



Análisis del comportamiento Morfodinámico Histórico del Campo Dunar de Ritoque, Quintero, Chile.

Cristián Santander Escudero

Contenidos

- ❖ Introducción
- ❖ Caracterización del Medio
- ❖ Análisis en Campo Dunar
- ❖ Conclusiones y Recomendaciones



3

Introducción

4



14 DigitalGlobe
ge NASA

F-30-E

Objetivos

► Objetivos Específicos

- Caracterización de las condiciones de viento del campo de dunas de Ritoque, mediante la aplicación de un análisis histórico y modelación numérica del transporte de sedimentos.
- ❖ Determinar las condiciones sedimentológicas y de transporte eólico de los sedimentos superficiales.
 - ❖ Identificar y cuantificar los sectores de movimiento de las dunas de Ritoque.
 - ❖ Realizar una proyección a futuro del movimiento de las arenas (duna, sector norte).
 - ❖ Proponer alternativas de trampas para sedimentos.



6

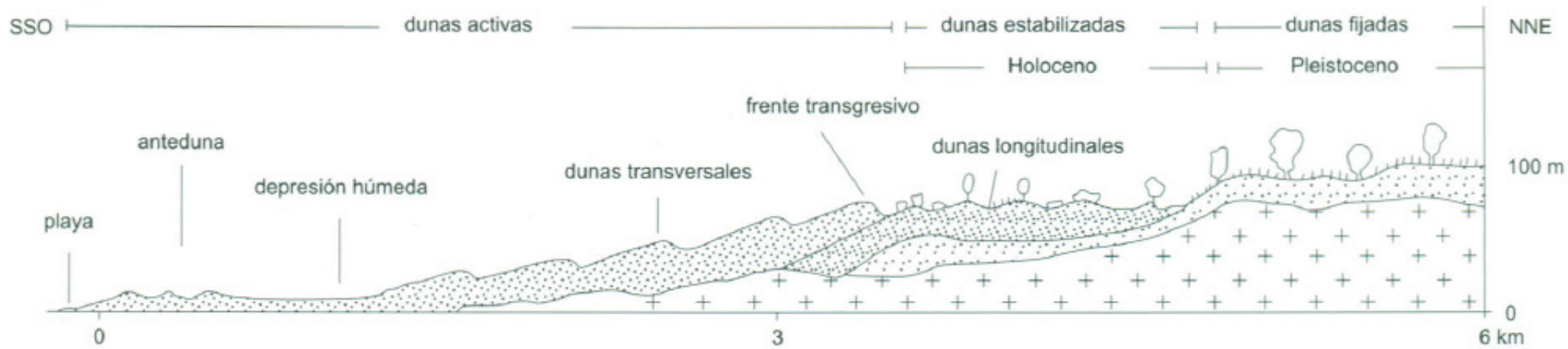
Caracterización del Medio

Caracterización Geomorfológica General



Caracterización Geomorfológica General

8



(Pascoff, R. y Manriquez, H., 2004, Las Dunas de las Costas de Chile. Catedra, Instituto Geográfico Militar de Chile, Santiago. 2004.)

Caracterización Geomorfológica General

9



Caracterización de Sedimentos

10



Punto	Posición Geográfica	Referencia
M1	32° 52' 20.85" S 71° 29' 52.29" W	Motel Ensueño
M2	32° 49' 38.95" S 71° 31' 36.00" W	Balneario Ritoque
M3	32° 49' 38.68" S 71° 31' 36.01" W	Balneario Ritoque
M4	32° 48' 05.01" S 71° 29' 23.33" W	Acceso a Quintero Sur

Caracterización de Sedimentos



Diámetro medio

D50 = 0.125 mm.

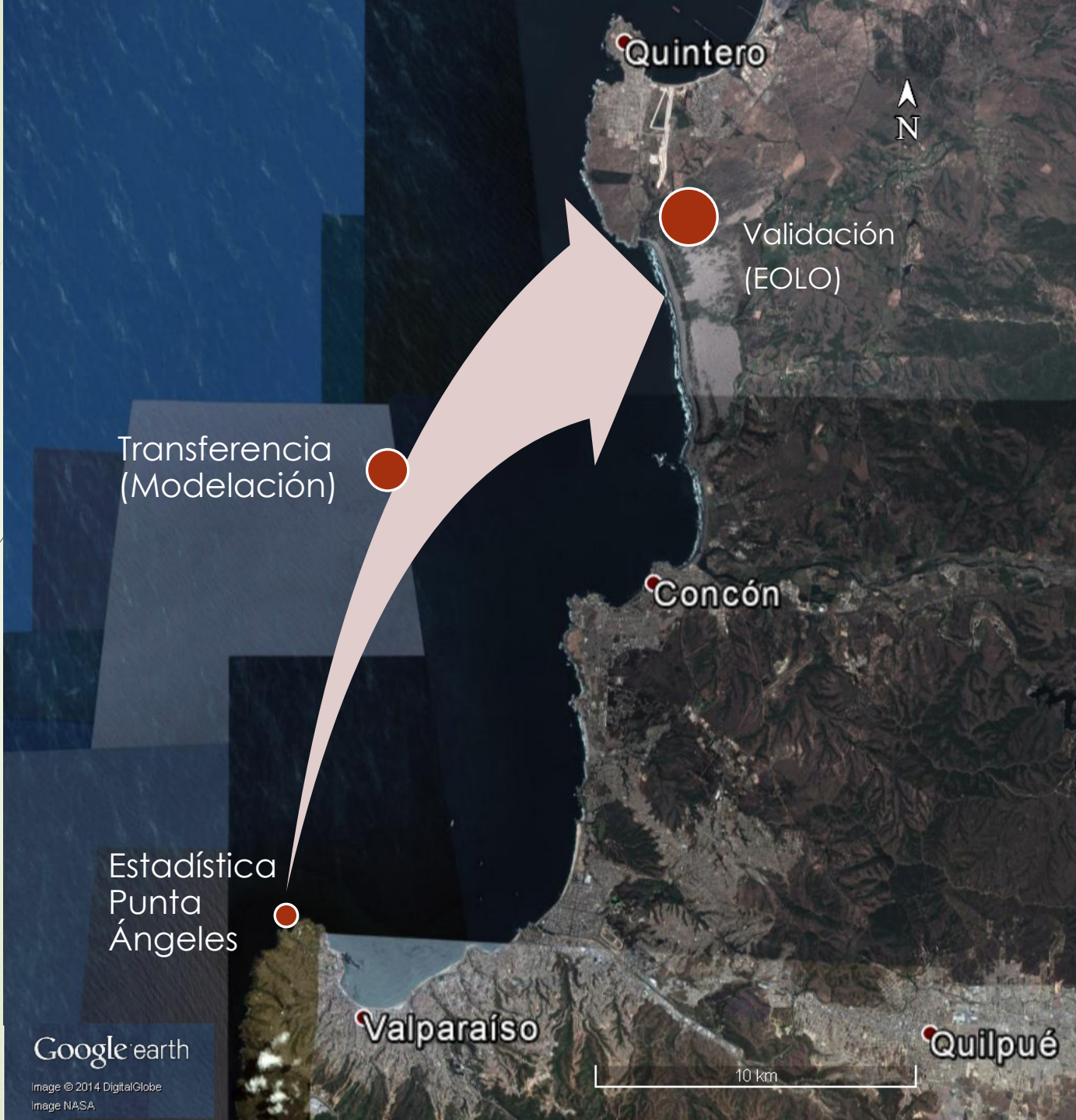
Areas finas a muy finas

Densidad = 2650 Kg/m³.

Caracterización de Sedimentos



Quezada, M., 2007. *Estudio de Erosión Costera y Regeneración de Espacios Litorales. Una aplicación en playa El Papagayo, Quintero.* Universidad de Valparaíso.



Google earth

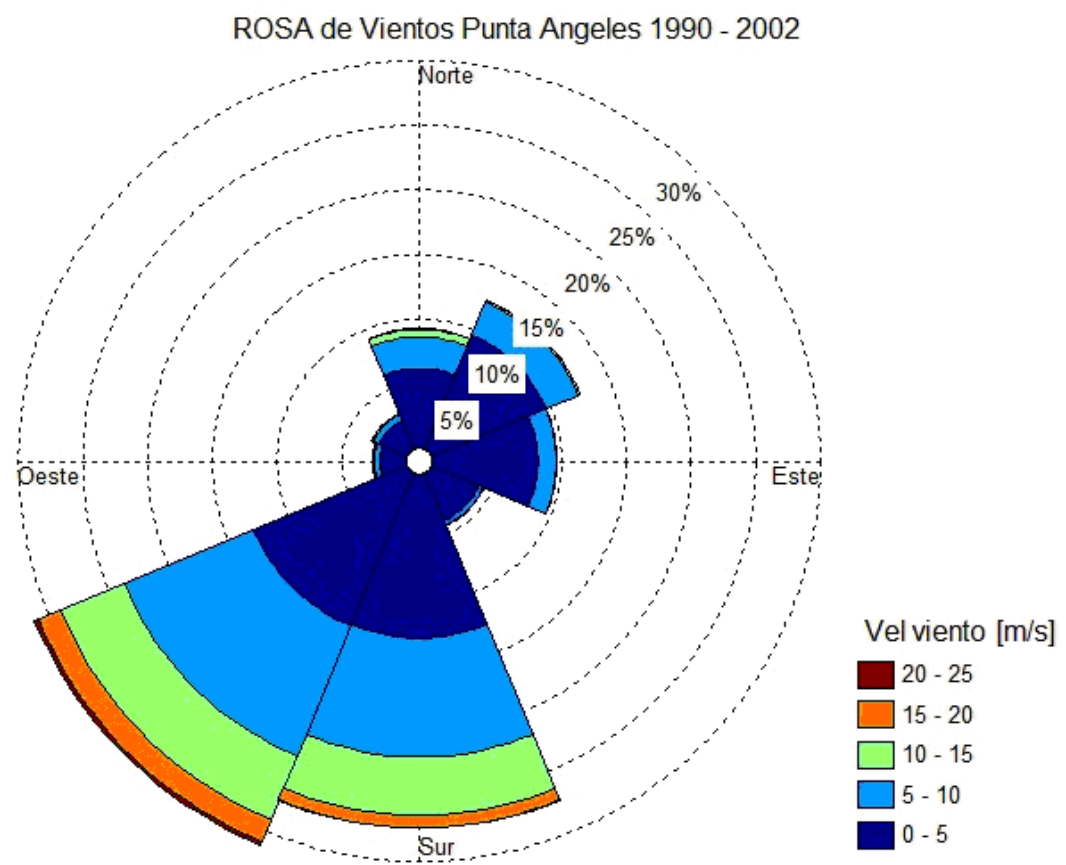
Image © 2014 DigitalGlobe
Image NASA

10 km

Vientos

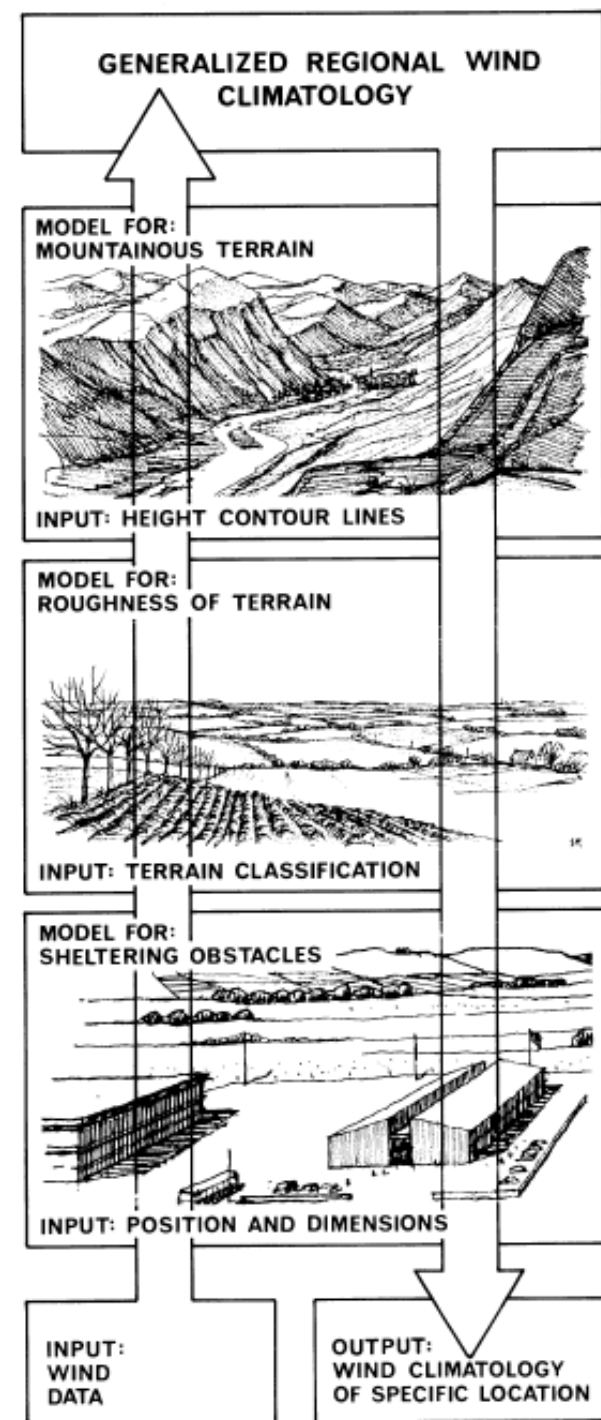
Intervalo		Dirección								Total
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
Velocidad [m/s]	0 - 3	3.91%	5.83%	5.31%	2.94%	7.72%	7.05%	1.39%	1.68%	35.83%
	3 - 6	3.29%	5.30%	3.79%	1.27%	7.98%	9.64%	0.85%	0.98%	33.10%
	6 - 9	1.23%	1.08%	0.45%	0.11%	5.07%	5.65%	0.21%	0.19%	13.98%
	9 - 12	0.58%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	12 - 15	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	15 - 18	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	18 - 21	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	21 - 24	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Total		9.28%	12.21%	9.55%	4.32%	12.77%	12.34%	2.45%	2.85%	74.77%

