

Del Pasado al Futuro:

El Desarrollo Costero en las Frisias del Norte (Alemania)

Dr. Kai Ahrendt
Compañía para el Ambiente y la Costa
<http://www.iczm.de>
ahrendt@iczm.de



Mar del Norte

Ubicación del área

Dinamarca
Denmark

Mar Báltico

Gran Bretaña
United Kingdom

Alemania
Germany

Netherlands
Amsterdam
's-Gravenhage

Belgium

Luxembourg

Czech Republic
Prague

Guernsey
Saint Peter Port

English Channel

Germany

Berlin

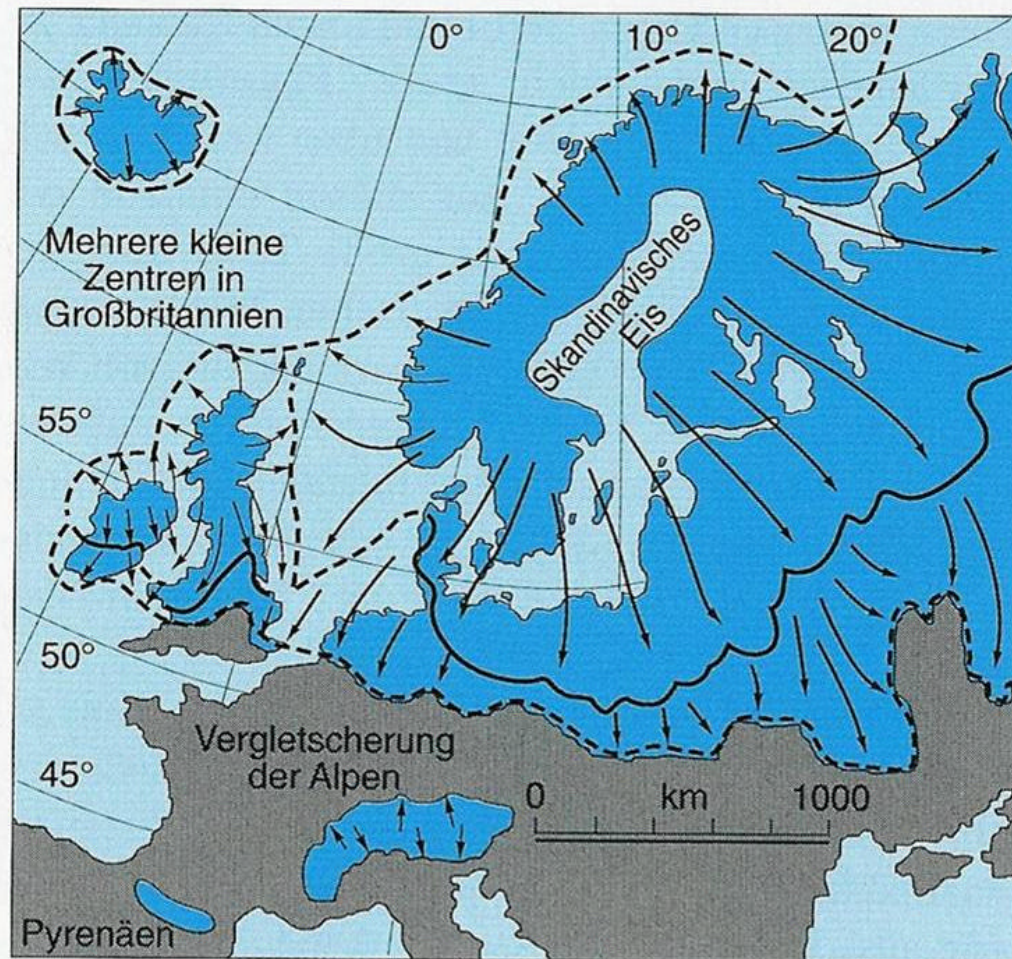
Kattegat

Skagerrak

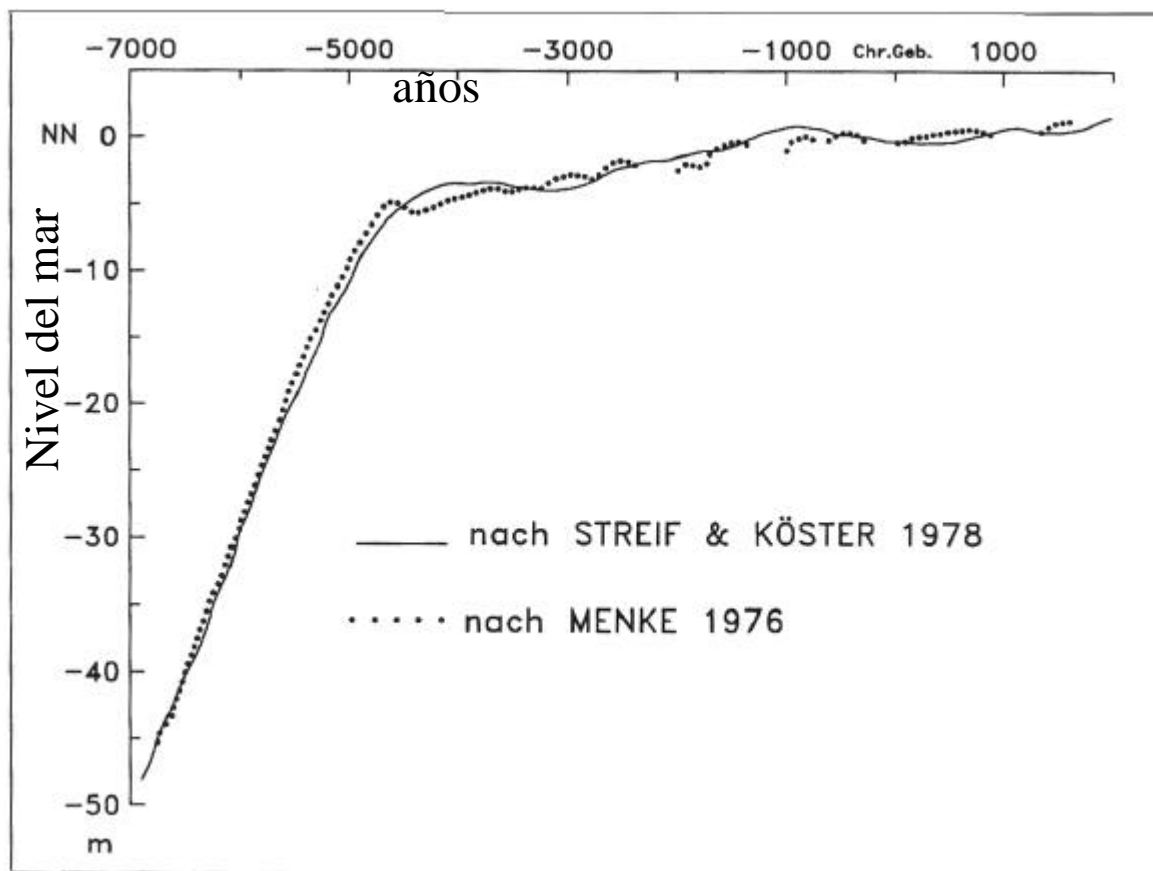
Bohuslän

Douglas

Dublin



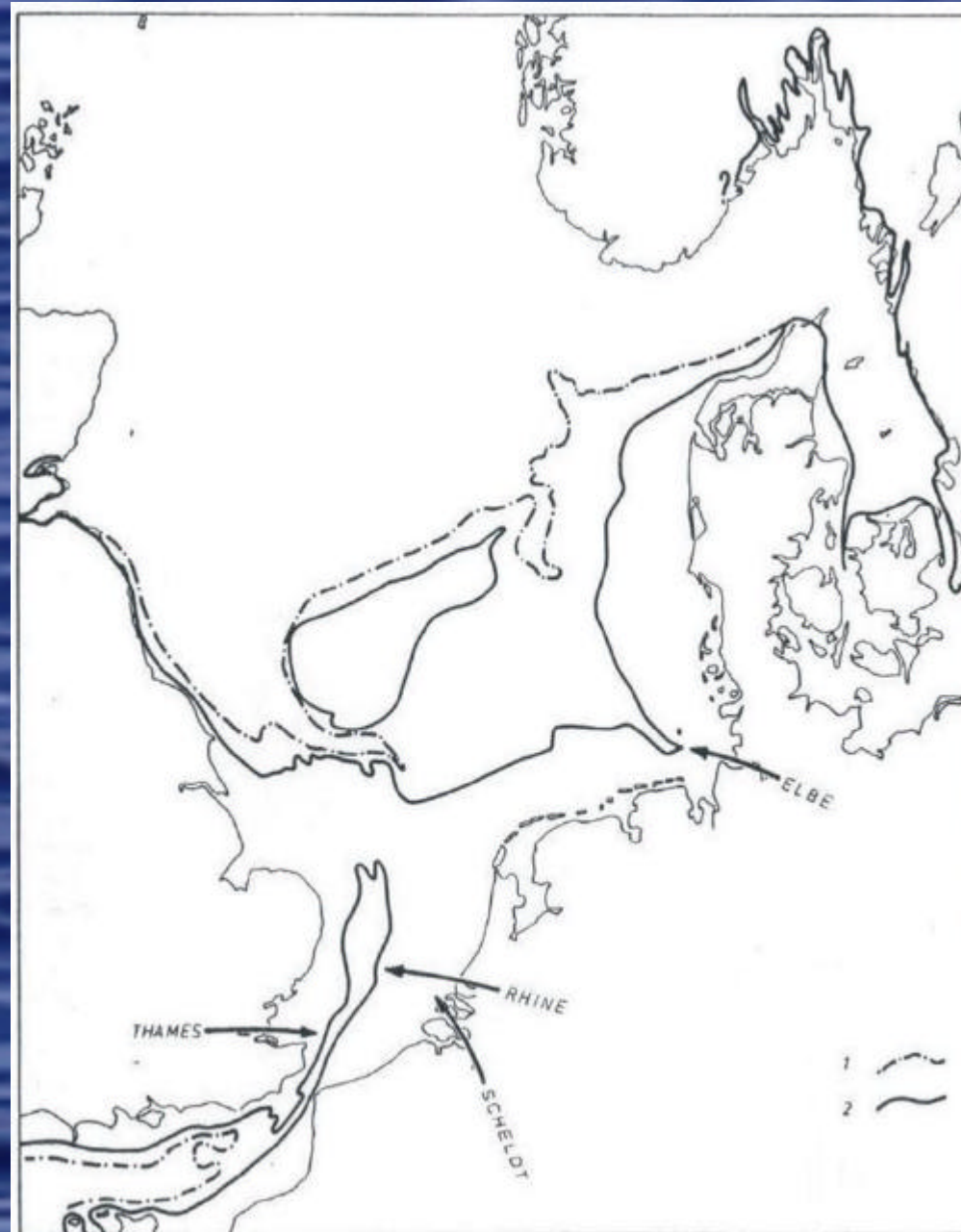
Extensión de las glaciaciones del Pleistoceno tardío en el Norte de Europa; la **línea gruesa** marca el límite de la última