2.40	0.26490	0.73510	5	5	3.837	Southern	-13.401	Atlantic	South American	Aw	Equatorial	0.0
Uia Muka	Marquesas	84.89	1	1.70	0.27152	0.72848	5	5	8.929	Southern	-139.609	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
El Pterro	Canaries	268.71	1	1.60	0.27815	0.72185	5	5	27.767	Northern	-18.122	Atlantic	African	Bsk	And	0.0
Ascension	Ascension	100.75	1	1.20	0.28477	0.71523	5	5	7.956	Southern	-14.414	Atlantic	South American	BWh	And	0.0
Floreana	Galapagos	177.75	1	1.00	0.29139	0.70861	5	5	1.228	Southern	-90.425	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Etao	Marquesas	42.95	1	0.90	0.29139	0.70861	5	5	7.963	Southern	-140.648	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Española	Galapagos	63.83	1	0.90	0.30464	0.69936	5	5	1.347	Southern	-89.700	Pacific	Nazca	Cwa	Temperate	0.0
Uia Pou	Marquesas	116.92	1	0.50	0.31126	0.68874	5	5	9.361	Southern	-140.040	Pacific	Pacific	Af	Equatorial	0.0
Mauritia	Comoros	374.03	0	0.00	0.00000	0.00000	6	6	13.880	Southern	25.154	Indian	African	Aw	Equatorial	0.0

- Nombre, ubicación, características climáticas, edad de las islas, presencia de sistemas de dunas (y sus extensiones)

Los sistemas de dunas de Canarias



Global=0.7

Gran Canaria=0.92

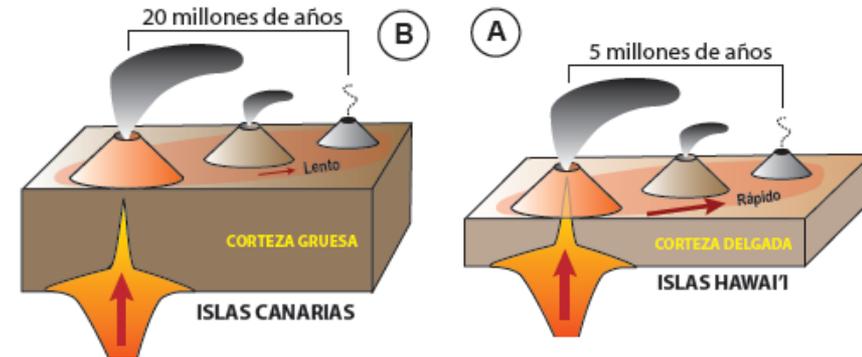
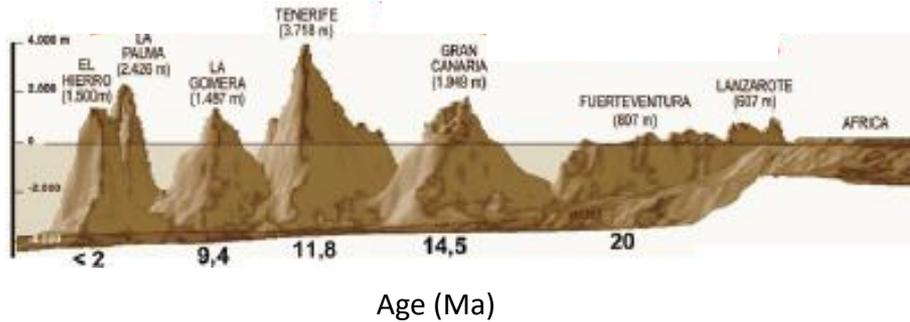
La Graciosa=0.94

Fuerteventura=0.97

Lanzarote=0.98

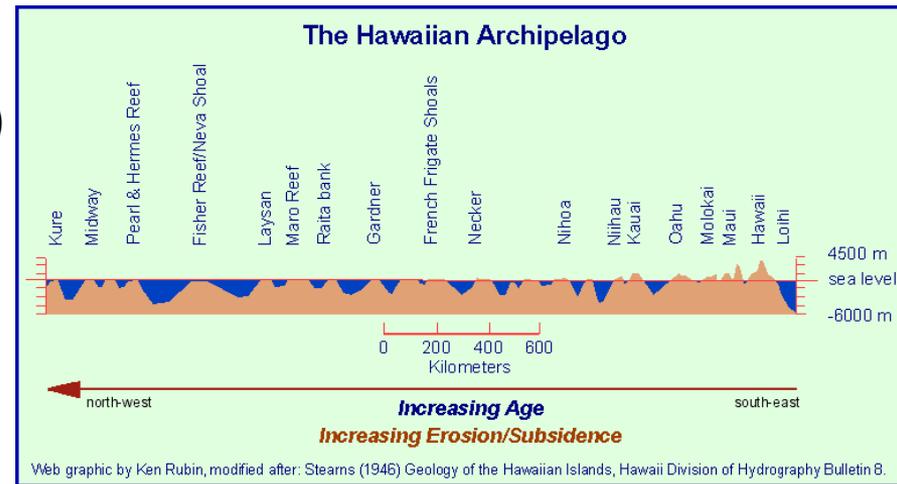
- 30% de probabilidad de encontrar un sistema de dunas en una isla volcánica (principalmente en el Océano Atlántico y con clima árido)
- Los grandes sistemas de dunas (más de 740 Ha) son raros (> 0.9 índice de rareza)
- La mayoría de ellos se encuentran en las islas más antiguas de los archipiélagos de Canarias y Cabo Verde... ¿Por qué?