12 años
1990 - 2002



Vientos - Modelado

- Terreno
- Rugosidad
- Obstáculos



Vientos - Modelado

Terreno

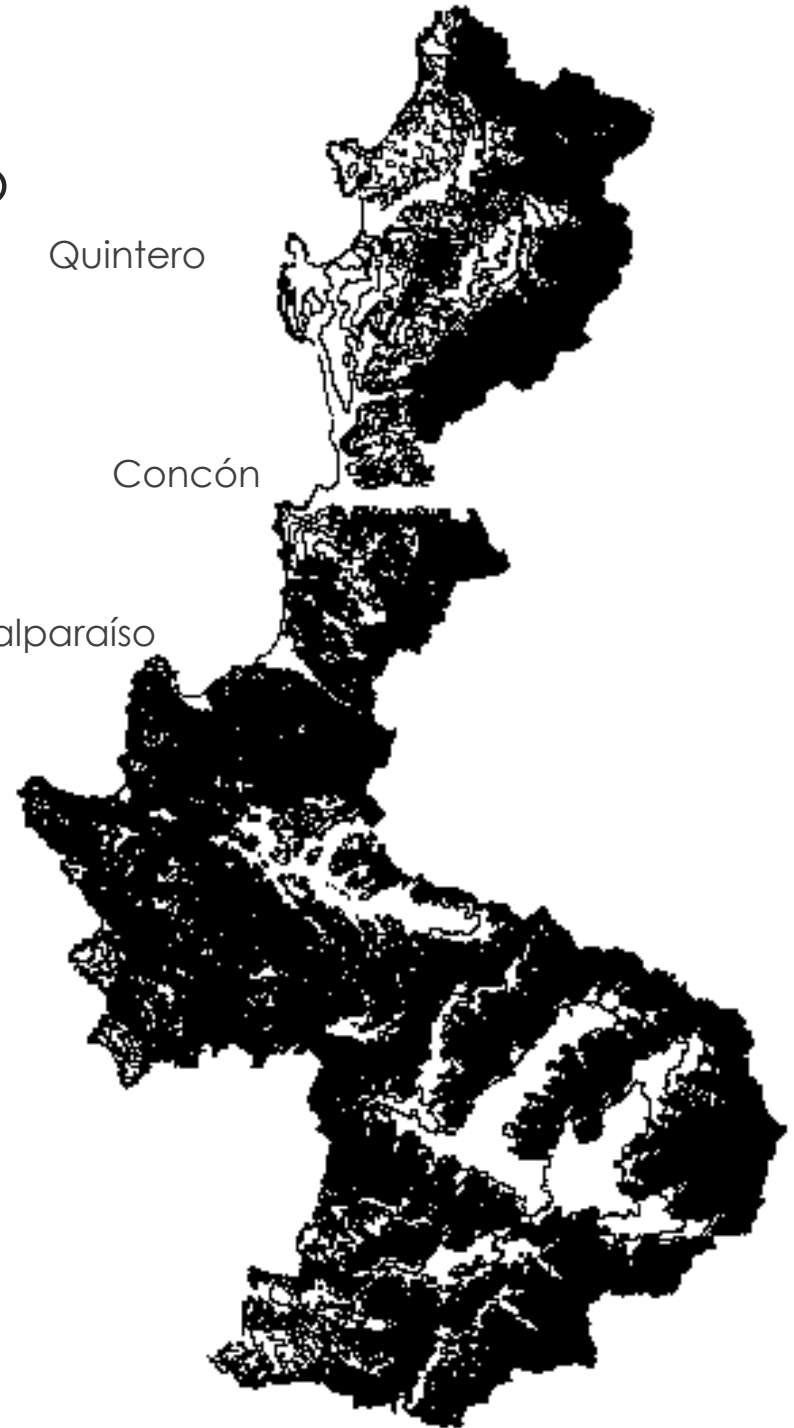
- ▀ Curvas de Nivel a cada 25 m.

(Instituto Geográfico Militar IGM)

Quintero

Concón

Bahía Valparaíso



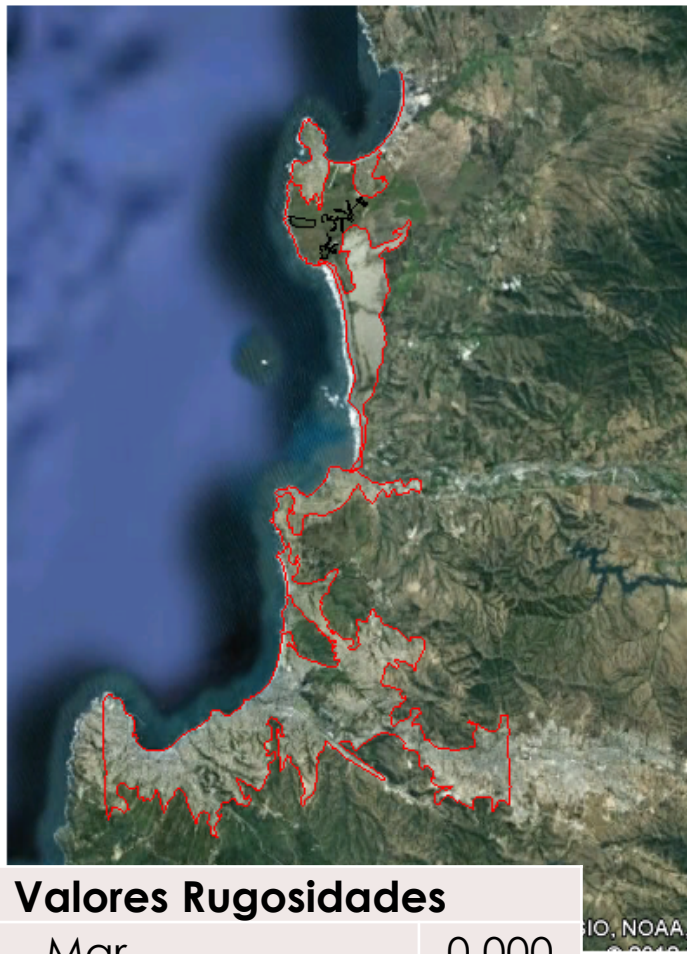
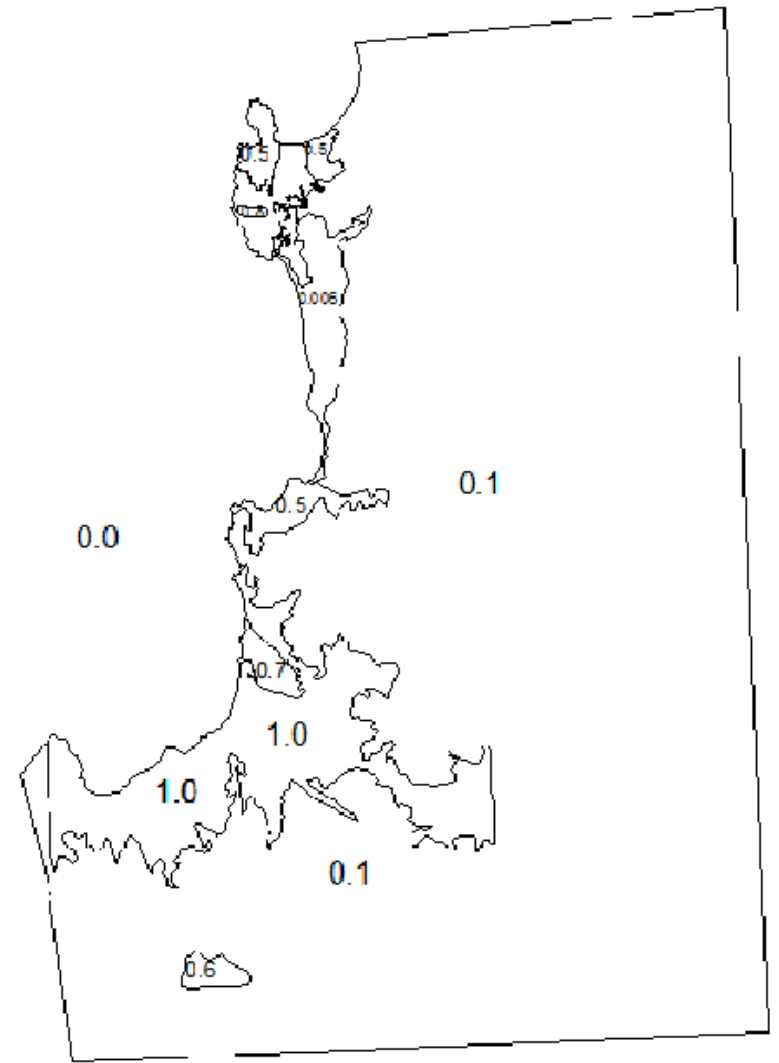


Tabla Valores Rugosidades

Mar	0.000
Viña del mar - Valparaíso	1.000
Sector playa Las Salinas	0.700
Concón y Quintero	0.500
Árboles - Bosque	0.800
Placilla	0.600
Zonas no habitadas	0.100
Campo Dunar	0.006



Malla de
100x100





Fotografía 1: Árbol "en bandera" por anemomorfismo, deformación debida a vientos fuertes y frecuentes del suroeste. Ritoque. (R. Paskoff, 1980).

Pascoff, R. y Manriquez, H., 2004, *Las Dunas de las Costas de Chile*.

6370000

6340000

250000 255000 260000 265000 270000

0.19 [m/s] 24.49

Vientos - Modelado

Validación Modelo



Proyecto EOLO
(Depto. Geofísica,
Univ. de Chile, 1993)