glaciación (=Weichseliana), que culminó hace aproximadamente 15.000 años. La parte austral del Mar del Norte no fue cubierta. **En azul** = la máxima expansión de los hielos.



El aumento postglacial del nivel del mar en el sector alemán del Mar del Norte. Nótese un rápido ascenso de más de 40 m entre -7000 y -5000 años, seguido por un incremento leve del orden de los 5 m en los últimos 5000 años.



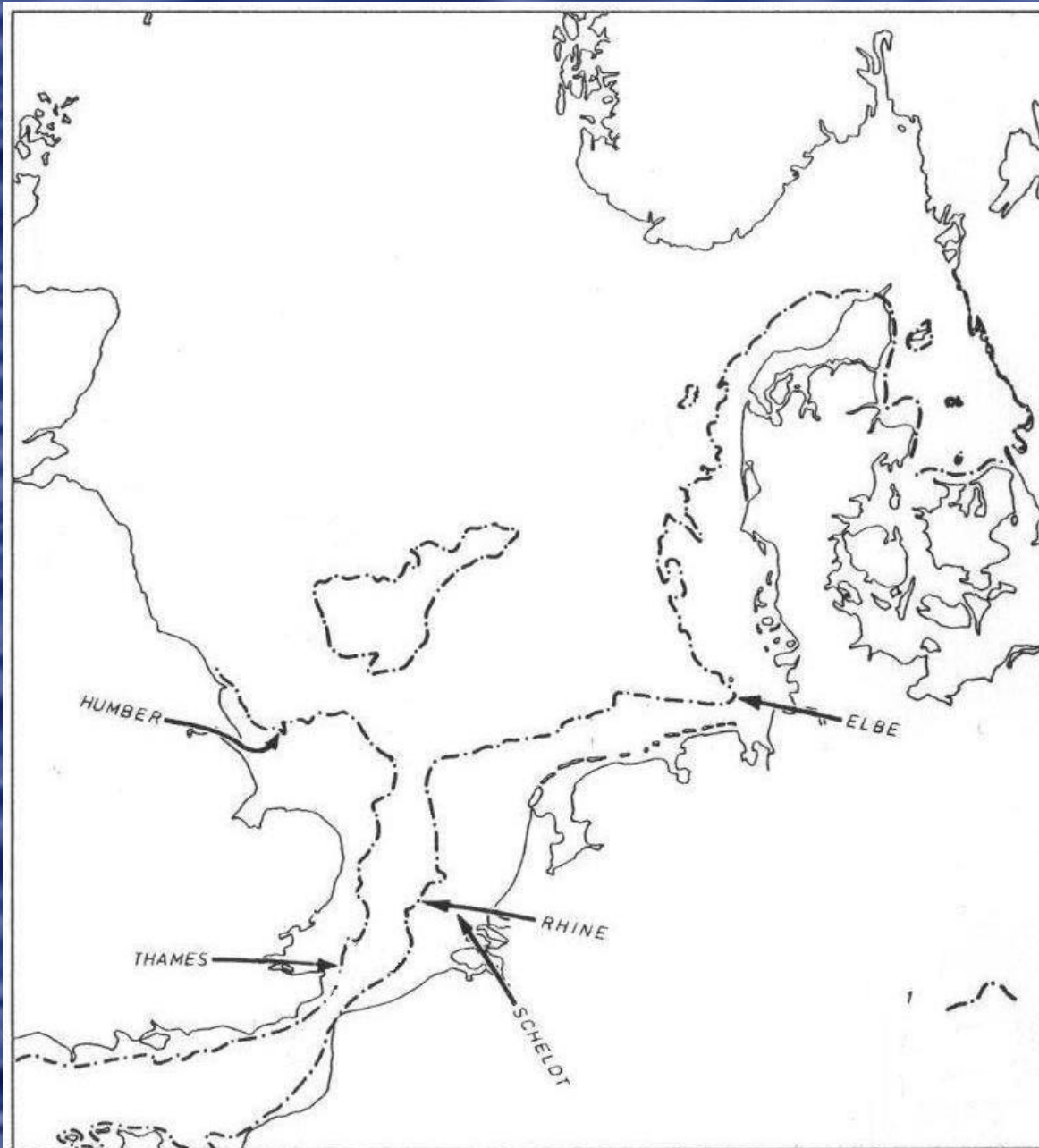
Hypothetical Weichselian shorelines in the North Sea basin.
 1. shoreline at 18000 B.P., sea level about 130 m below the present level.
 2. Shoreline at 12000 B.P., sea level about 90 m below the present level.
 3. Shoreline at 10300 B.P., sea level about 65 m lower than the present level.