Los sistemas de dunas de Canarias



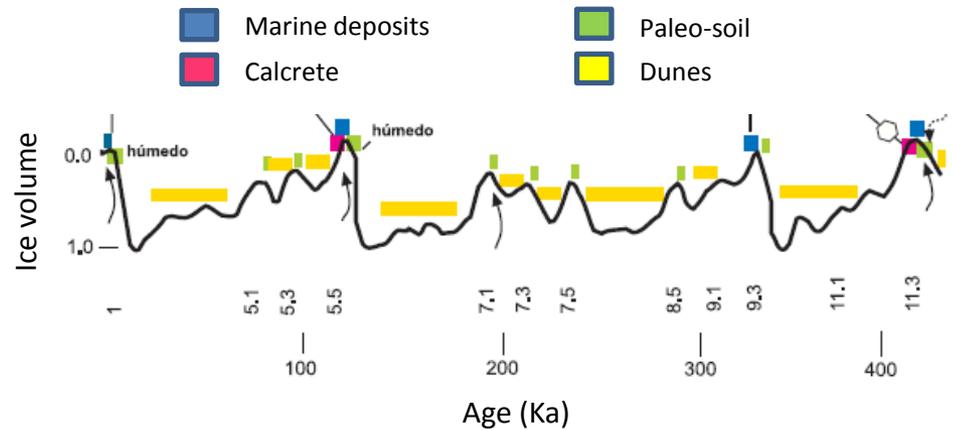
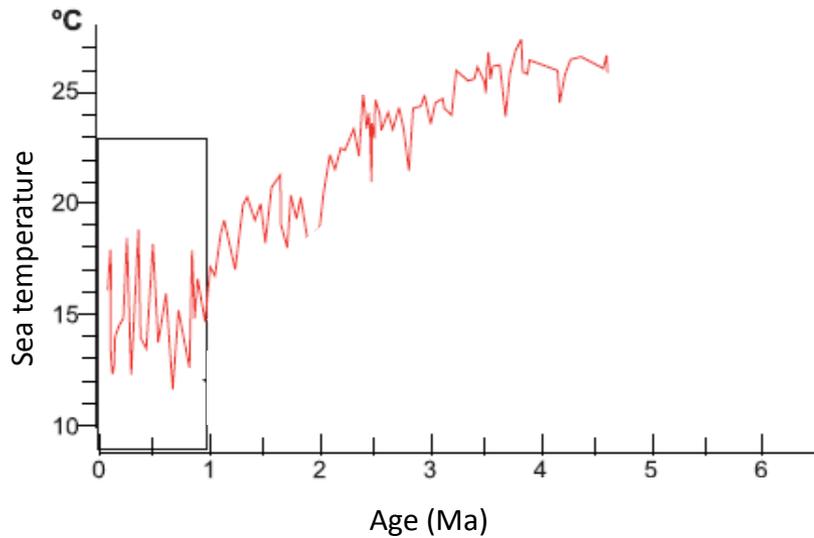
Comparando Canarias con Hawaii:

- El espesor de la corteza (gruesa vs. delgada)
- El desplazamiento de la placa (lento vs. rápido)
- Ausencia de subsidencias en Canarias
- Largos períodos de supervivencia subaérea de amplitud atípica en Canarias (> 20 Ma)
- No existen islas en Hawaii con más de 5 Ma
- Procesos erosivos a largo plazo en Canarias
- Plataformas sumergidas y emergidas (acumulación de los sedimentos)



Carracedo, J.C., Pérez, F.J.; Ancochea, E.; Meco J.; Hernán, F.; Cubas C.R.; Casillas, R.; Rodriguez, E; Ahijado, A. (2002): Cenozoic volcanism II: The Canary Islands. In, Gibbons, W. and Moreno, T. (Eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society of London, 439-472.