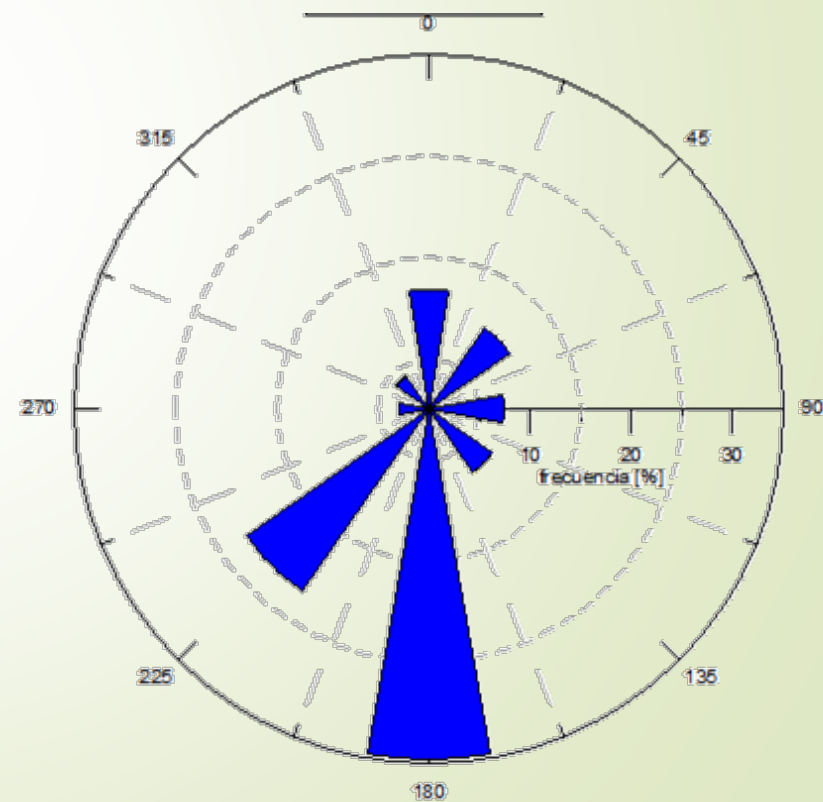
Vientos - Modelado

Validación Modelo - Quintero

Medición Quintero



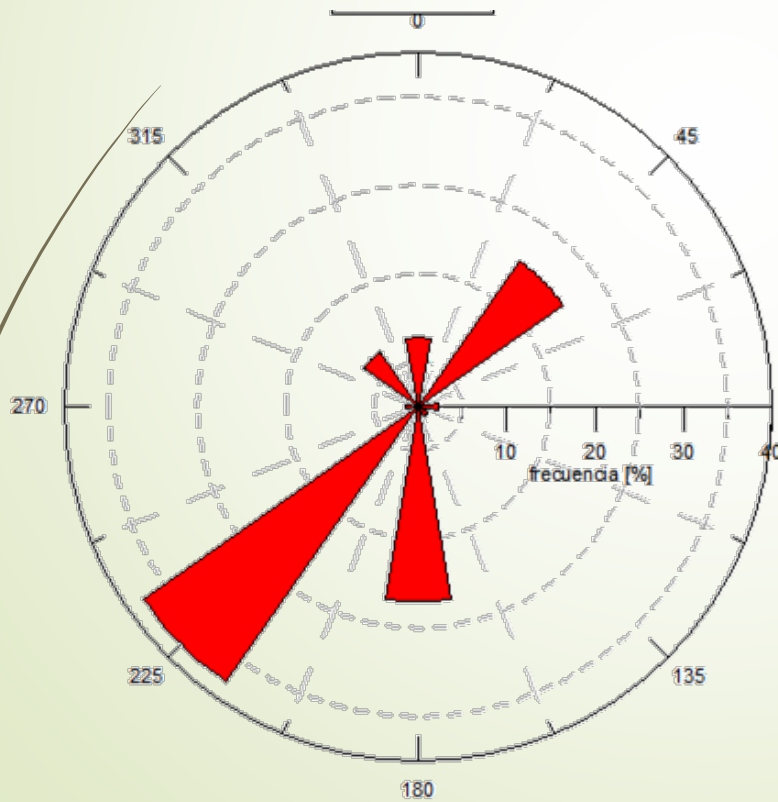
Modelación Quintero



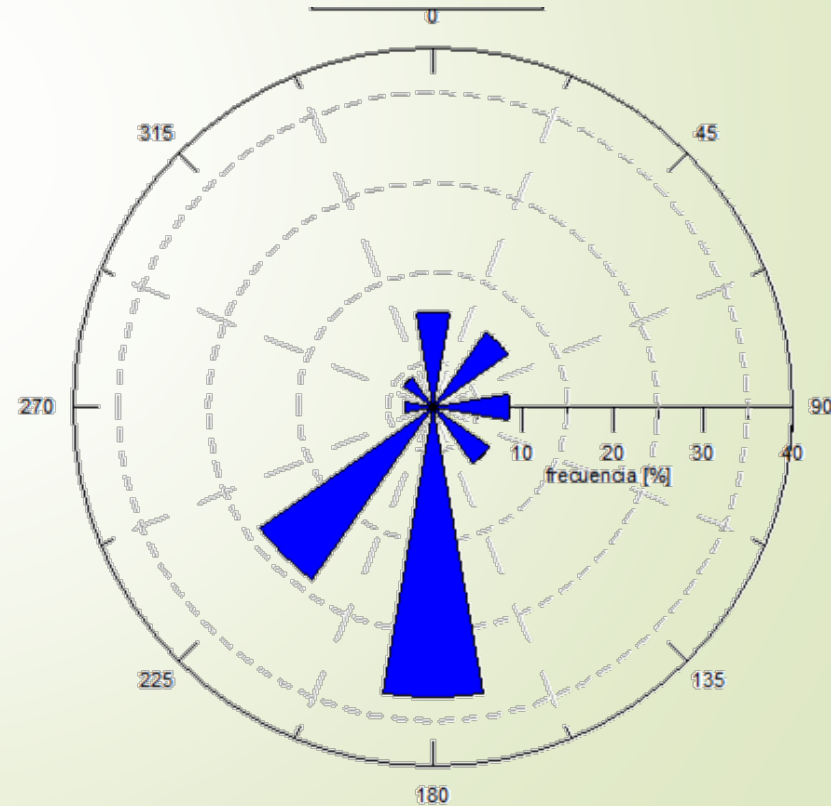
Vientos - Modelado

Validación Modelo - Ritoque

Medición Ritoque



Modelación Ritoque

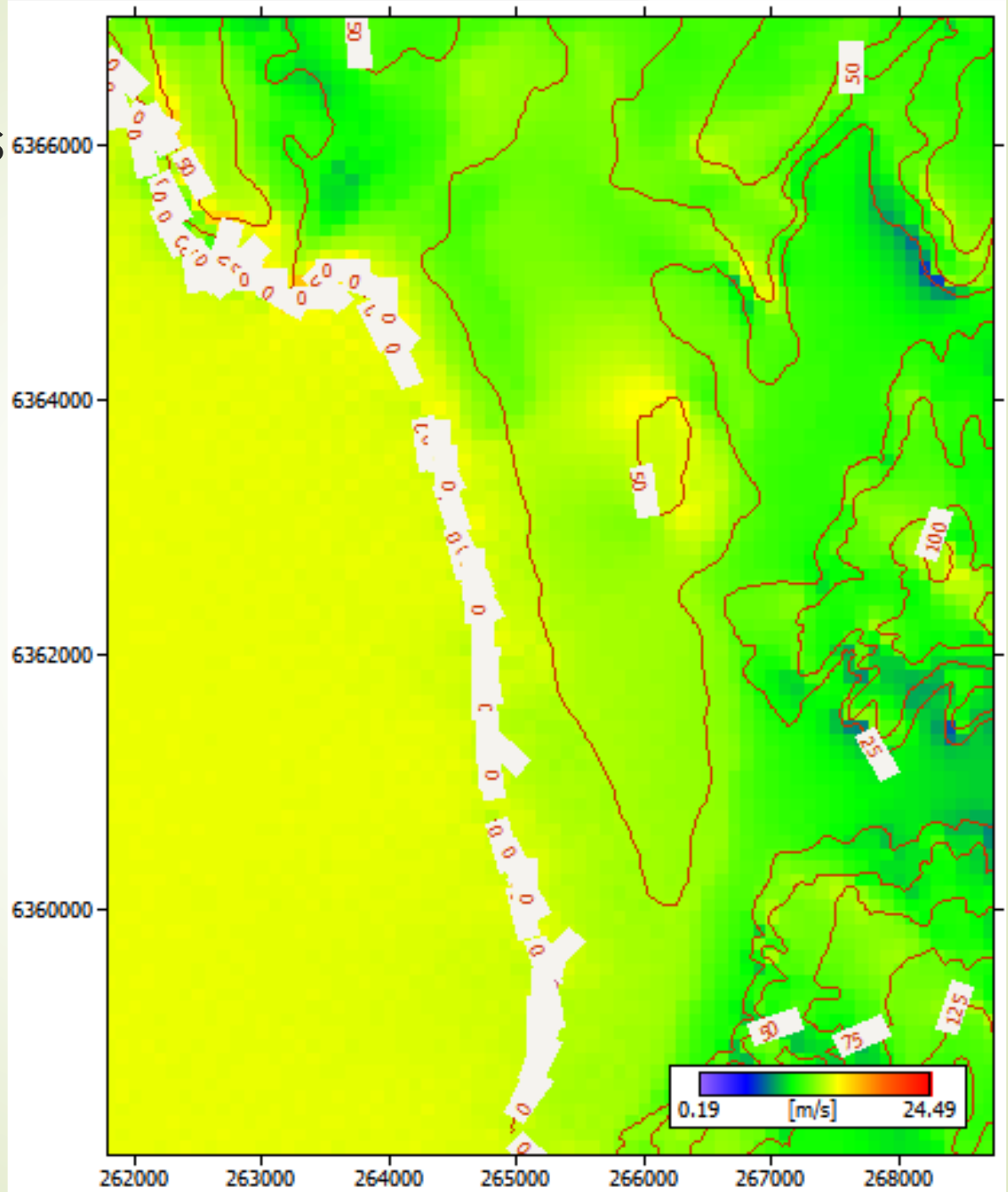




23

Análisis en Campo Dunar

Vientos



Caudales Sólidos

AUTOR	FORMULACIÓN	
O'Brien and Rindlaub (1936)	$G = 0,036 \cdot u_5^3$ para ($u_5 > 13,4 \text{ pies / s}$)	G: transporte de sedimentos en libras que pasan por pie de anchura por día. u_5 : Velocidad del viento en pies/s a una altura de 5 pies.
Bagnold (1941)	$q = C \cdot \sqrt{\frac{d}{D}} \cdot \frac{\rho_a}{g} \cdot u_*^3$ g/s/cm	d = Tamaño medio de la arena en mm D = 0,25 mm C = 1,5 para arenas uniformes, 1,8 para arenas de duna naturales, 2,8 para arenas mal clasificadas y 3,5 para gravas.
Kawamura (1951)	$q = K \cdot \frac{\rho_a}{g} (u_* + u_{*t})^2 (u_* - u_{*t})$ g/s/cm	K = 2,78 para arena moderadamente bien clasificada con d = 0,25 mm
Zingg (1952) (modificado de Bagnold)	$q = C \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^{3/4} \cdot \frac{\rho_a}{g} \cdot u_*^3$ g/s/cm	C = 0,83, D = 0,25 mm
Lettau and Lettau (1978)	$q = C \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^n \cdot \frac{\rho_a}{g} \cdot u_*^2 \cdot (u_* - u_{*t})$ g/s/cm	C = 4,2; n varía de 0,5 a 0,75
Hsu (1974)	$q = H \cdot \left(\frac{u_*}{\sqrt{g \cdot d}}\right)^3$ g/s/cm	$H = (-0,42 + 4,91 \cdot d) \cdot 10^{-4}$
White (1979)	$q = 2,61 \cdot u_*^3 \left(1 - \frac{u_{*t}}{u_*}\right) \cdot \left(1 + \frac{u_{*t}^2}{u_*^2}\right) \cdot \frac{\rho_a}{g}$ g/s/cm	

Caudales Sólidos

100 x 100 m.