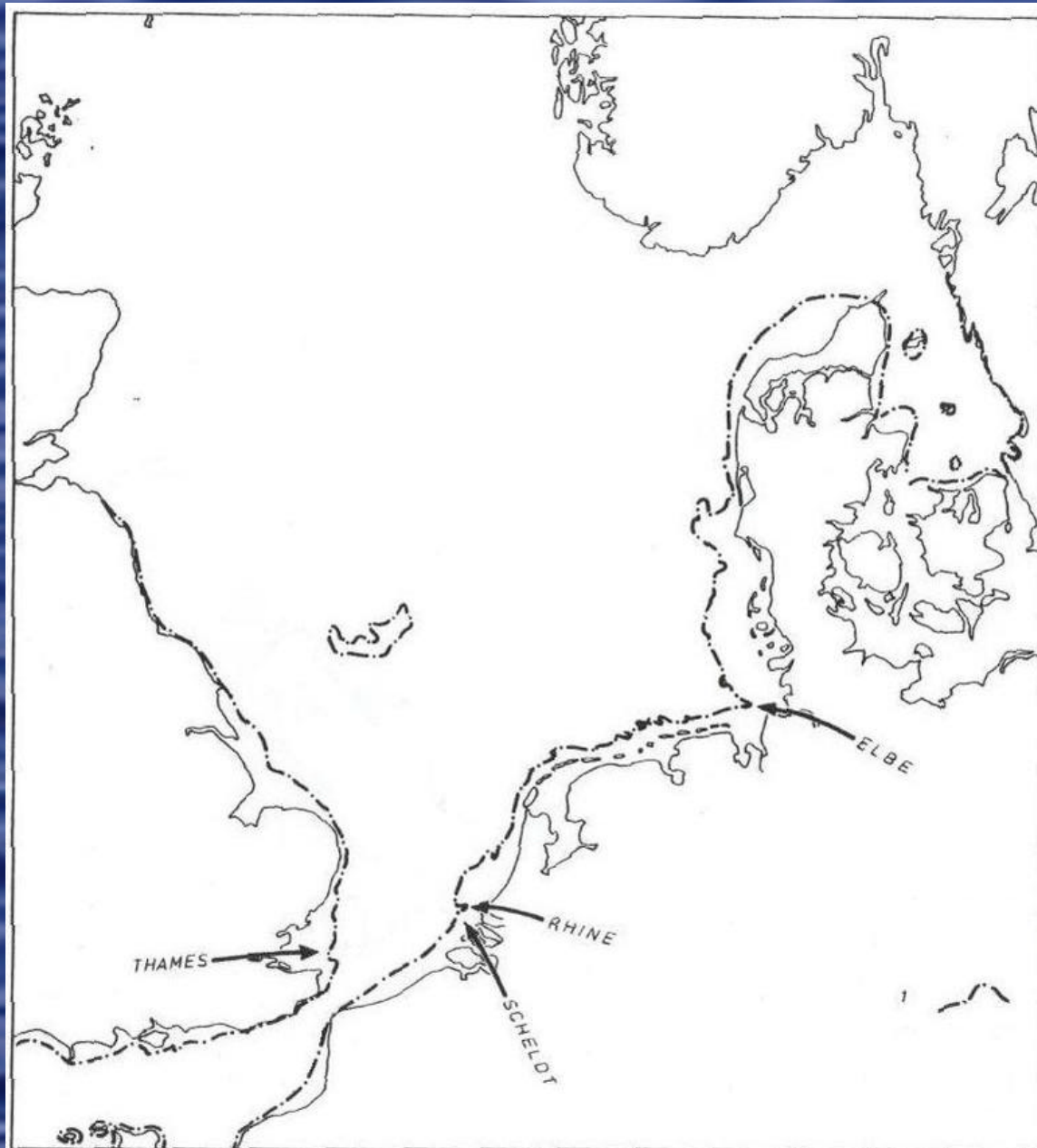
Hypotetical Early Boreal shorelines in the North Sea basin.

1. Shorelines at 9000 B.P., the beginning of the Boreal. Sea level about 50 m below the present level.

2. Shoreline at 8700 B.P. Sea level about 36 m lower than the present level.



Hypothetical Late Boreal shorelines in the North Sea basin. Sea level around 30 m below the present level.
1. Shorelines at 8300 B.P.



Hypothetical Early Atlantic shorelines in the North Sea basin. Sea level around 20 m below the present level.