Los sistemas de dunas de Canarias



- Clima tropical durante el Plioceno
- Corales ecuatoriales en las plataformas
- Arenas con carbonatos

- Cambios climáticos durante el Cuaternario
- Las arenas cubren las islas

Los sistemas de dunas de Canarias

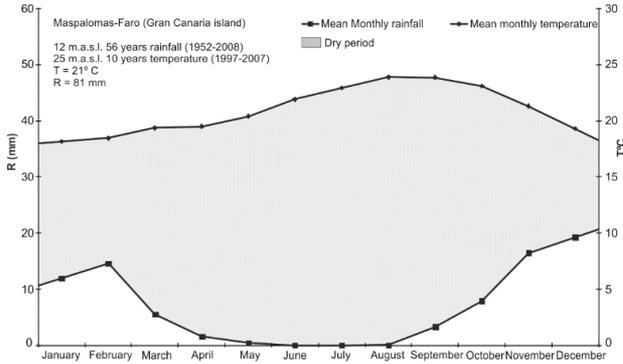


- Amplios depósitos en las islas orientales (más antiguas)
- Condicionados por la topografía (hasta 400 m)
- Fosilizados por materiales volcánicos
- Formación de calcretas superficiales / suelos
- Erosión / removilización durante el Holoceno

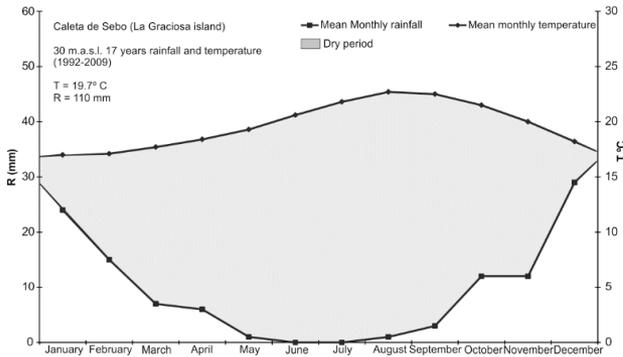
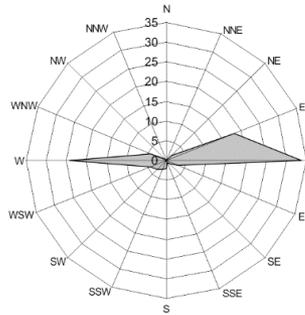
Los sistemas de dunas de Canarias

Island	Transgressive dune sheets	Transgressive dunefields	Fossil dunes	Total (ha)	%
Fuerteventura	1,121.39	1,848.60	7,445.67	10,415.65	55.38
Lanzarote	6,178.64	0.00	154.99	6,333.63	33.68
La Graciosa	1,280.43	0.00	8.01	1,288.44	6.85
Gran Canaria	0.92	352.06	199.54	552.62	2.94
Tenerife	103.12	0.00	0.00	103.12	0.55
Lobos	99.75	0.00	0.00	99.75	0.53
Alegranza	0.00	0.00	9.59	9.59	0.05
La Gomera	0.00	0.00	2.65	2.65	0.01
La Palma	2.40	0.00	0.00	2.40	0.01
El Hierro	2.12	0.00	0.00	2.12	0.01
Total (ha)	8,788.77	2,200.66	7,820.55	18,809.98	100
%	46.72	11.70	41.58	100	-

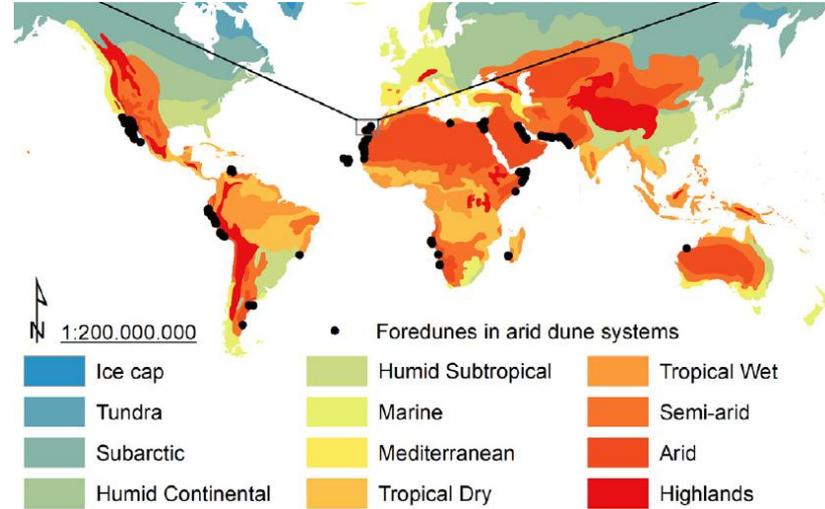
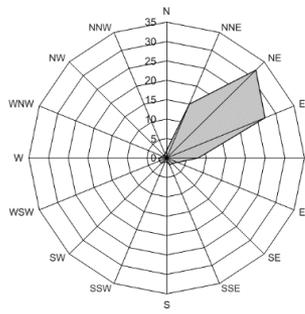
Los sistemas de dunas de Canarias



Frequency of effective wind directions (> 5.1 m/s) in Maspalomas
 November 1997-April 2011



Frequency of effective wind directions (> 5.1 m/s) in Caleta de Sebo
 January 2005-October 2011



- Clima árido en las costas
- Alrededor de 100 mm anuales de lluvia
- Temperatura media anual en torno a 20°C
- Vientos casi constantes (alisios)
- Condiciones áridas: un factor clave