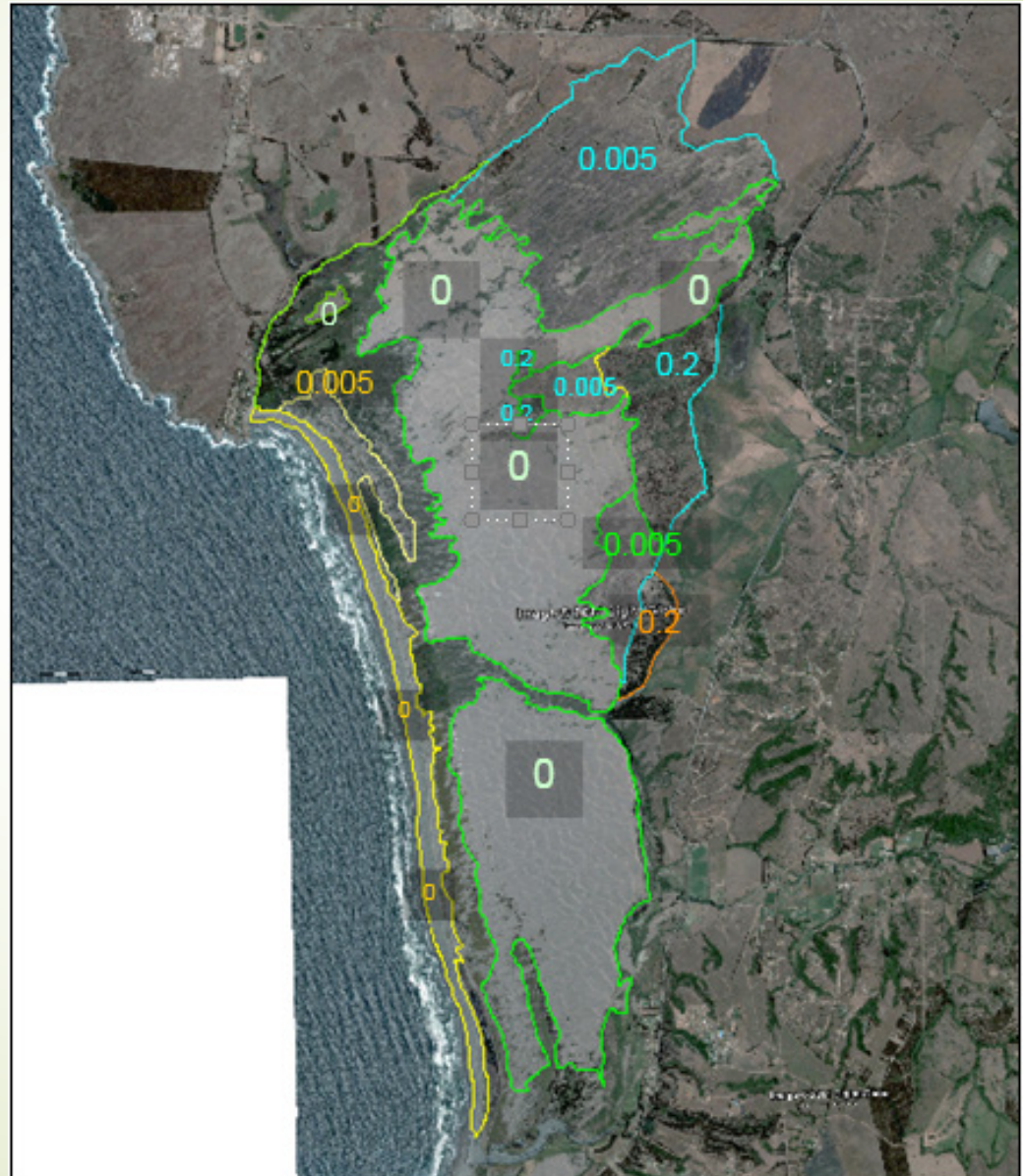
9600 m

5000 m



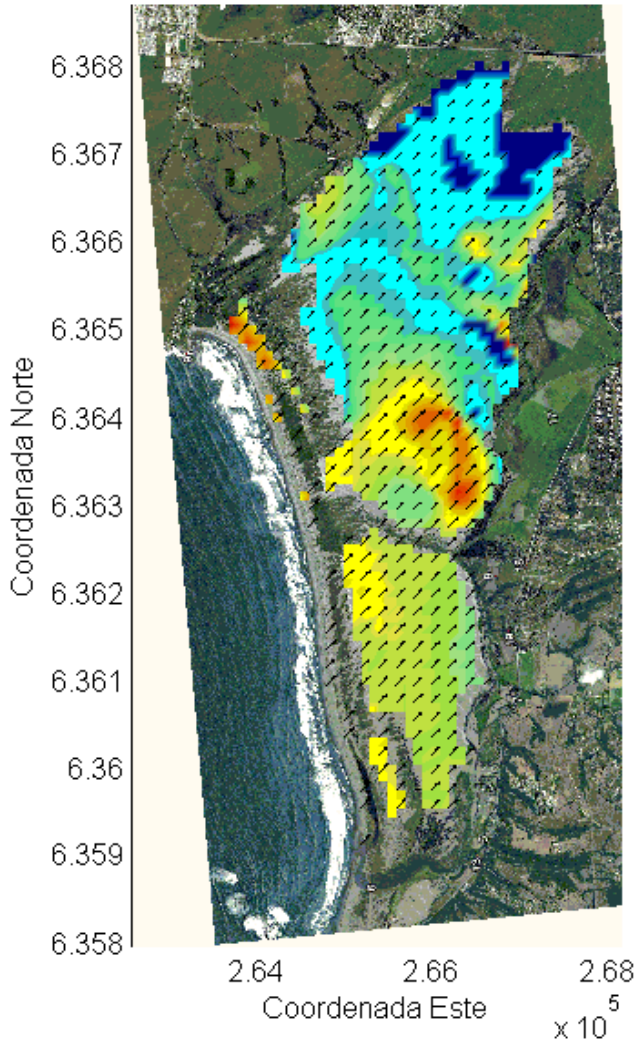
Caudales Sólidos

Rugosidades para efectos del perfil del viento.

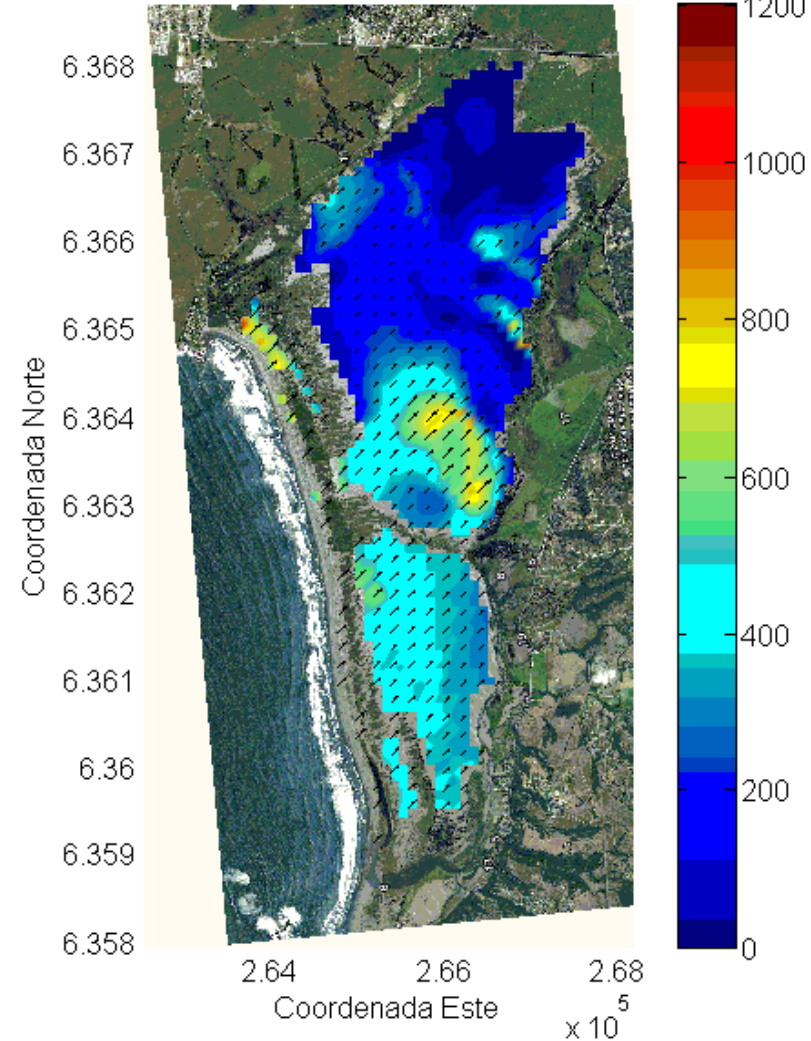


Caudales Sólidos

$\times 10^6$ Caudal de Bagnold [$m^3/año/m$]

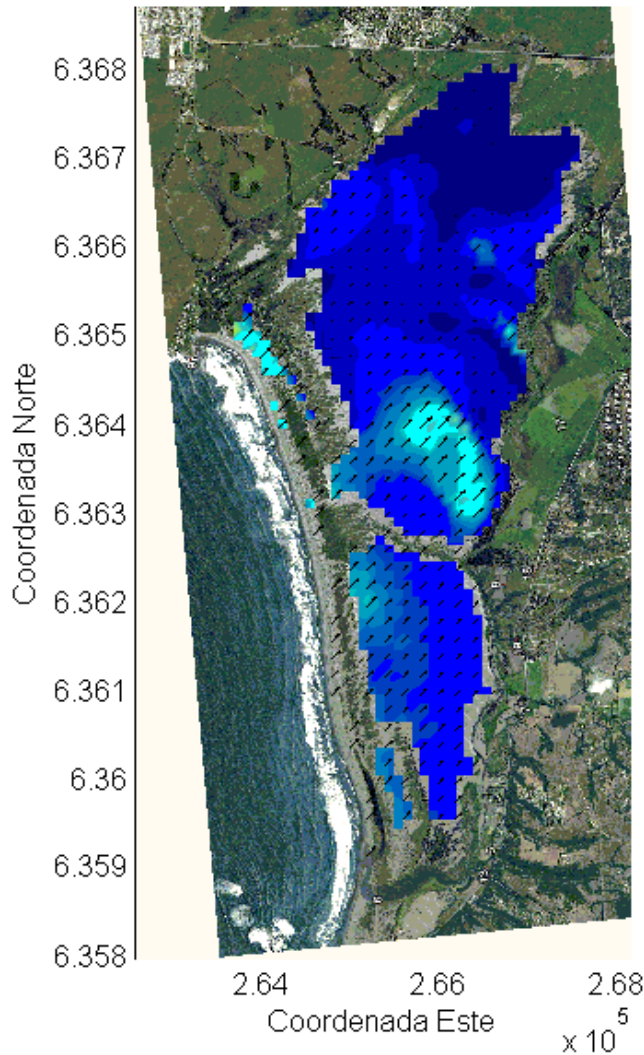


$\times 10^6$ Caudal de Kawamura [$m^3/año/m$]

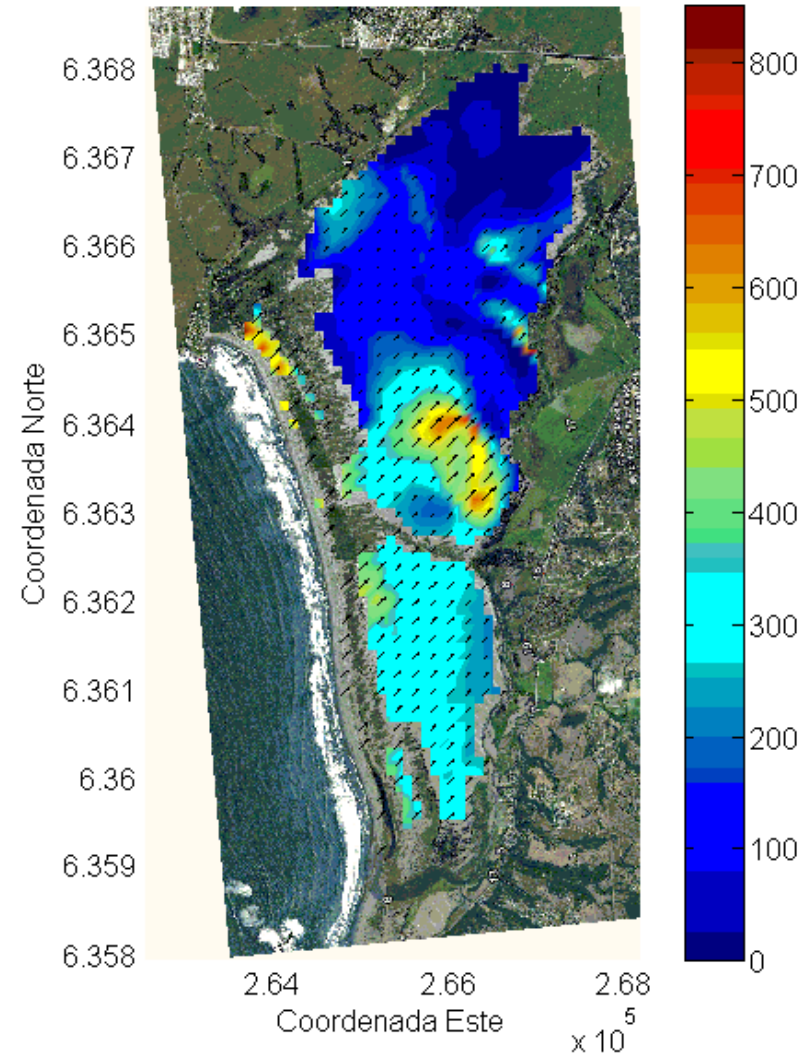


Caudales Sólidos

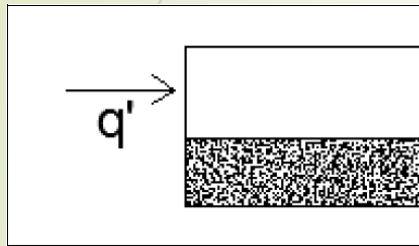
$\times 10^6$ Caudal de Let. [m³/año/m]



$\times 10^6$ Caudal de White [m³/año/m]