1. Shorelines at 7800 B.P.



Sylt

Las islas

Föhr

Amrum

Project: Sedimentinventar North Frisian

Duration 01.06.2002 – 31.08.2005

18.000 core available

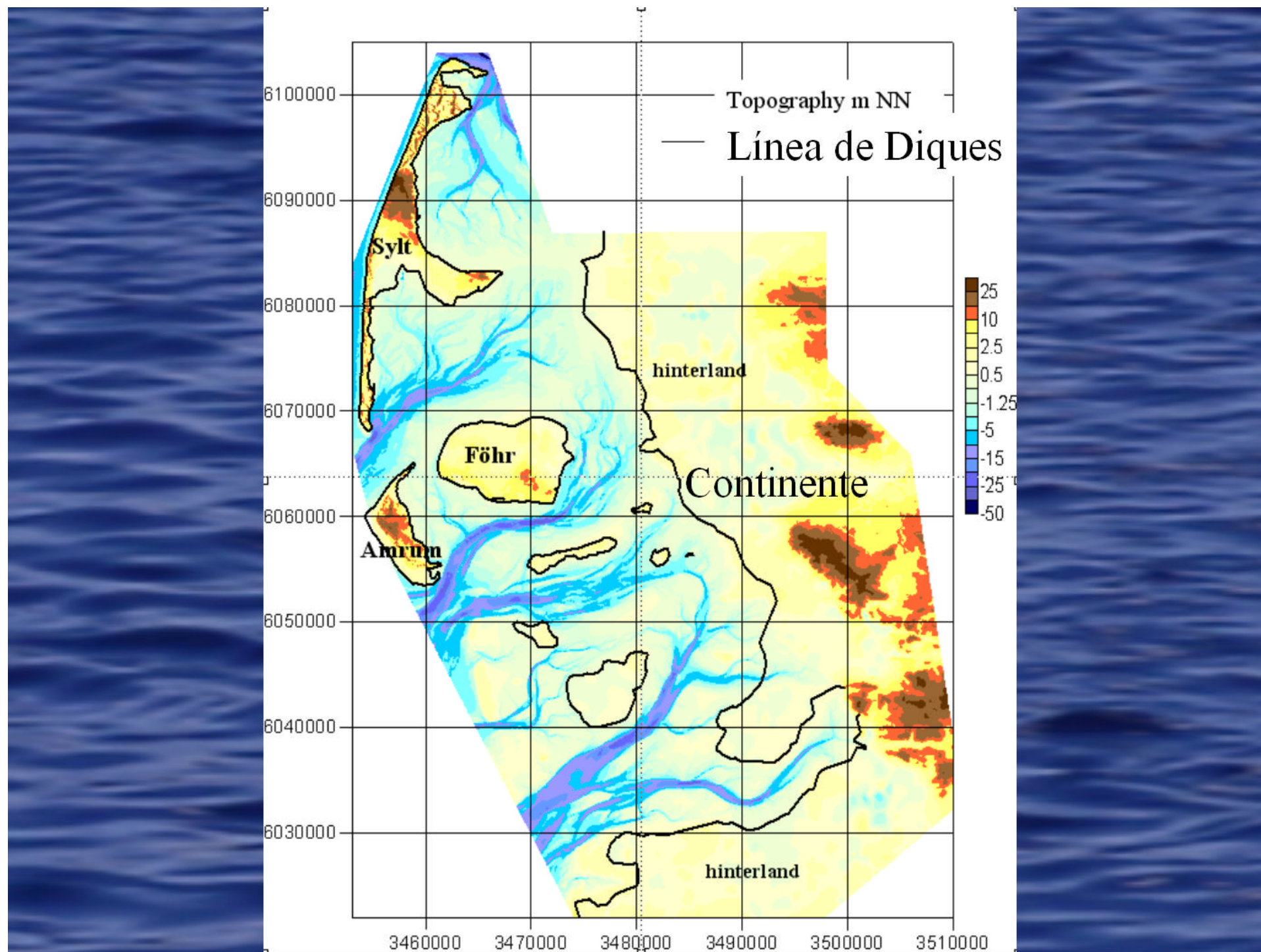
5700 analysed

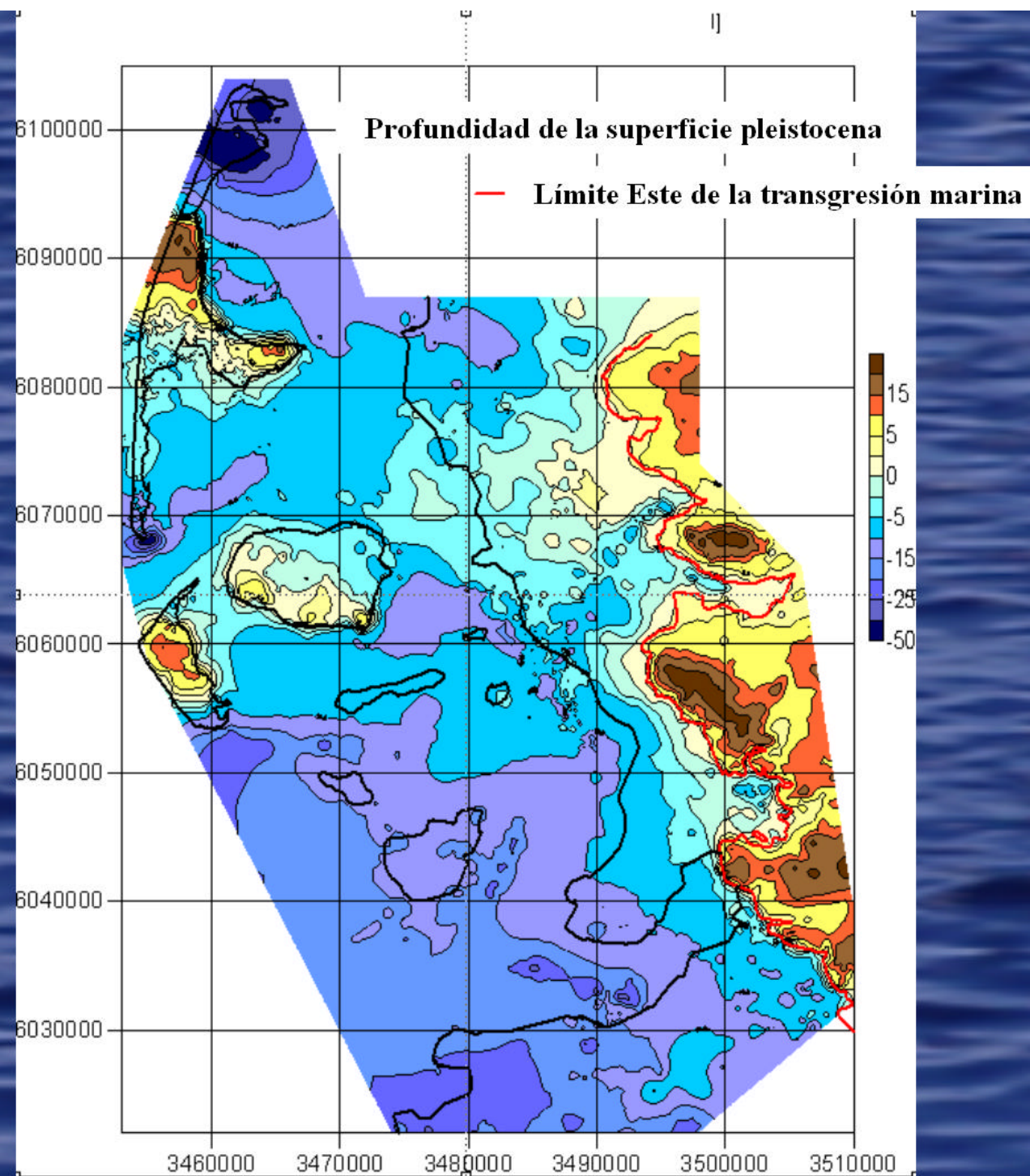
**Proyecto: Inventario de Sedimentos en las
Frisias del Norte – Alemania**