Los sistemas de dunas de Canarias



- Vegetación limitada por estrés hídrico
- Baja densidad de plantas
- Predominio de arbustos halófilos y xerófilos (*Traganum moquinii*)
- Las primeras dunas no evolucionan en cordones
- Las dunas en montículo (nebkhas) son características
- Las condiciones bioclimáticas favorecen la movilidad de la arena
- Se forman sistemas de dunas transgresivos

Los sistemas de dunas de Canarias



Los sistemas de dunas de Canarias



- Anteduna (*foredune*): nebkhas y dunas a sotavento (*shadow dunes*)

Los sistemas de dunas de Canarias

Island	Transgressive dune sheets	Transgressive dunefields	Fossil dunes	Total (ha)	%
Fuerteventura	1,121.39	1,848.60	7,445.67	10,415.65	55.38
Lanzarote	6,178.64	0.00	154.99	6,333.63	33.68
La Graciosa	1,280.43	0.00	8.01	1,288.44	6.85
Gran Canaria	0.92	352.06	199.54	552.62	2.94
Tenerife	103.12	0.00	0.00	103.12	0.55
Lobos	99.75	0.00	0.00	99.75	0.53
Alegranza	0.00	0.00	9.59	9.59	0.05
La Gomera	0.00	0.00	2.65	2.65	0.01
La Palma	2.40	0.00	0.00	2.40	0.01
El Hierro	2.12	0.00	0.00	2.12	0.01
Total (ha)	8,788.77	2,200.66	7,820.55	18,809.98	100
%	46.72	11.70	41.58	100	-

- Los sistemas activos se localizan principalmente en las islas orientales (más antiguas)
- Dependiendo del grado de movilidad de la arena: mantos eólicos y campos de dunas

Los sistemas de dunas de Canarias



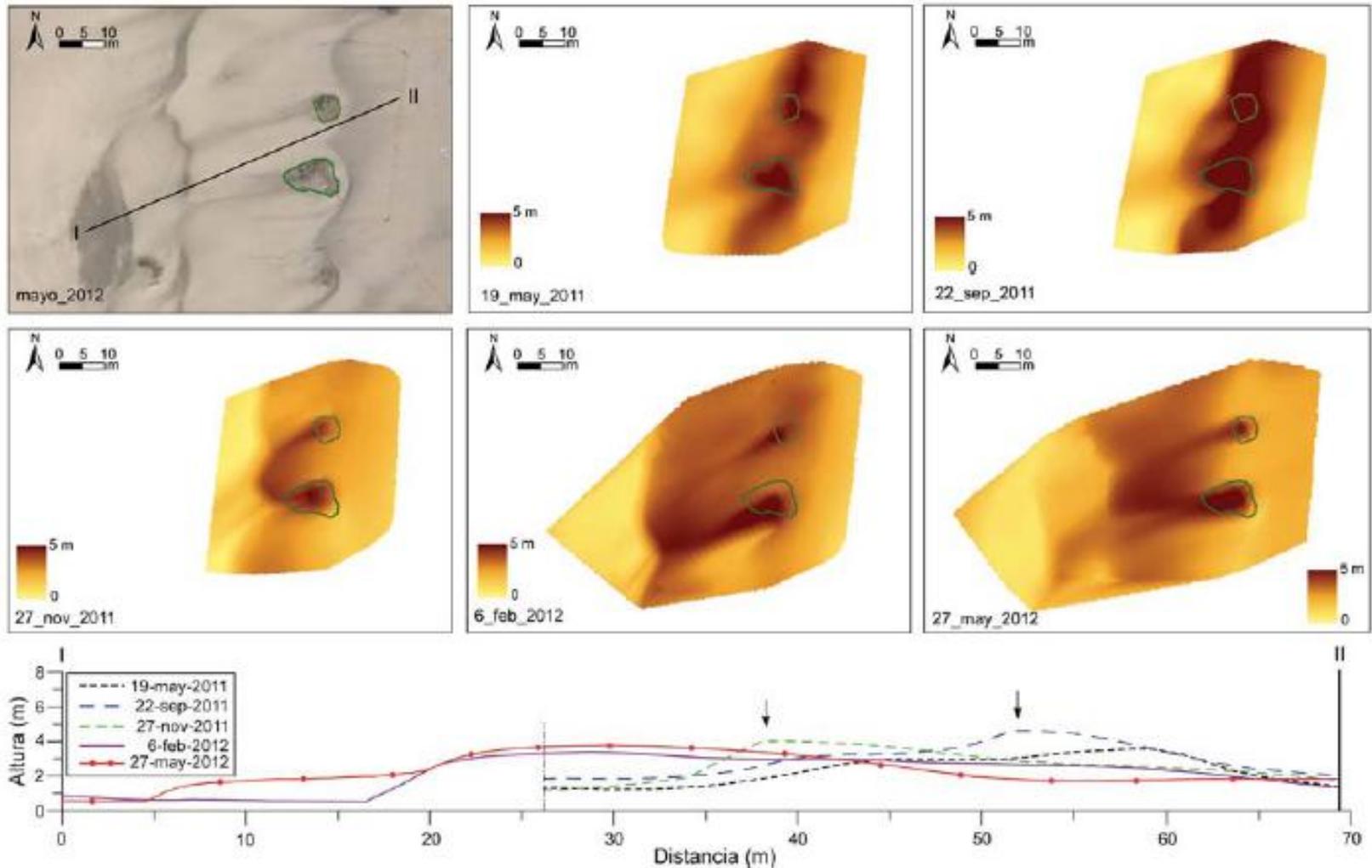
- Mantos eólicos-campos de nebkhas:
 - Escaso volumen sedimentario móvil (v.g. desconexión de fuentes sedimentarias)
 - Nebkhas generadas por interferencia de la vegetación arbustiva
 - Grado de movilidad: activos y estabilizados