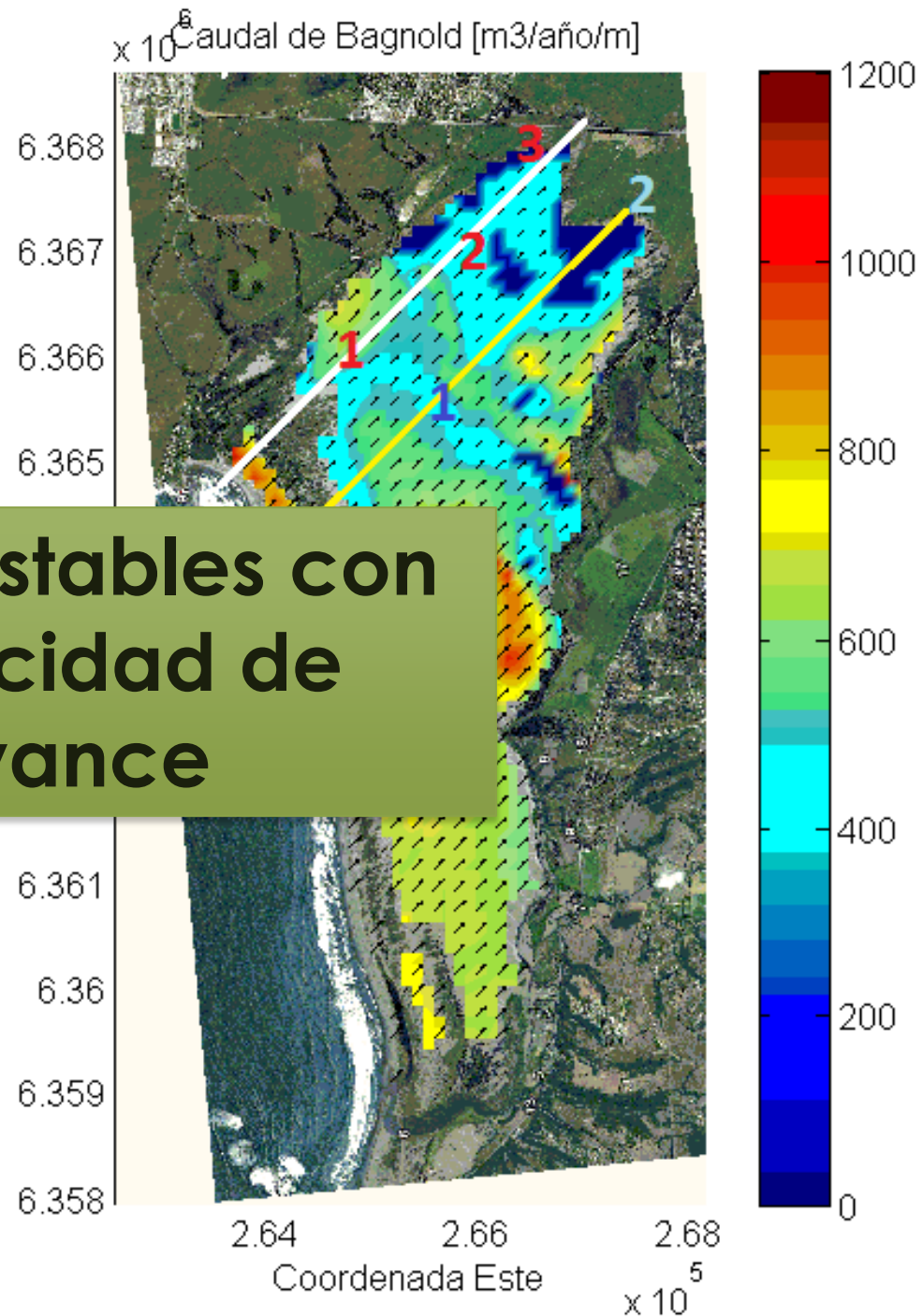


Conservación de la cantidad de sedimento

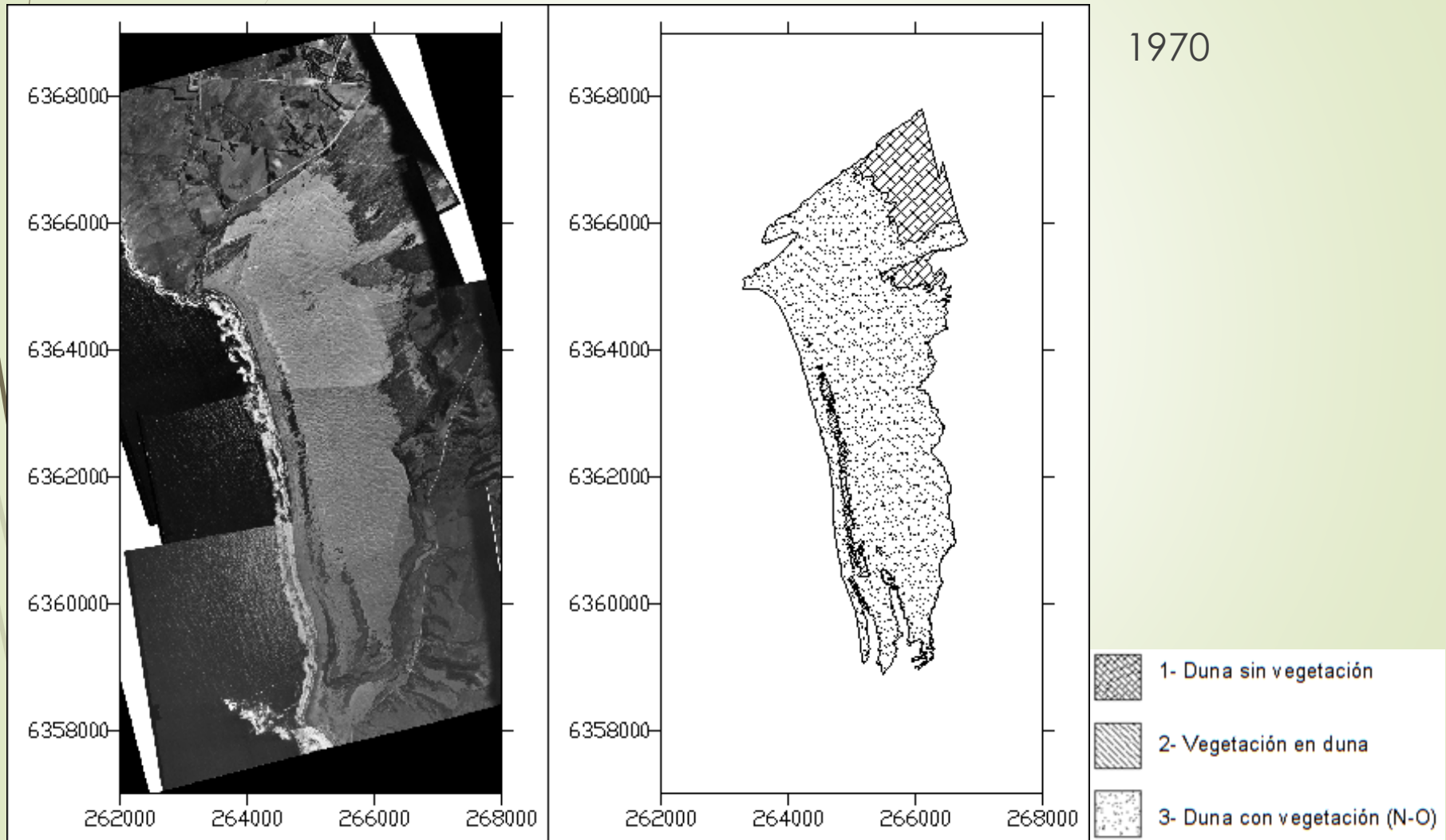


Dunas estables con capacidad de avance

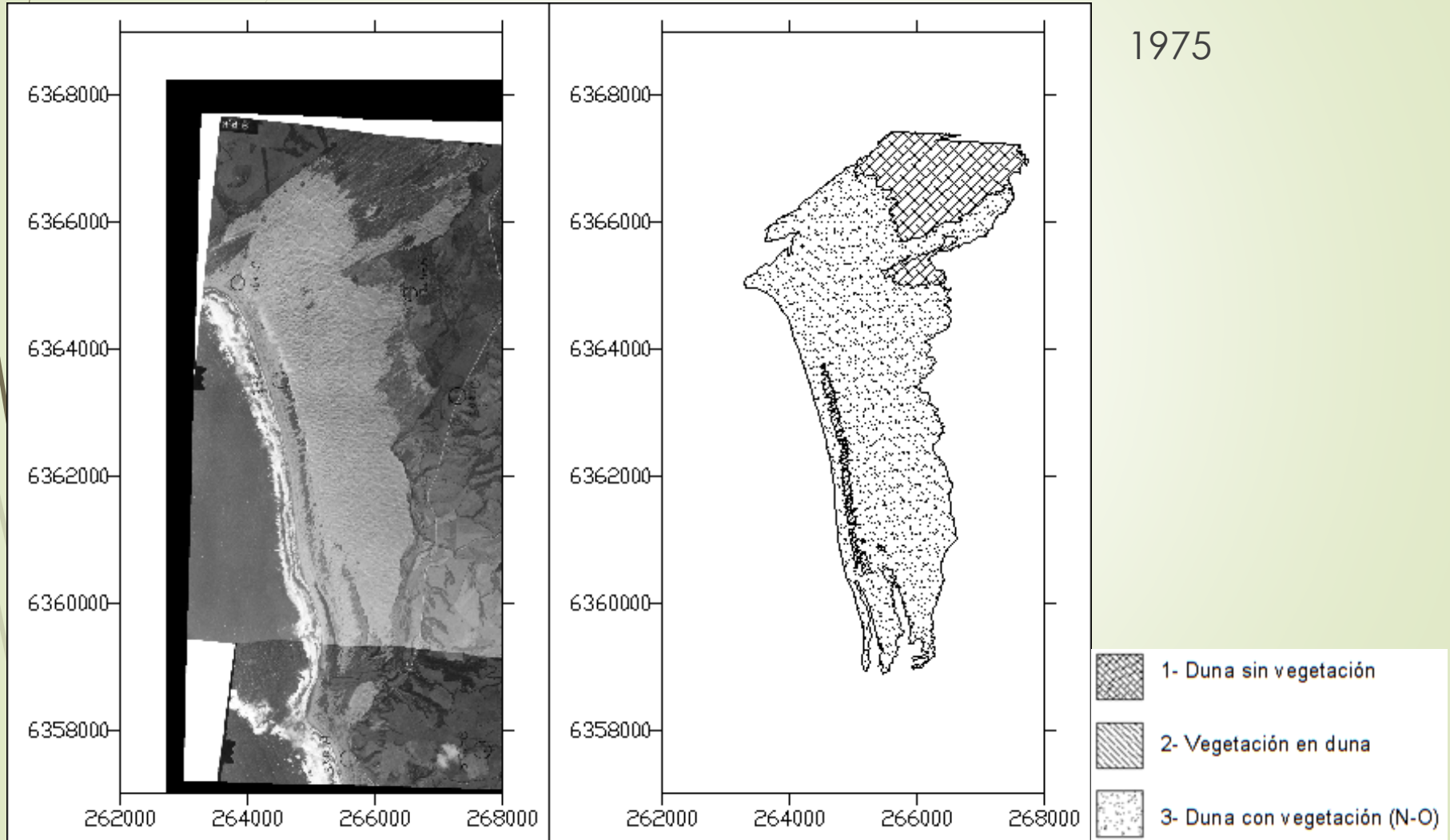
$$\frac{\partial h}{\partial t} \propto \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial t}$$



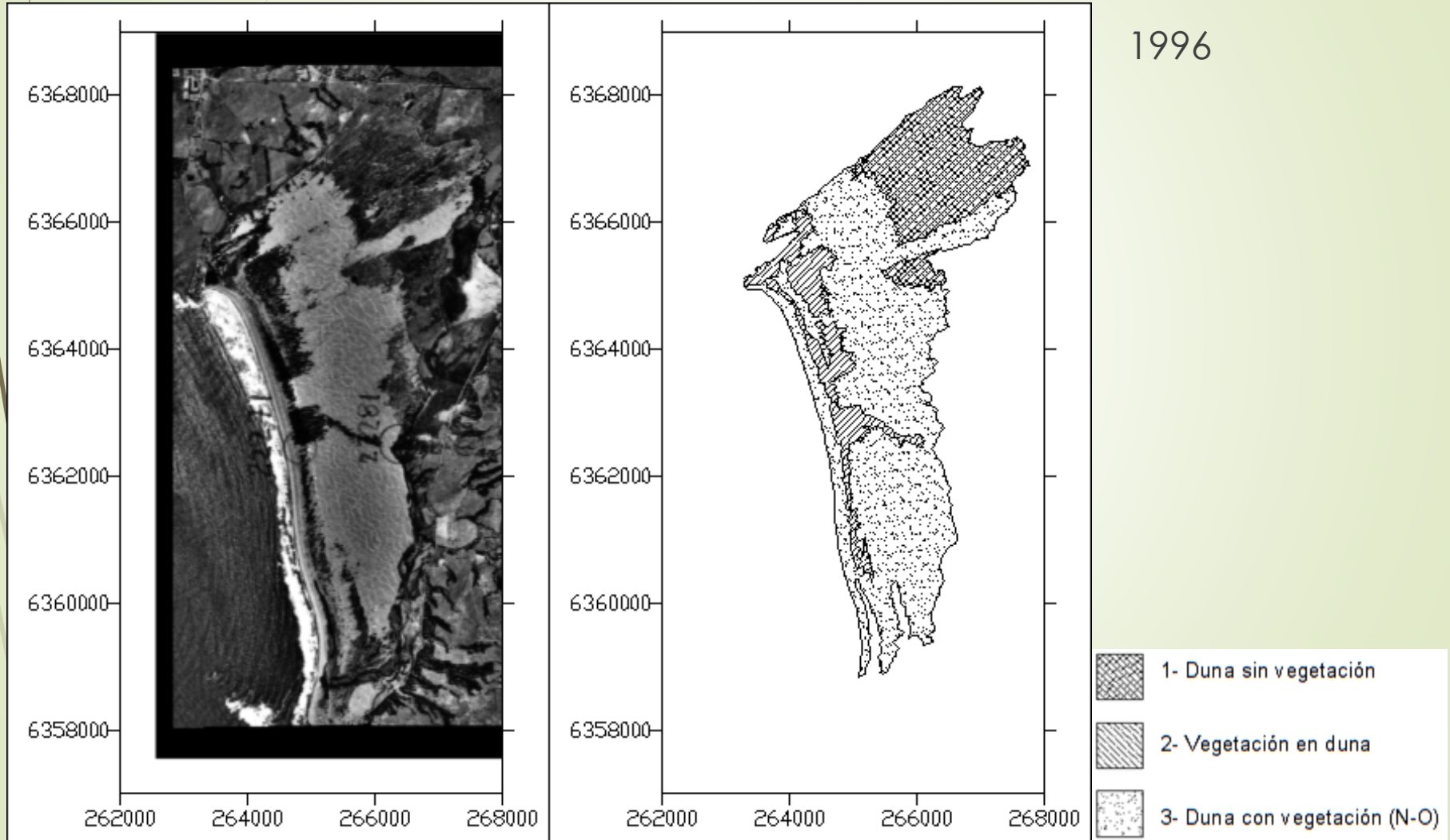
Análisis Histórico de desplazamiento de dunas