Duración 01-06-2002- 31-08-2005

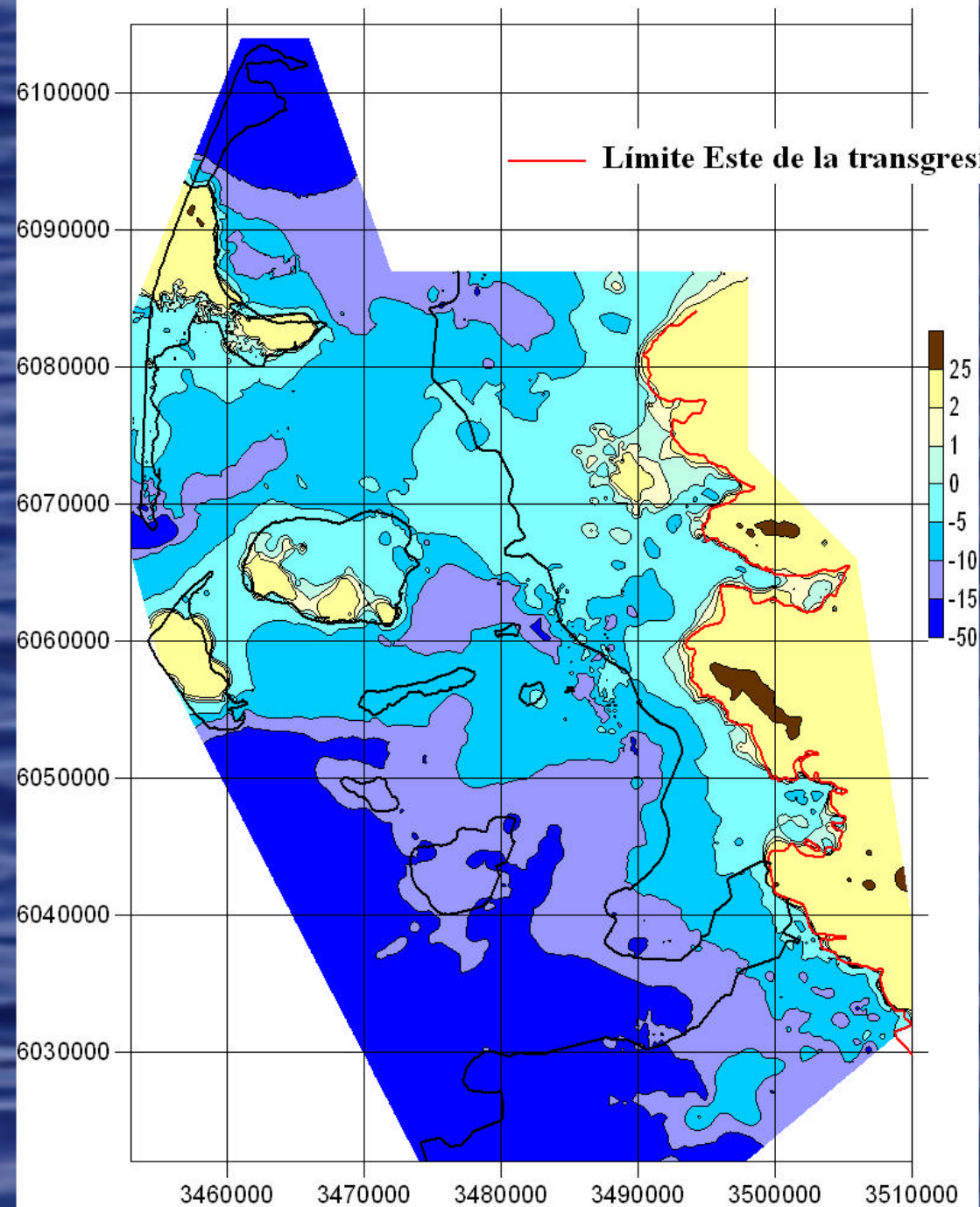
18.000 testigos de sedimentos

5700 analizados

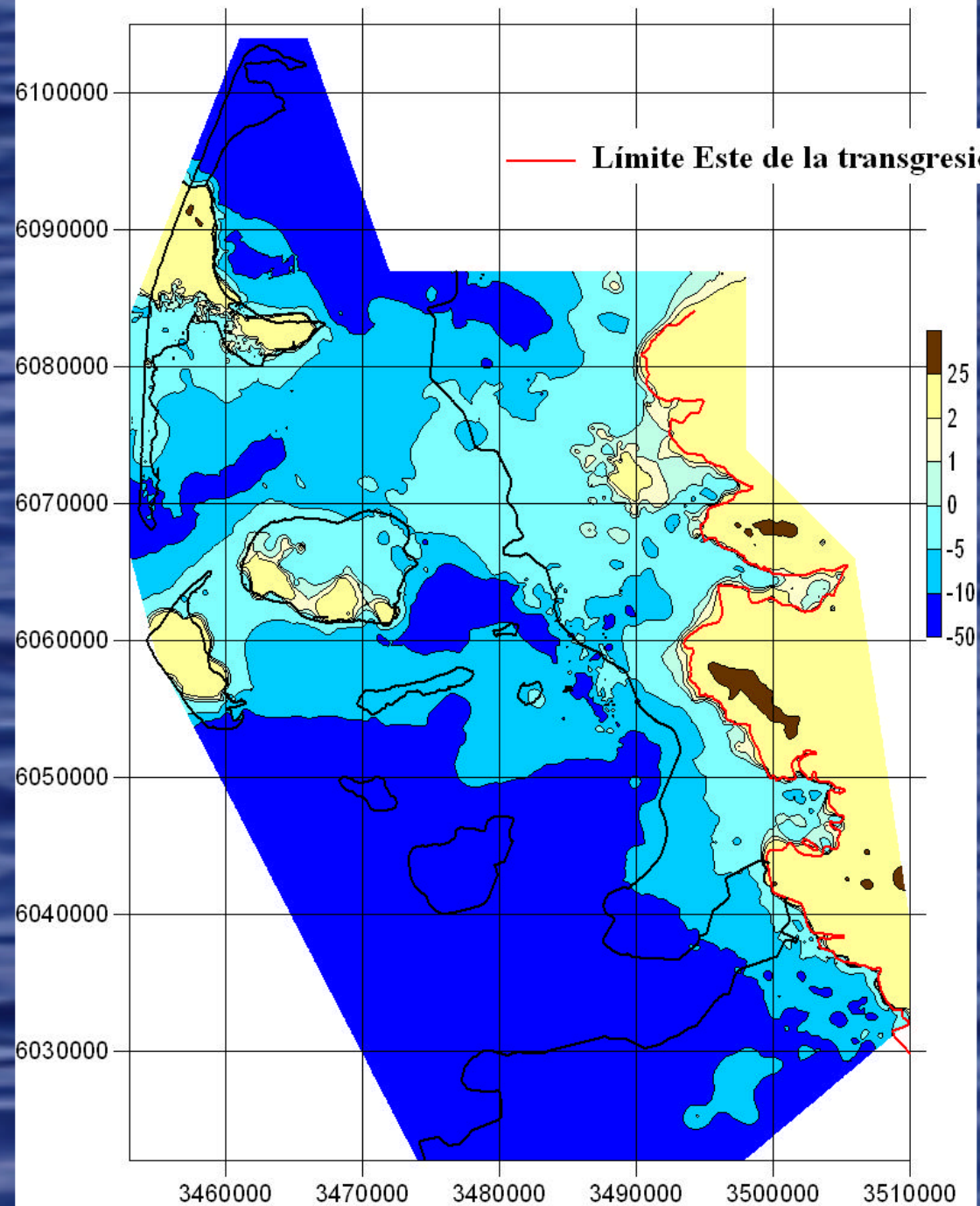




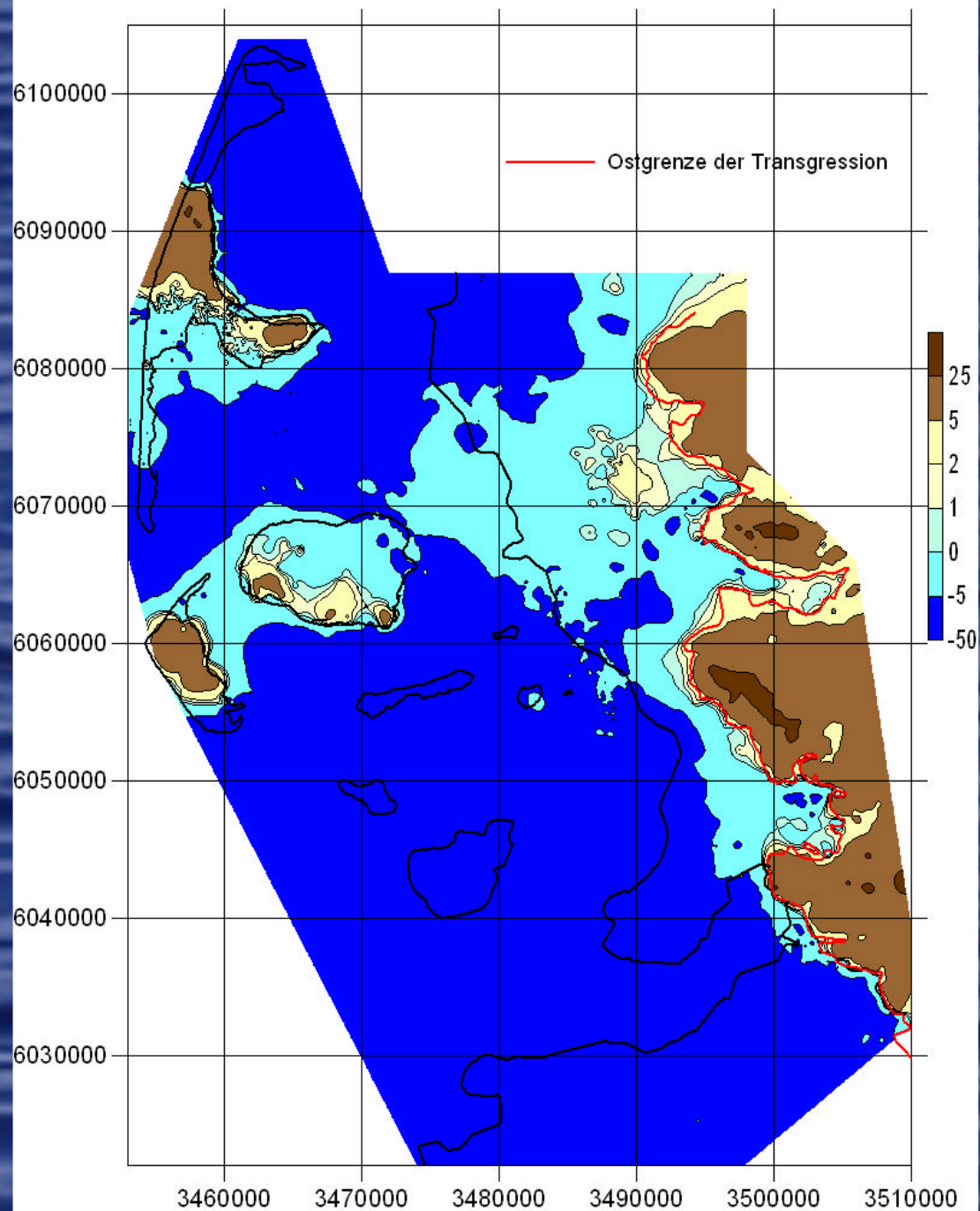
Tiefenlage der heutigen pleistozänen Oberfläche m [NN]