Los sistemas de dunas de Canarias



- Campos de dunas:
 - Mayor volumen sedimentario móvil
 - Mayor variedad y complejidad de dunas (especialmente móviles: barjanas, cordones,...)
 - Dos unidades: dunas activas y dunas semiestabilizadas

Los sistemas de dunas de Canarias



- Entrada de arena entre pares de nebkhas y shadow dunes
- Dunas áridas de forma parabólica ("*tongue dunes*")
- Las primeras dunas móviles

Los sistemas de dunas de Canarias

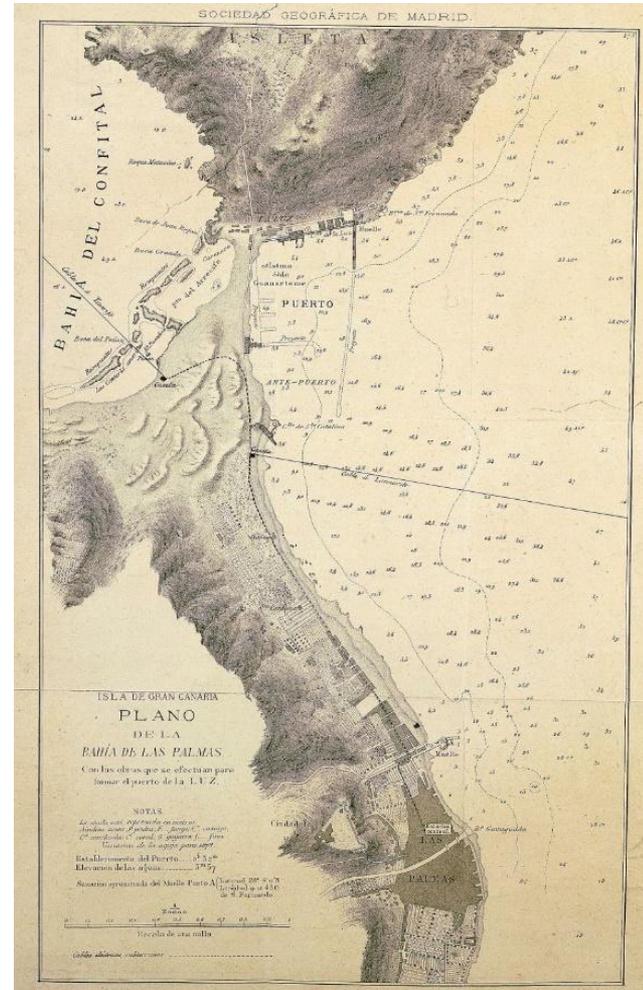
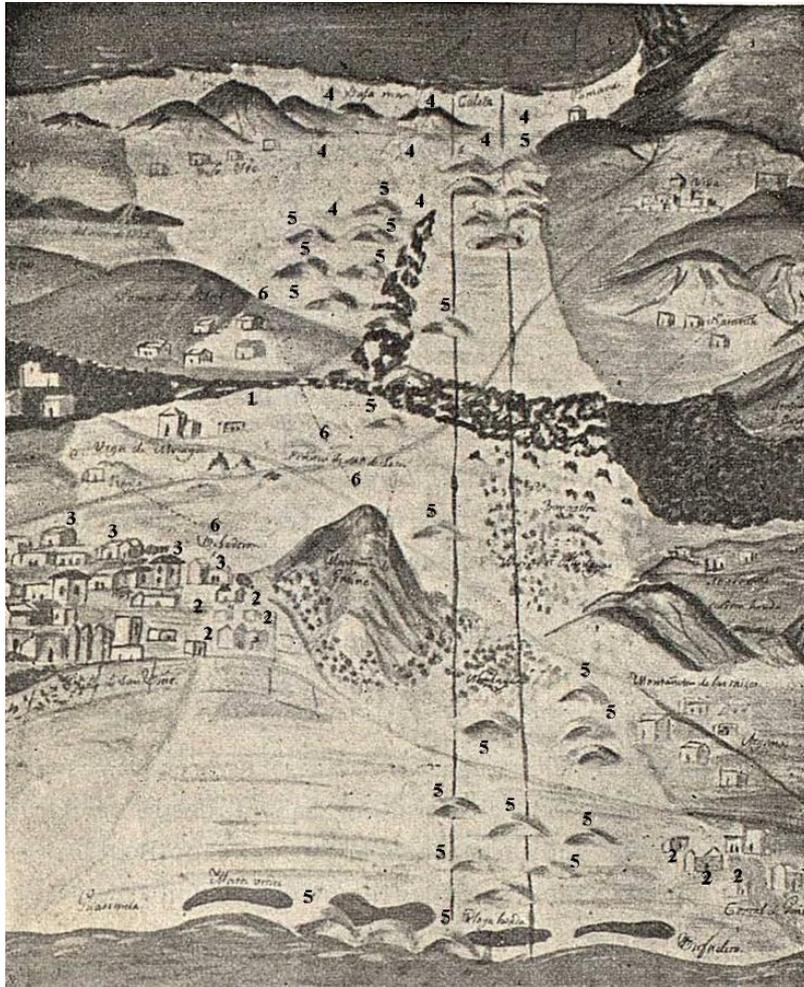