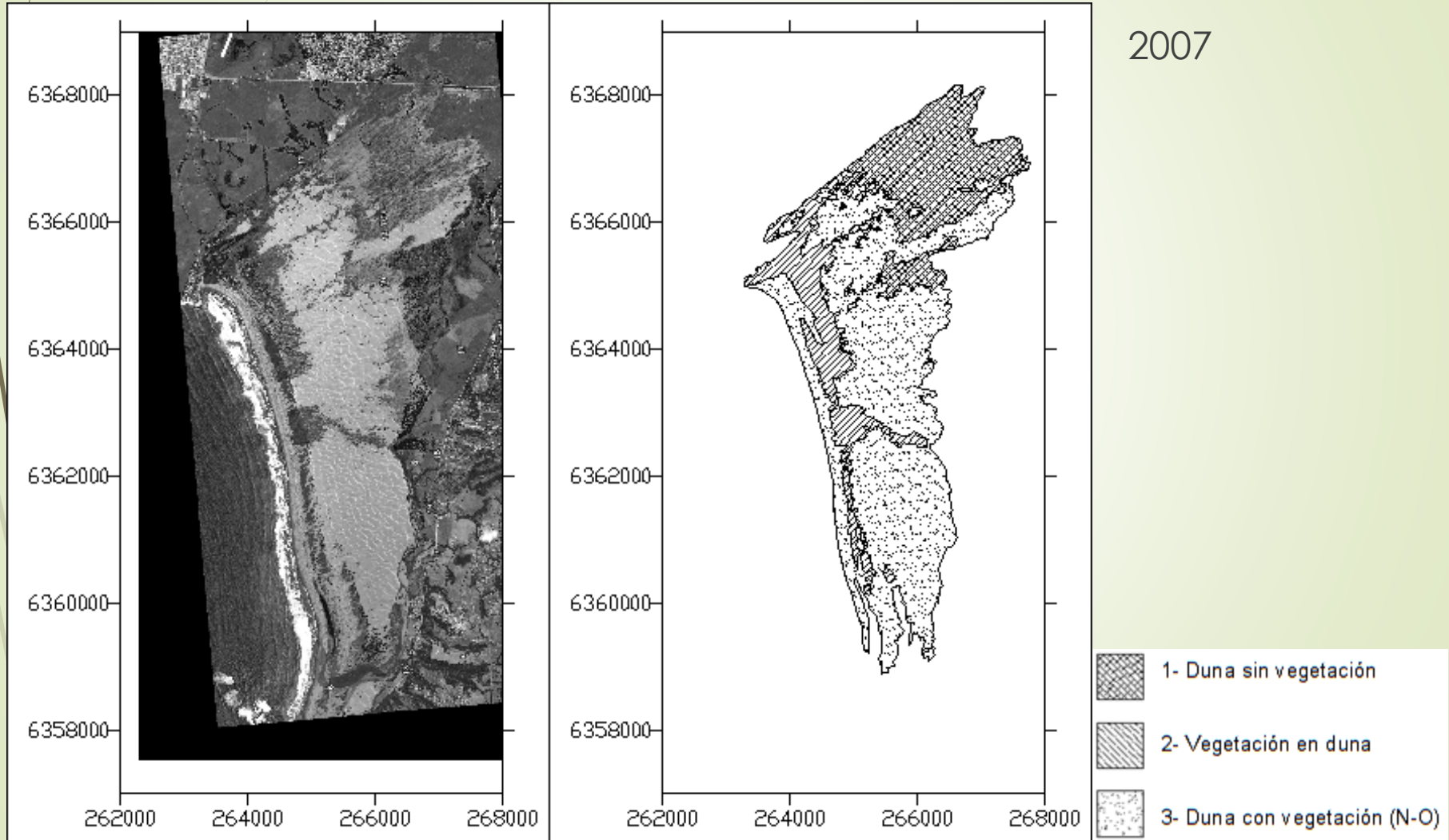
Análisis Histórico de desplazamiento de dunas



Análisis Histórico de desplazamiento de dunas



Análisis Histórico de desplazamiento de dunas



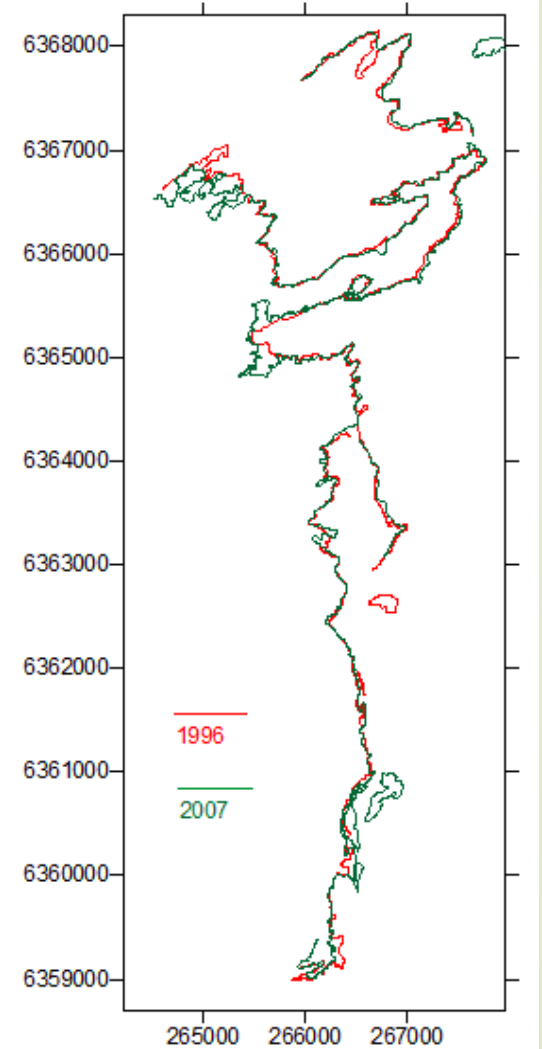
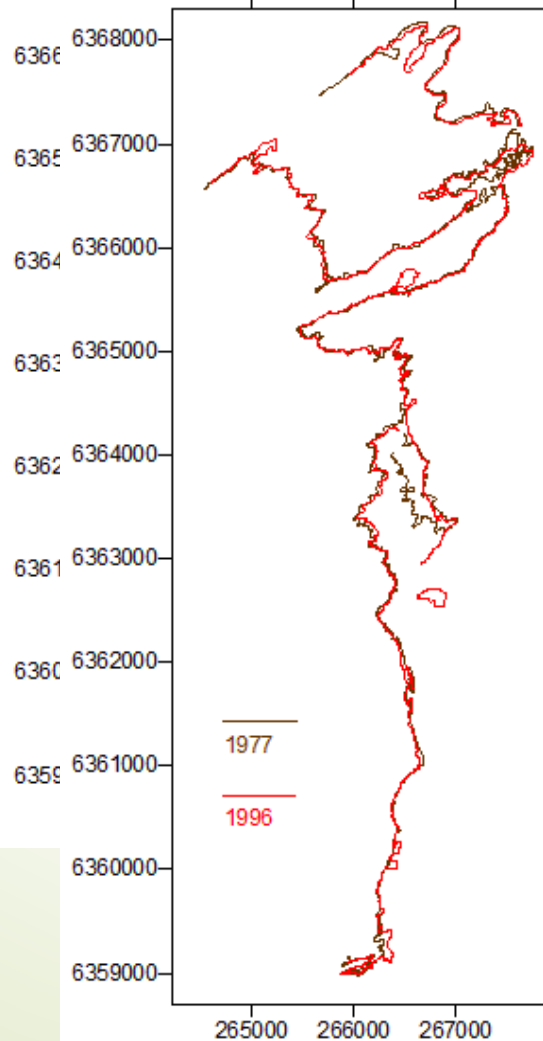
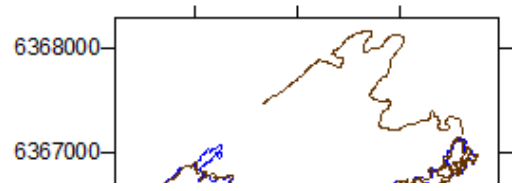
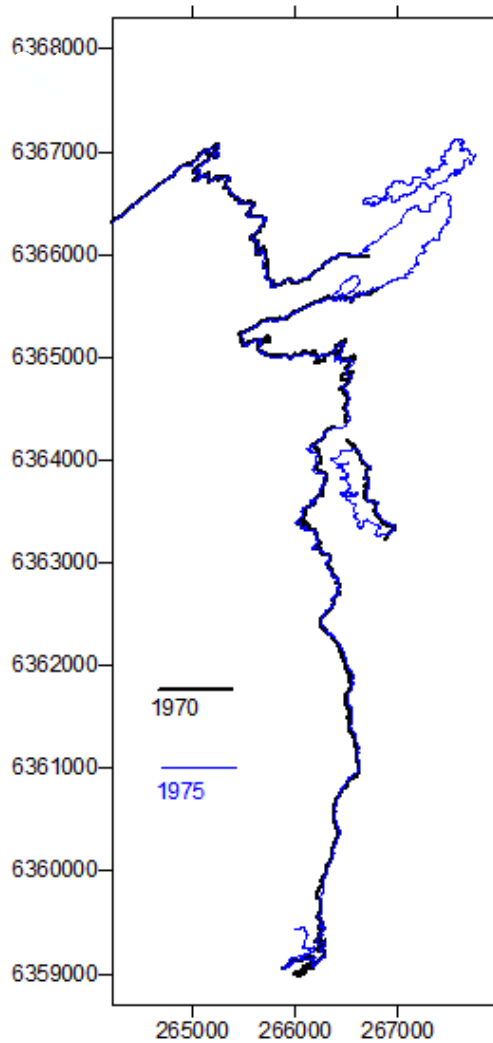
Análisis Histórico de desplazamiento de dunas

Porcentaje de áreas del campo dunar c/r a año base

año	duna sin vegetación	vegetación en duna	duna con vegetación N-O
1975	100%	100%	-
1996	86.26%	702.66%	100%
2007	82.36%	840.96%	103.38%