Wasserstand MTHW -15 m NN



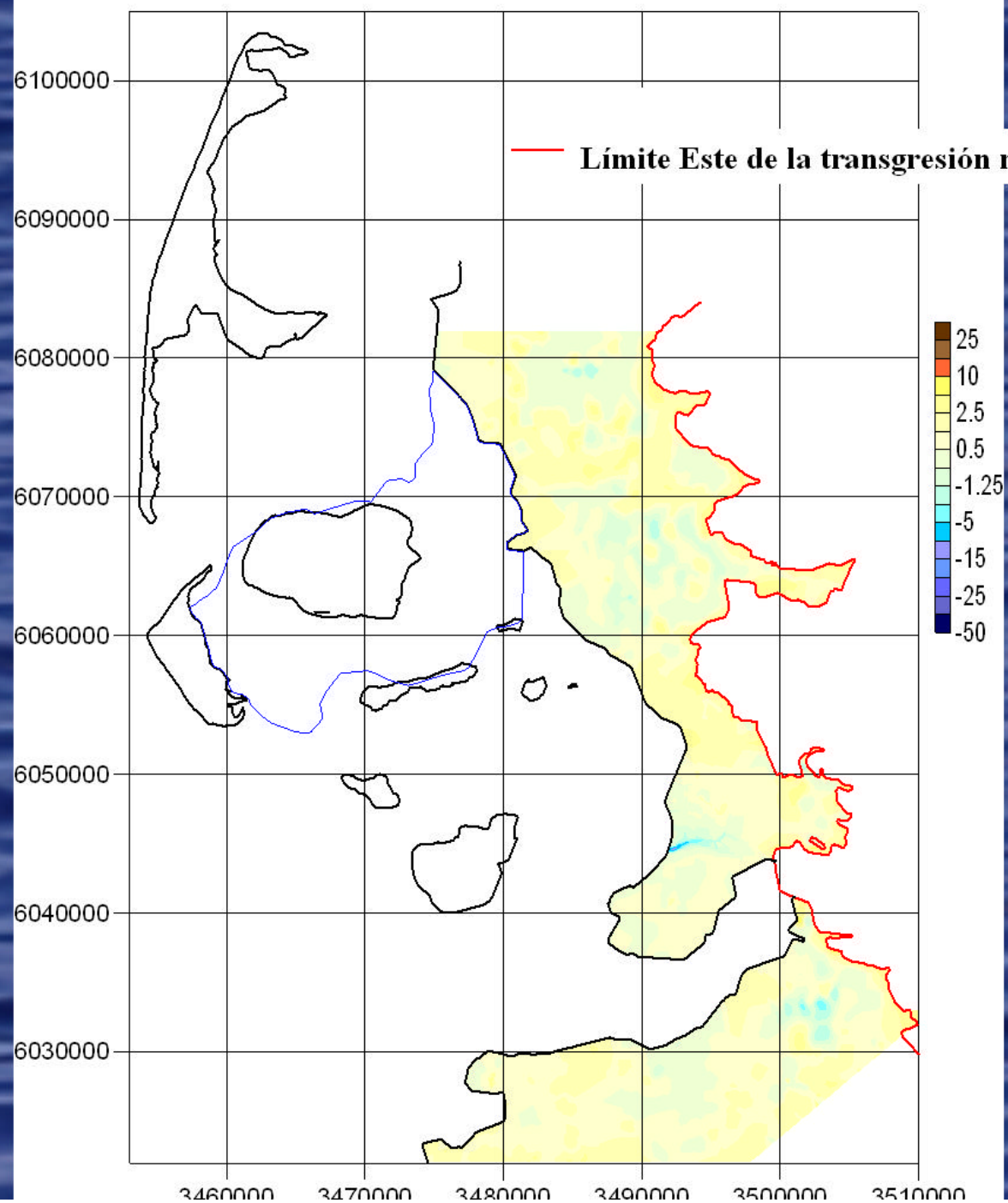
Tiefenlage der heutigen pleistozänen Oberfläche m [NN]
Wasserstand MTHW -10 m NN



Tiefenlage der heutigen pleistozänen Oberfläche m [NN]
Wasserstand MTHW -5 m NN



Topographie m [NN]