- Interacciones humanas

Presentación:

1. Definiendo los términos (a modo de introducción)
2. Los sistemas de dunas de Canarias
- 3. Interacciones humanas**
4. Medidas de gestión e investigación aplicada
5. Conclusiones

Interacciones humanas



- Los cambios de usos del suelo han implicado cambios en los sistemas de dunas
- Dos etapas: i) histórica, anterior a 1960 (desarrollo turístico); y ii) reciente y actual
- Entre el siglo XV y 1960 los sistemas arenosos tenían escaso valor para la sociedad
- Principales actividades: extracciones, urbanización y tala de vegetación

Interacciones humanas



- Guanarteme (Gran Canaria)
- Desaparecido a mediados del siglo XX
- La arena se utilizó para la construcción



Interacciones humanas



- A partir de 1960 se produce un cambio en la percepción de los sistemas de dunas
- La explotación como recurso turístico

Interacciones humanas



- La presión sobre estos espacios ha aumentado en las últimas décadas
- La mayoría de los cambios han sido motivados por el desarrollo del turismo

Interacciones humanas

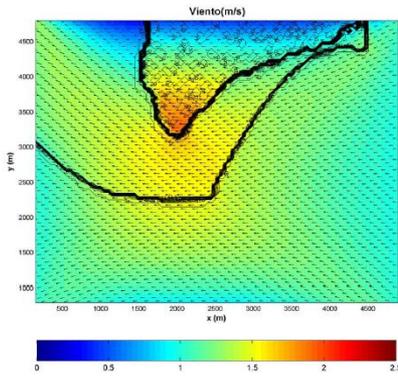


Figura 6.23. Campo velocidades en la configuración de 1961 para un espesor de la capa de fluido de 50 m.

- Primer nivel de impacto inducido por edificaciones
- Afecta a todo un sistema

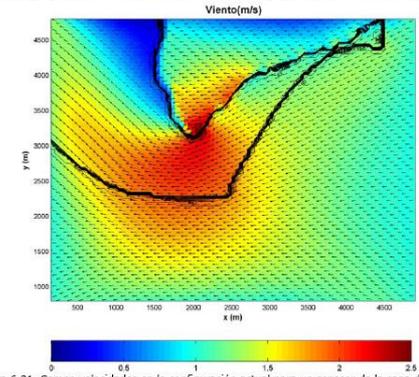


Figura 6.21. Campo velocidades en la configuración actual para un espesor de la capa de aire de 50 m.

Interacciones humanas



- Segundo nivel de impacto inducido por instalaciones en playas
- Afecta a la foredune

Interacciones humanas



- Tercer nivel de impacto causado por acciones humanas
- Afecta localmente a todo el sistema, pero especialmente a la foredune

Presentación:

1. Definiendo los términos (a modo de introducción)
2. Los sistemas de dunas de Canarias
3. Interacciones humanas
- 4. Medidas de gestión e investigación aplicada**
5. Conclusiones

Medidas de gestión e investigación aplicada

PARQUES DE PAPEL

“Entra usted en un Espacio Natural Protegido” reza el cartel garabateado que da la bienvenida al Parque Natural. Y uno mira, estupefacto, y se pregunta qué es aquello que está protegido, si los edificios, el campo de golf o el enorme hotel. Y es que la lógica, que ingenuamente nos lleva a pensar que un Espacio Natural Protegido está, valga la redundancia, protegido falla estrepitosamente cuando lo que se pretende salvaguardar son los pocos, y de seguir así cada vez menos, entornos vírgenes que quedan en nuestras castigadas costas.

Texto Marta San Román



Izquierda: La presión urbanística y turística disminuye las arribazones de posidonia en La Manga (Murcia).
Centro: Acceso al ENP de Corrubedo (Galicia).
Derecha: Cartel del ENP de la Albufera (Comunidad Valenciana) con torres de edificios al fondo.

PARQUES DE PAPEL

14 REVISTA GREENPEACE 2/09



15 REVISTA GREENPEACE

- La mayor parte de estos sistemas están protegidos a diferentes escalas (¿Solo sobre el papel?)