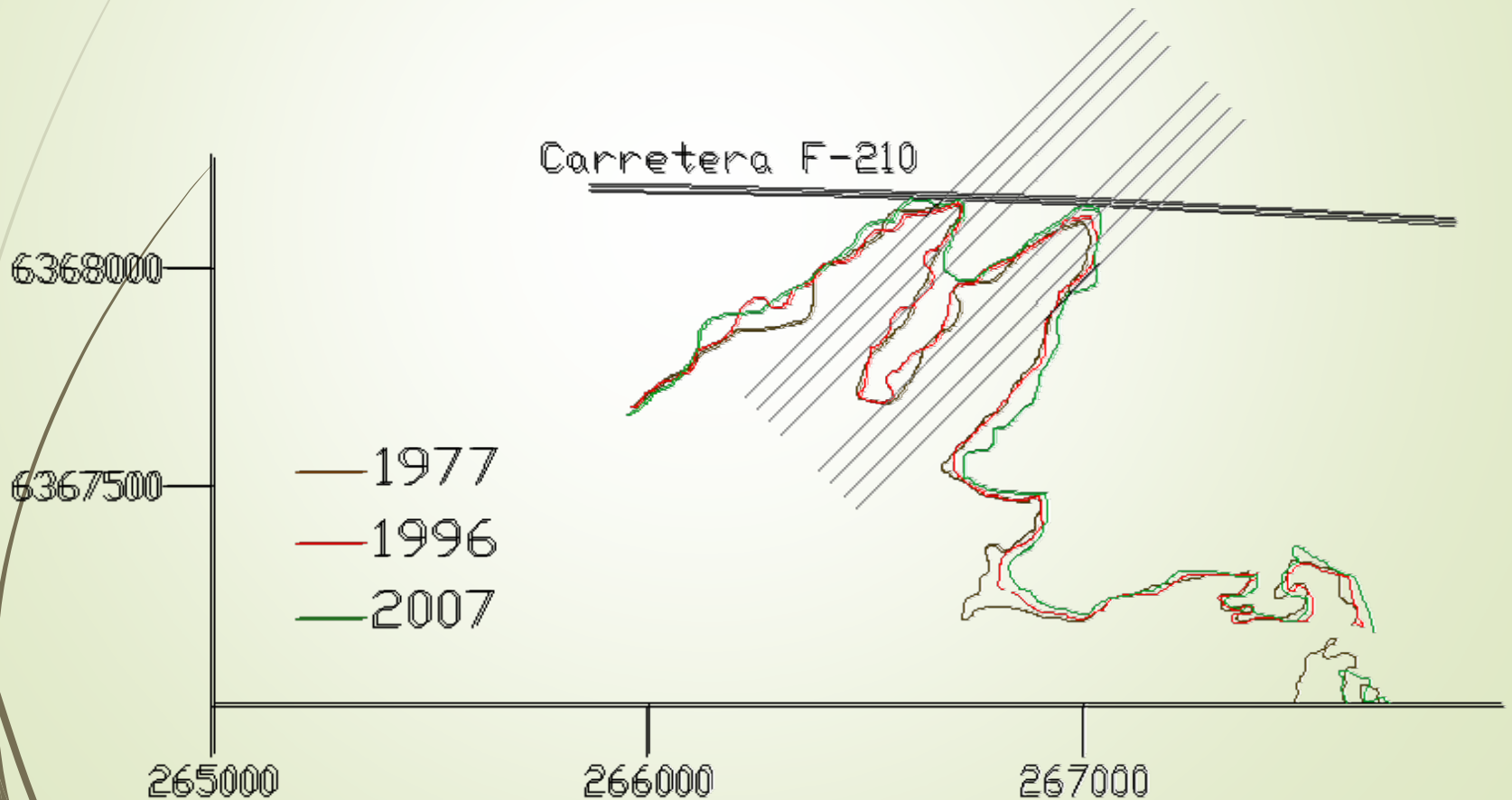


azamiento de

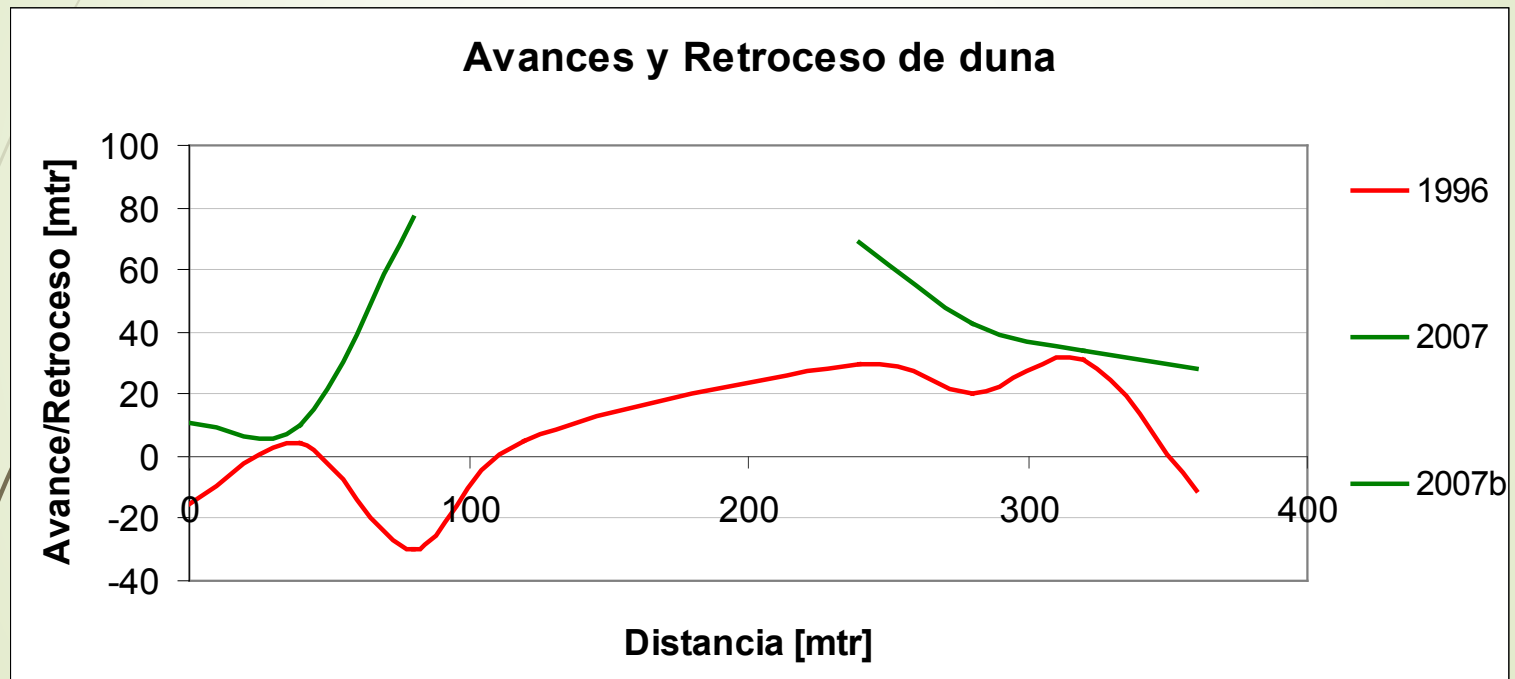


Análisis Histórico de desplazamiento de dunas

Límite NE campo dunar

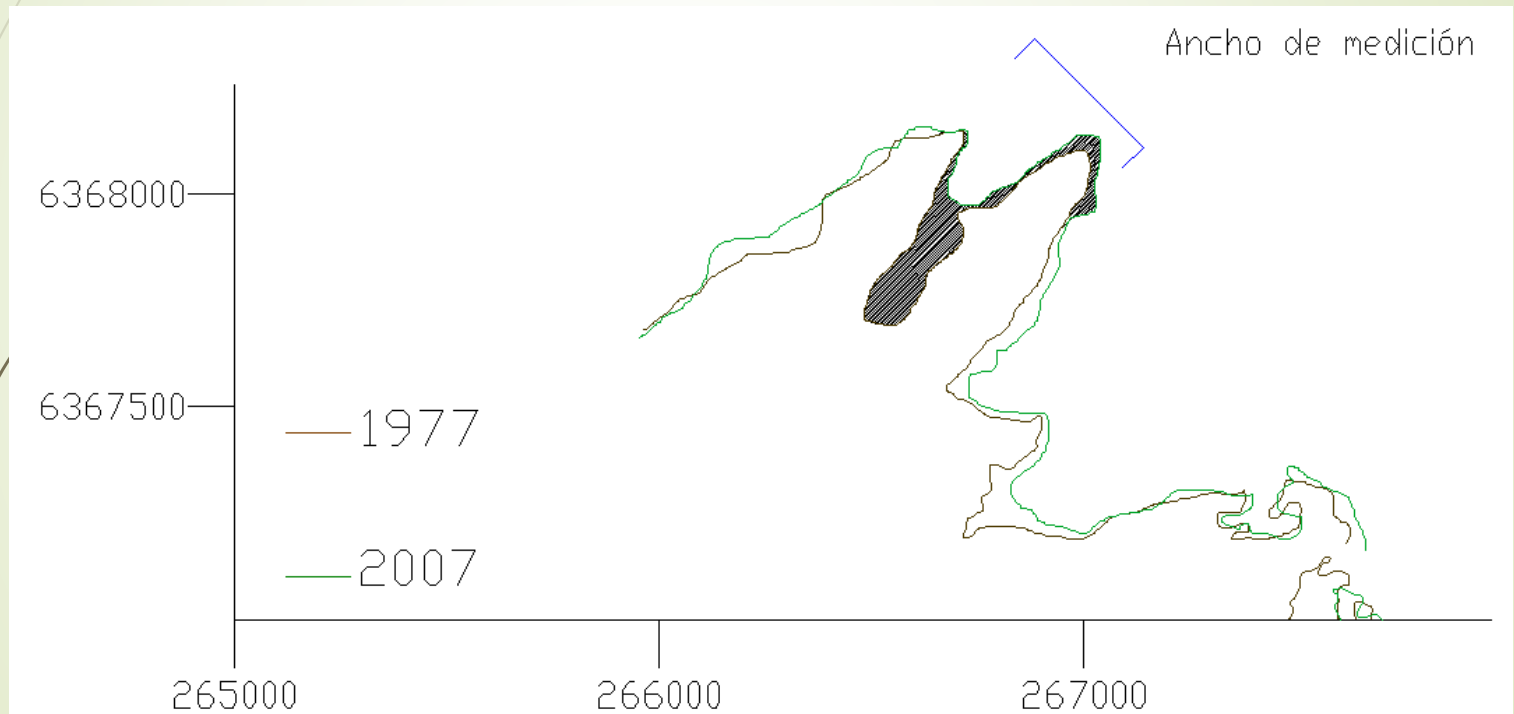


Análisis Histórico de desplazamiento de dunas

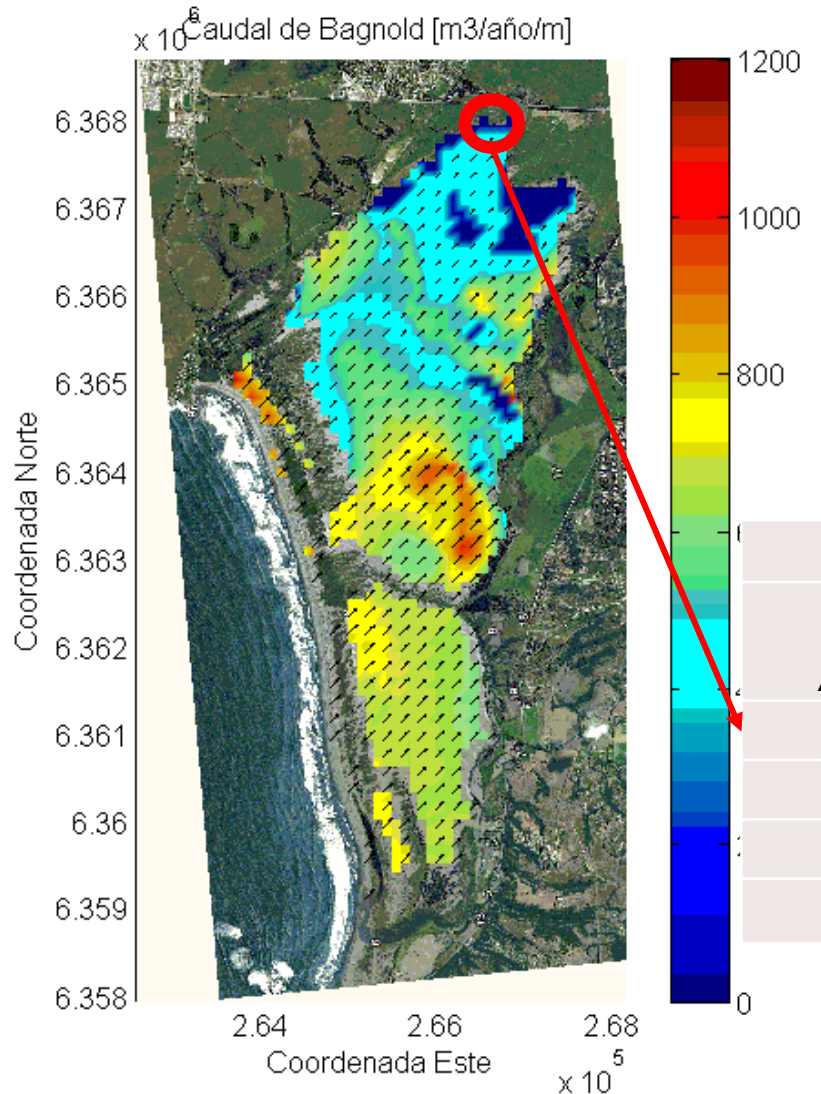


Avance promedio de 1.3 m/año

Análisis Histórico de desplazamiento de dunas

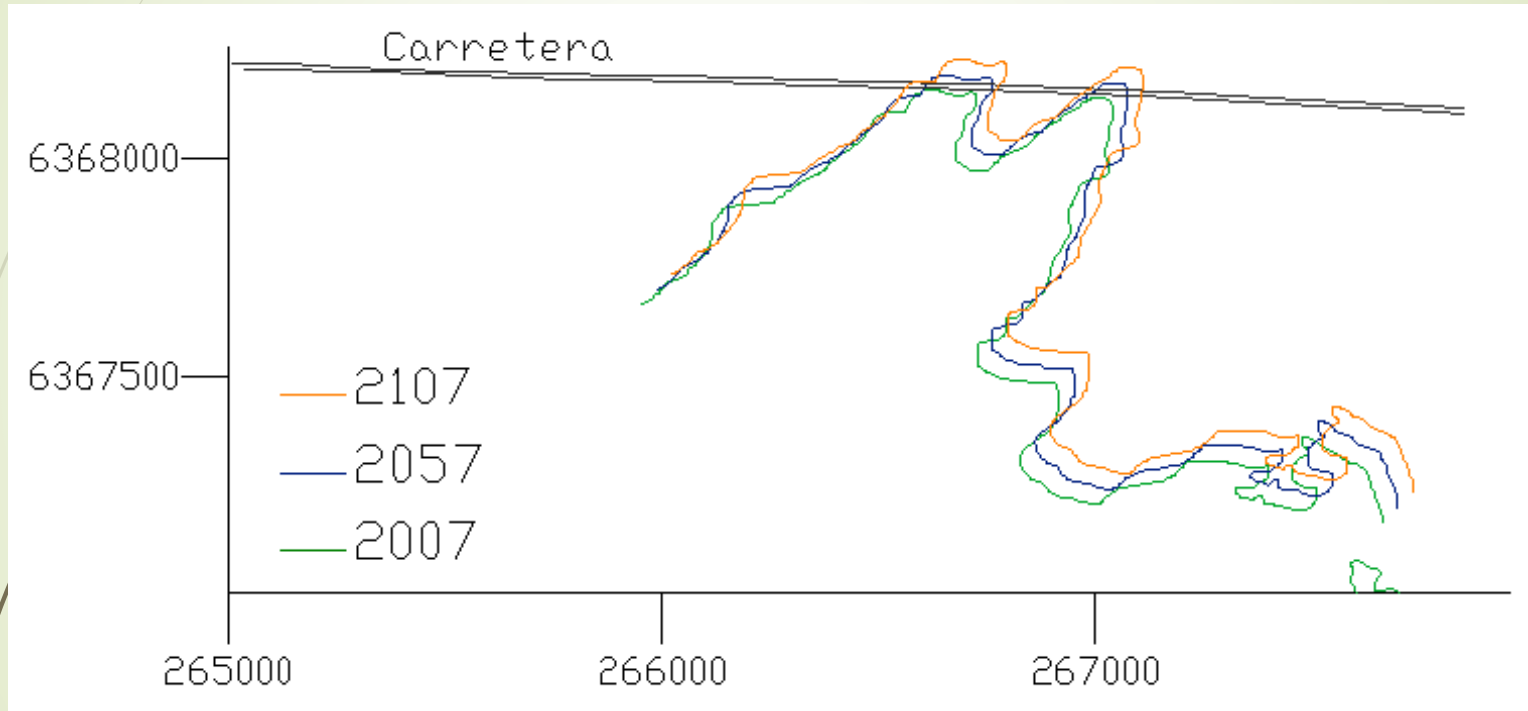


Análisis Histórico de desplazamiento de dunas



Método	Tasa [$\text{m}^3/\text{año}/\text{m}$]
Área de avance	1,443.55
Bagnold	430
Kawamura	65
Lettau y Lettau	20
White	40

Proyección a Futuro



Recopilación de Medidas de Mitigación Realizadas



Recopilación de Medidas de Mitigación Realizadas

- Finalizando la década de 1960 por parte de la División Forestal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) se realizó riego con agua de mar, en donde se utilizaron ciertas especies de arbustos.
- Por parte del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) se introdujeron especies destacándose la *Acacia saligna*, un pequeño árbol.
- Un trabajo de control de dunas realizado por Vita y Cogollor (1979), quienes introdujeron el *Tamarix gallica*, un arbusto que mide hasta 6-8 m., y probaron la utilización de *Amophila arenaria* en hileras.
- Por parte de CONAF, se realizó una plantación amplia de *Ammophila arenaria* en 1974, planta que puede alcanzar 1.2 m, las cuales se concentraron en la zona de la Estación de Ritoque. Este programa se continuó en 1975 donde se realizaron algunos ensayos.