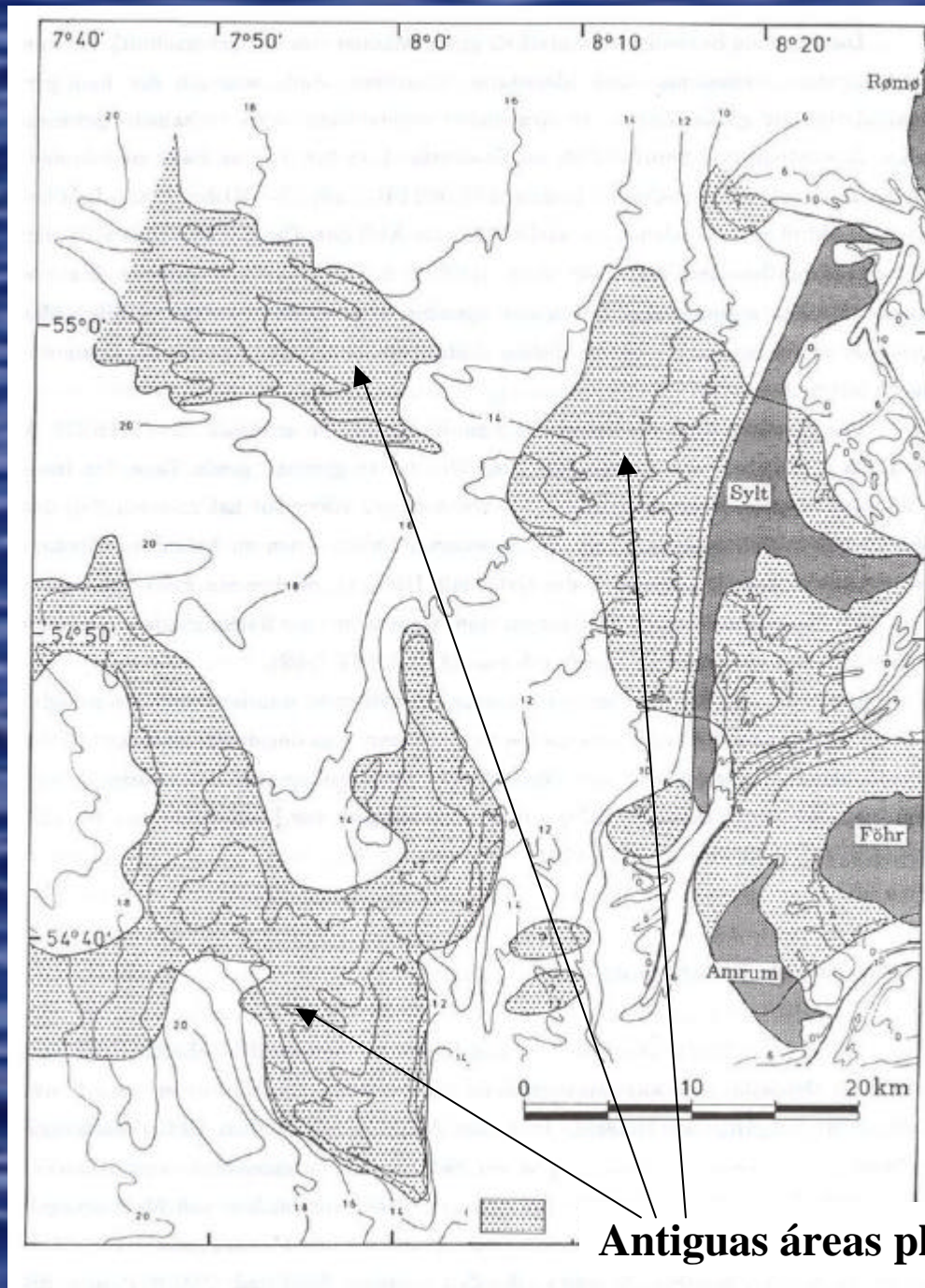


Volumen de sedimentos holocenos (últimos 10.000 años) m³	19,867 x 10⁹
Volumen de sedimentos holocenos con relación al 0 NN	21,592 x 10⁹
Volumen holoceno con relación a 1 m NN	23,792 x 10⁹
Volumen holoceno con relación a 2 m NN	26,047 x 10⁹
Volumen pleistoceno erosionado	1,828 x 10⁹
Volumen pleistoceno erosionado con relación al volumen holoceno reciente	9,2%
Volumen pleistoceno erosionado con relación al 0 m NN	8,5 %
Volumen holoceno endicado	6,65 x 10⁹
Volumen holoceno endicado con relación al volumen holoceno total	33,47%