Medidas de gestión e investigación aplicada



- Hoteles legales en primera línea y quioscos ilegales

Medidas de gestión e investigación aplicada



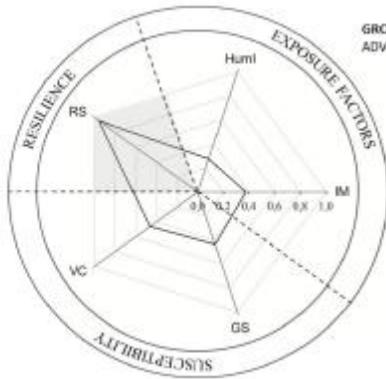
- El uso de maquinaria pesada en el manejo de las dunas afecta a las nebkhas.

Medidas de gestión e investigación aplicada



- Uno de los mayores problemas es que el manual oficial de gestión y restauración de dunas esta destinado a sistemas de dunas templadas

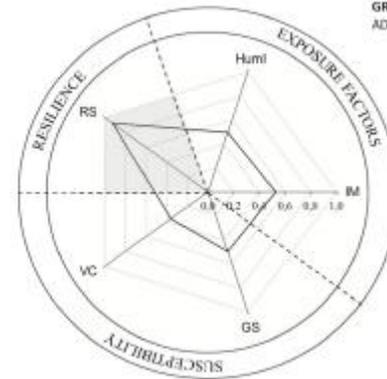
Medidas de gestión e investigación aplicada



GROUP A (n=4)
ADVI: 0.35 ± 0.02



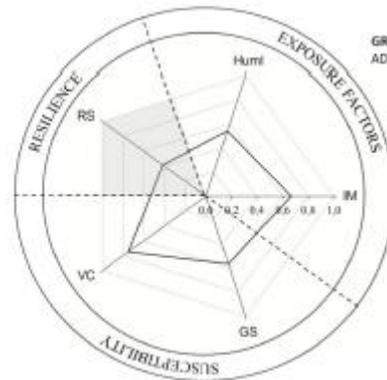
A (Calf-3). Foredunes located far from urban areas with low human impacts and exposed to low marine incidence. High resilience, and low susceptibility characteristics (vegetation cover and geomorphology-sedimentology).
* White buildings can be seen inland.



GROUP B (n=6)
ADVI: 0.23 ± 0.04



B (Masp-2). Foredunes located close to urban areas with moderate human impacts and exposed to a moderate marine incidence. High resilience, and moderate-low susceptibility characteristics (especially high in vegetation cover sub-index).
* Orange points on the beach are a group of hammocks; white buildings (hotels) can be partially seen in the upper left-lund section of the picture.



GROUP C (n=1)
ADVI: 0.95



C (Masp-3). Foredune exposed to moderate intensity of human impacts and marine incidence. Low resilience, and high susceptibility characteristics, especially in vegetation cover sub-index.

- Investigación aplicada: encontrar soluciones para proteger y administrar estos sistemas:
 - i) Trabajar con indicadores (vulnerabilidad) para identificar tipos de problemas

Medidas de gestión e investigación aplicada



- ii) Demostrar que sistemas básicos de protección pueden ayudar a resolver problemas en la foredune

Medidas de gestión e investigación aplicada

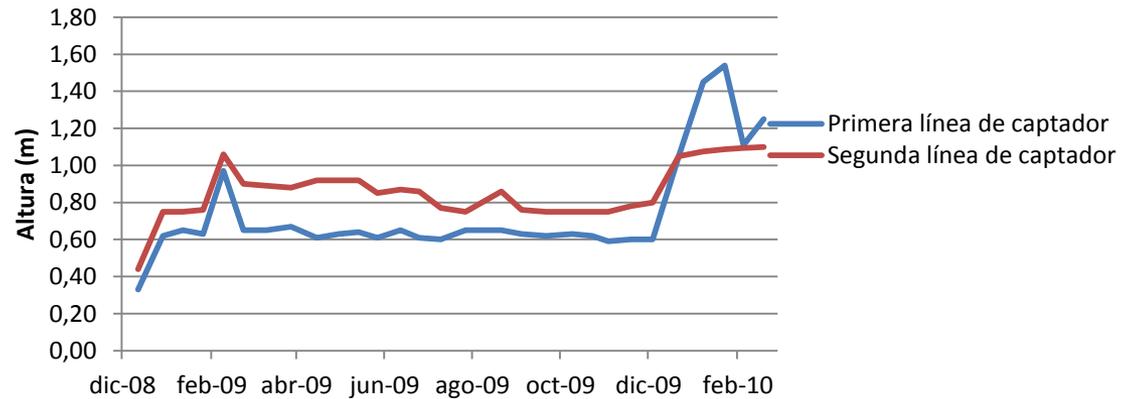


- ii) Demostrar que sistemas básicos de protección pueden ayudar a resolver problemas en la foredune

Medidas de gestión e investigación aplicada



Altura de arena (N1)



- iii) Trabajar en nuevos diseños de captadores adaptados a condiciones áridas (mayor movilidad)...