Rojas (2008)

Recopilación de Medidas de Mitigación Realizadas



Castro (1987)



Transporte
Eólico

Fotografías
aéreas

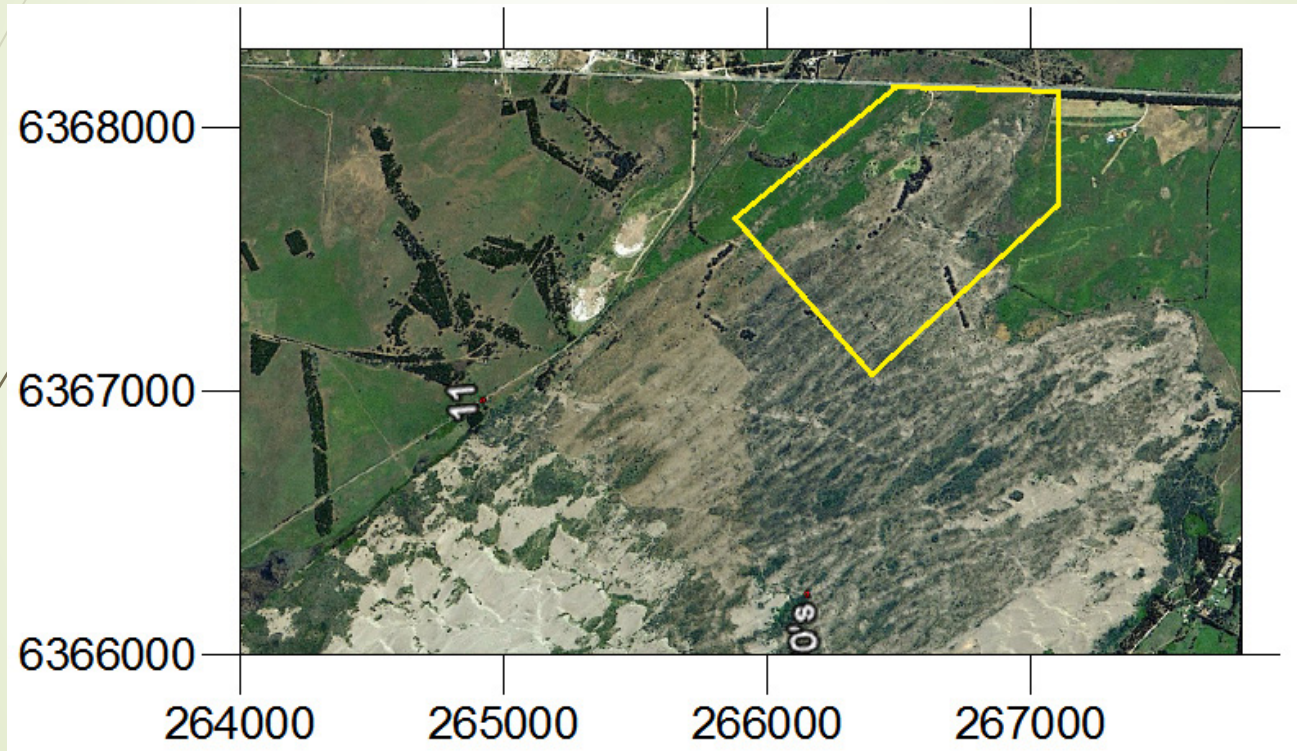
Antecedentes
pasado

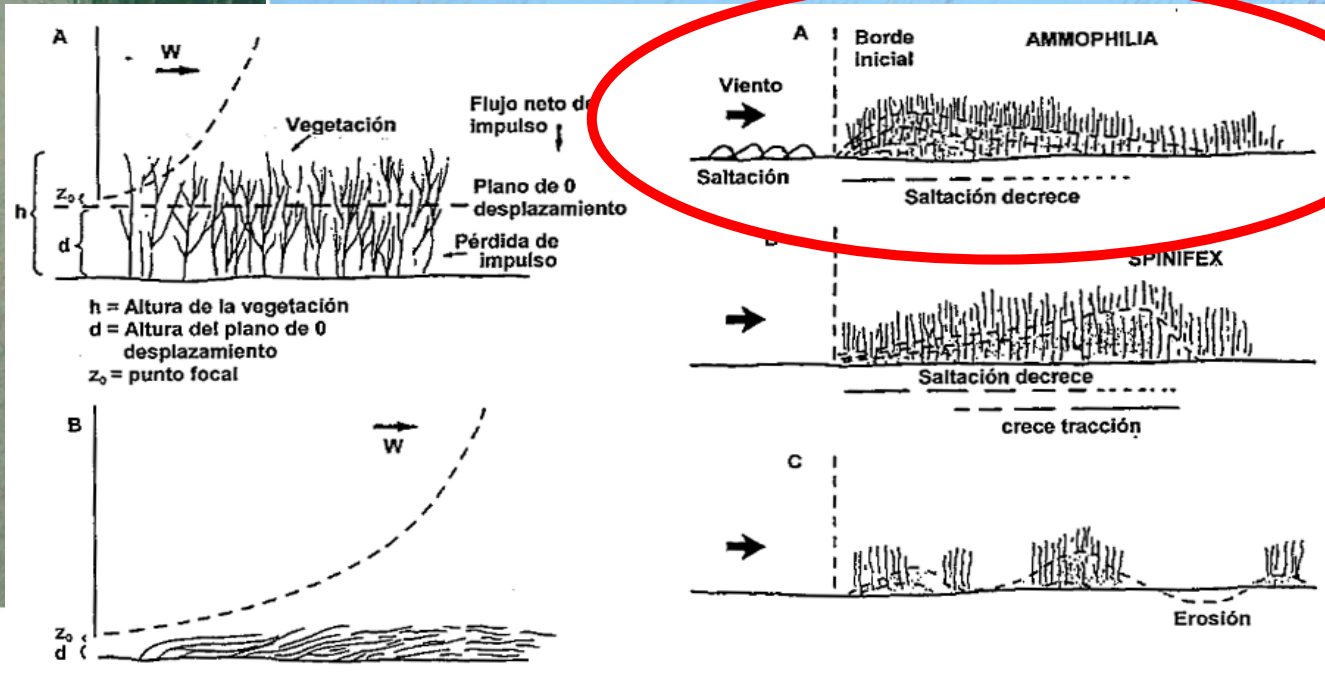
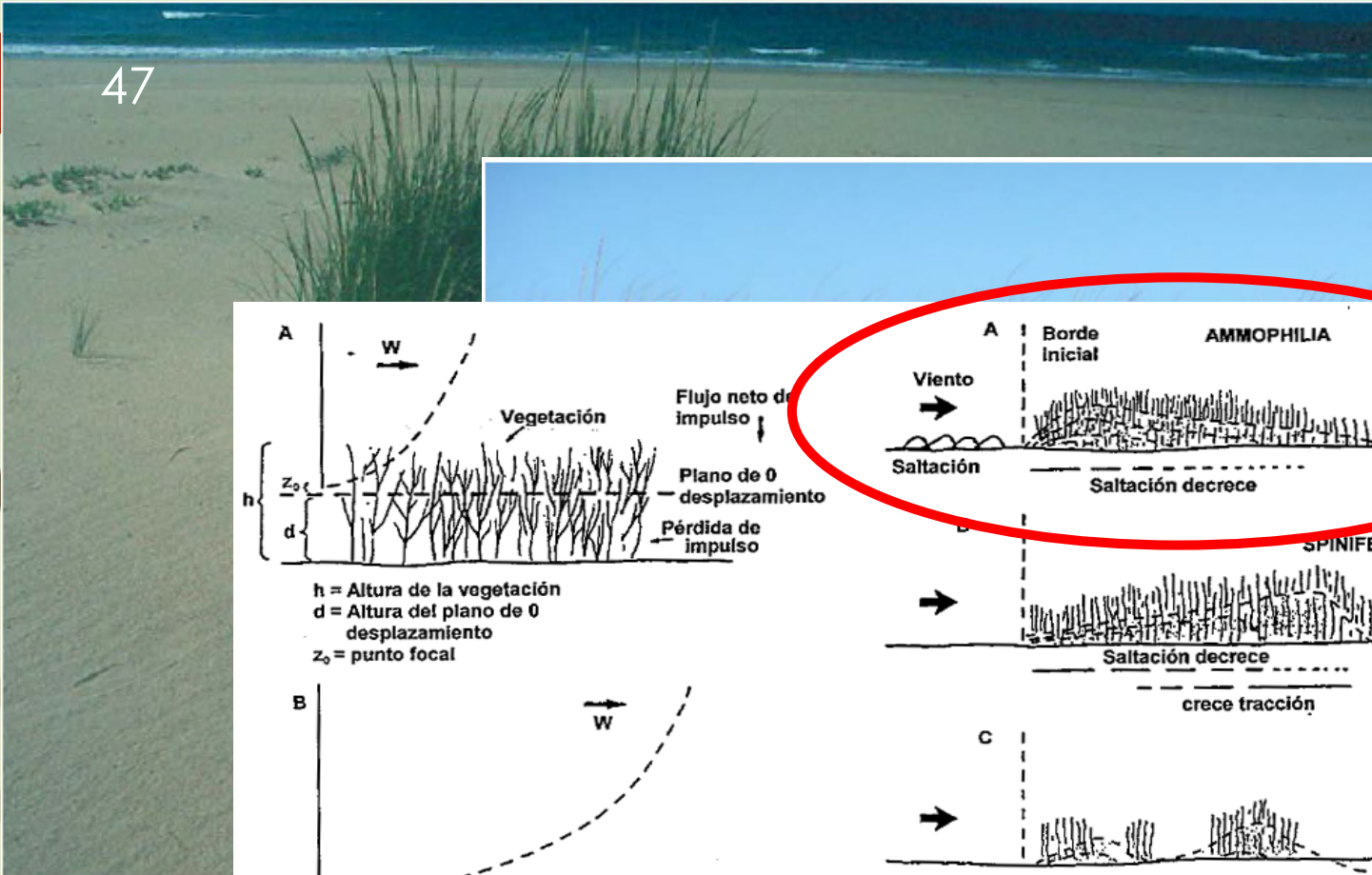
Las Dunas sí
se Desplazan

A diagram with three text boxes at the top: 'Transporte Eólico', 'Fotografías aéreas', and 'Antecedentes pasado'. Three red arrows point from each of these boxes down to a central dark green oval containing the text 'Las Dunas sí se Desplazan'. The background is light green with a decorative element of thin, curved lines on the left side.

Propuesta de mitigación para contener avance de duna

Ammophila Arenaria





Fotografía 1

Montículo dunar con *Am...*

Perillo, G., 2003. *Dinámica del Transporte de Sedimentos.*

Fotografía 11

Parque Natural de Corrubedo (La Coruña). Aspecto general que ofrecen las cresta de las dunas primarias colonizadas por *Ammophila arenaria*.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Vientos
- Modelo y Campos de Vientos
- Transporte de Sedimentos y Formulaciones
- Desplazamientos de dunas
- Posibles Proyecciones

Recomendaciones

- Vientos
- Caracterización de Sedimentos
- Transporte de Sedimentos
- Topografía
- Análisis Mineralógico



Análisis del comportamiento Morfodinámico Histórico del Campo Dunar de Ritoque, Quintero, Chile.

Cristián Santander Escudero