Presentación:

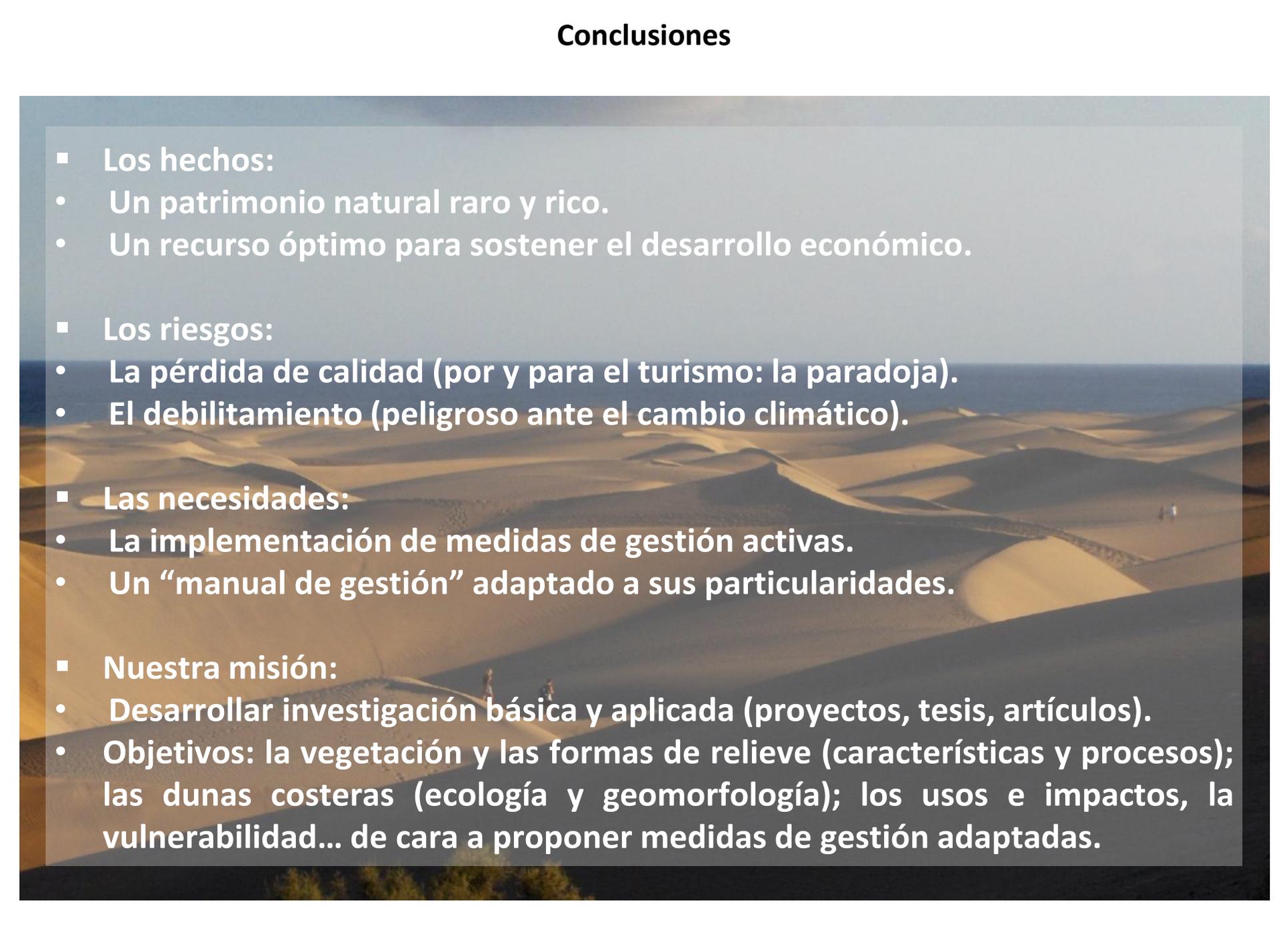
1. Definiendo los términos (a modo de introducción)
2. Los sistemas de dunas de Canarias
3. Interacciones humanas
4. Medidas de gestión e investigación aplicada
- 5. Conclusiones**

Conclusiones

- **Los hechos:**
 - Un patrimonio natural raro y rico.
 - Un recurso óptimo para sostener el desarrollo económico.

 - **Los riesgos:**
 - La pérdida de calidad (por y para el turismo: la paradoja).
 - El debilitamiento (peligroso ante el cambio climático).

 - **Las necesidades:**
 - La implementación de medidas de gestión activas.
 - Un “manual de gestión” adaptado a sus particularidades.

 - **Nuestra misión:**
 - Desarrollar investigación básica y aplicada (proyectos, tesis, artículos).
 - **Objetivos:** la vegetación y las formas de relieve (características y procesos); las dunas costeras (ecología y geomorfología); los usos e impactos, la vulnerabilidad... de cara a proponer medidas de gestión adaptadas.
- 



Los sistemas de dunas de las islas Canarias: naturaleza e interacciones humanas

¡¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!

Luis Hernández Calvento
luis.hernandez.calvento@ulpgc.es