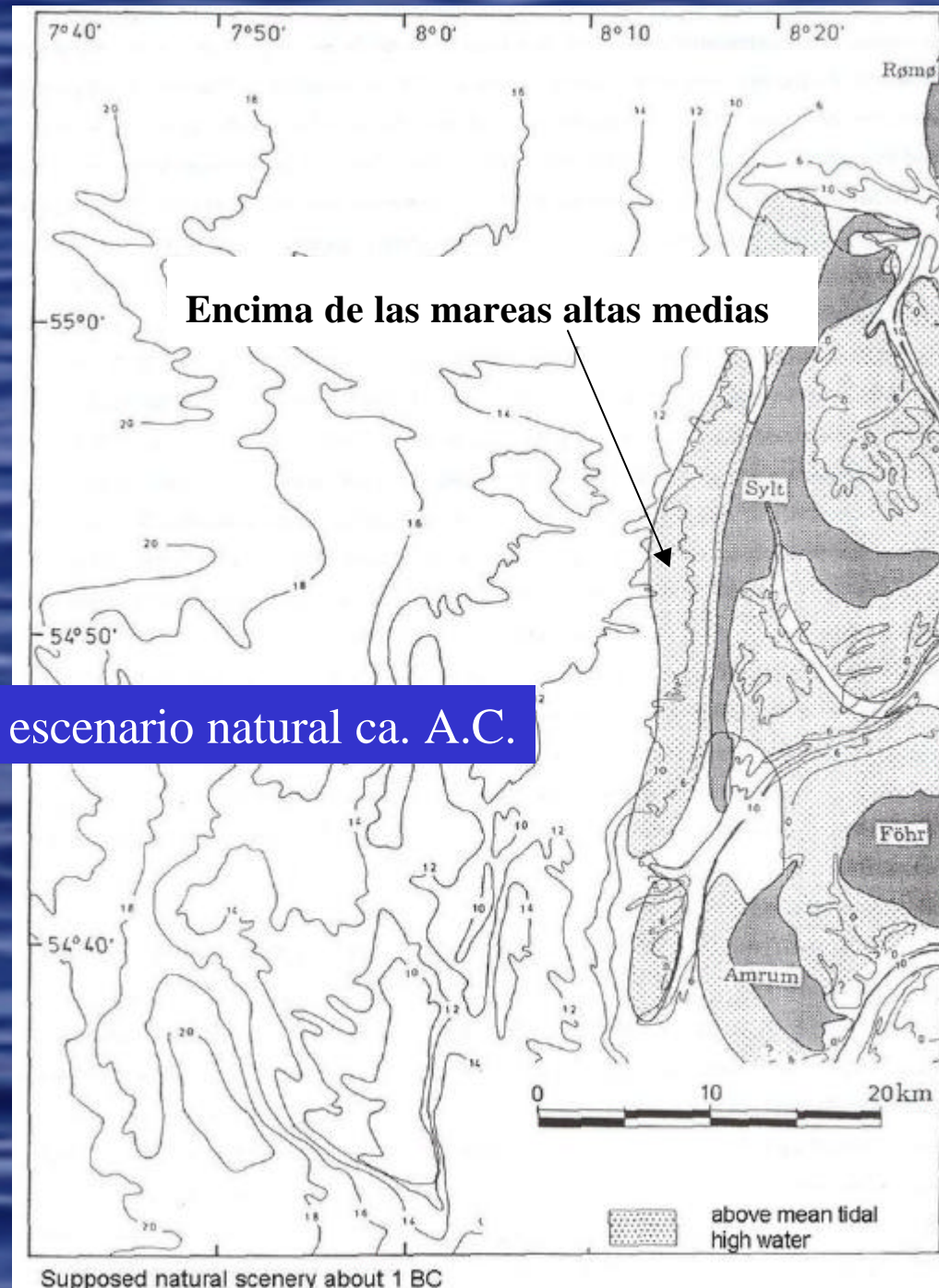
CASO:
Isla de Sylt

Mar del Norte





Antiguas áreas plio-pleistocenas

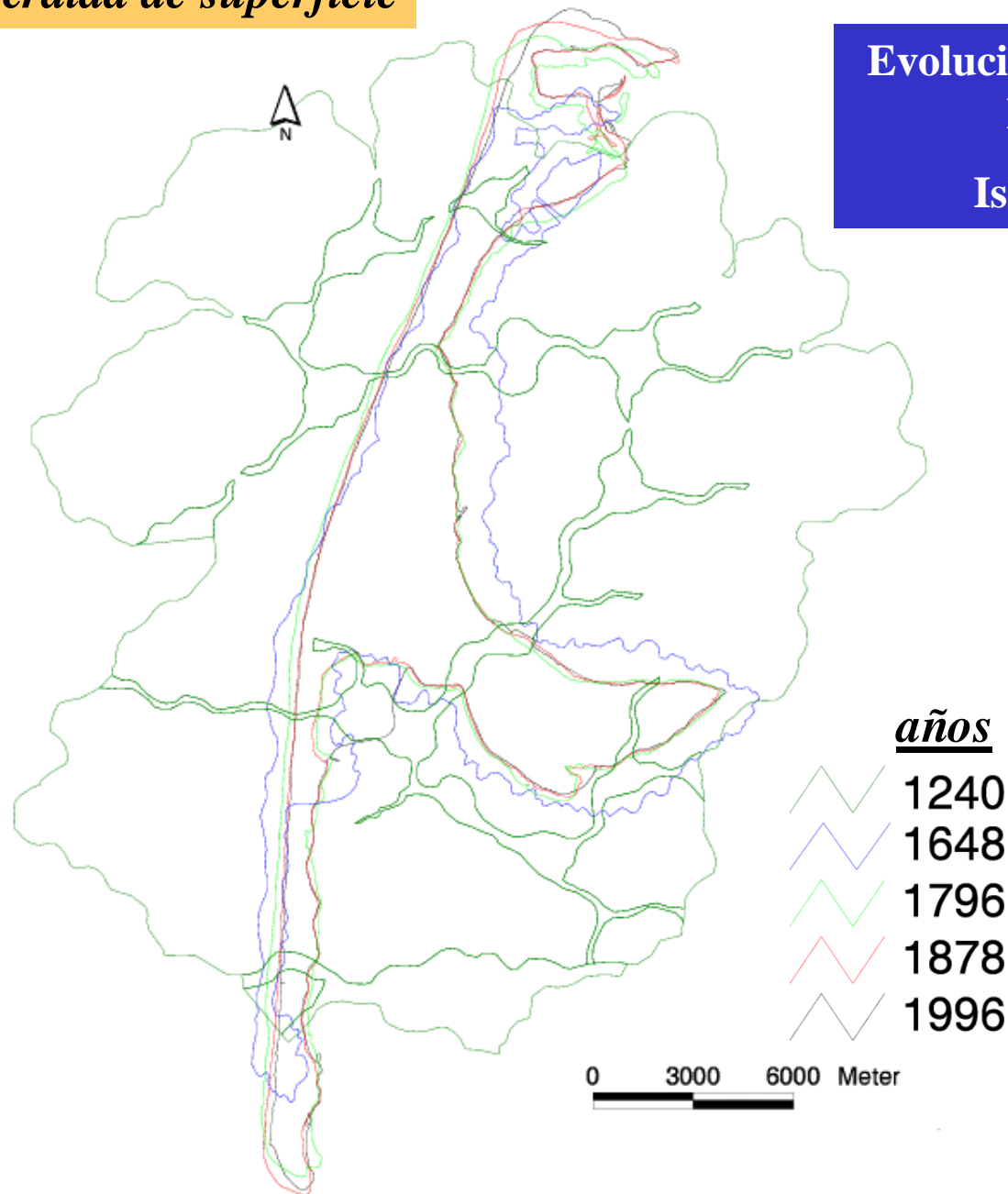


Supuesto escenario natural ca. A.C.

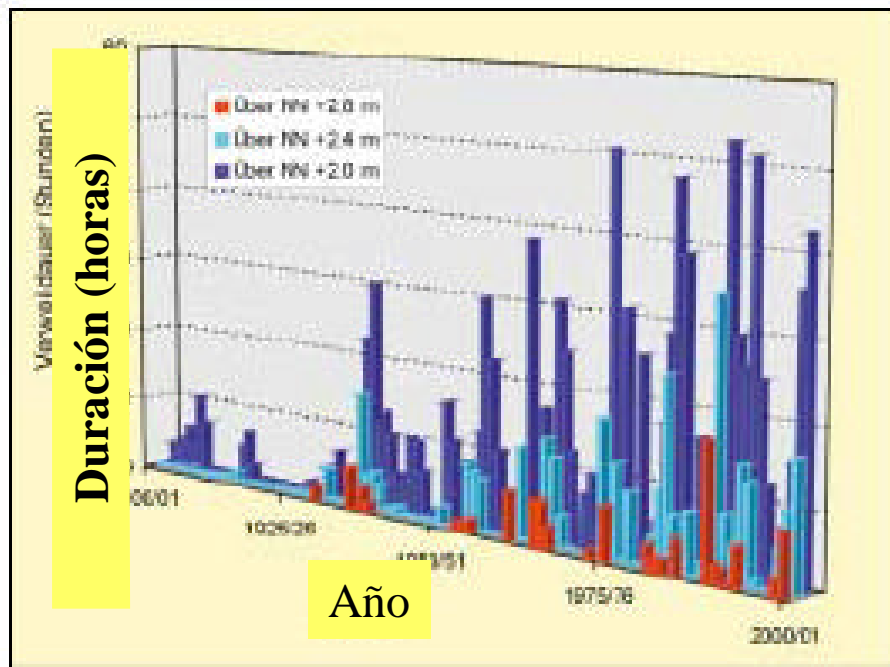
Pérdida de superficie

Evolución histórica de
la costa

Isla de Sylt

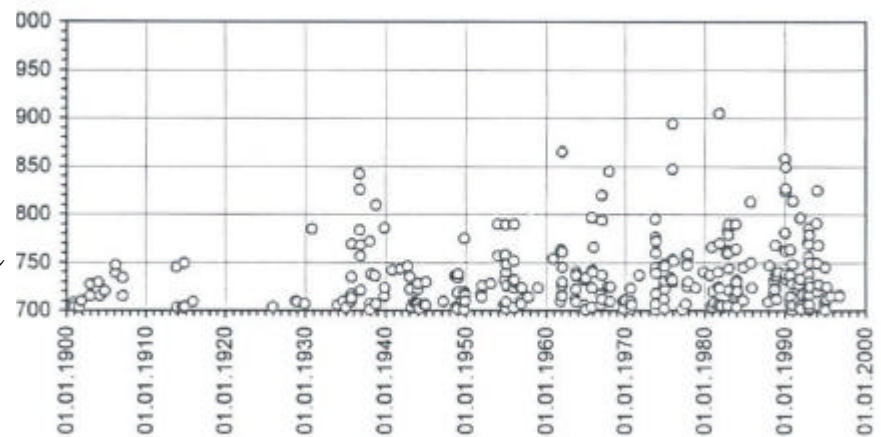


Ondas de tormenta

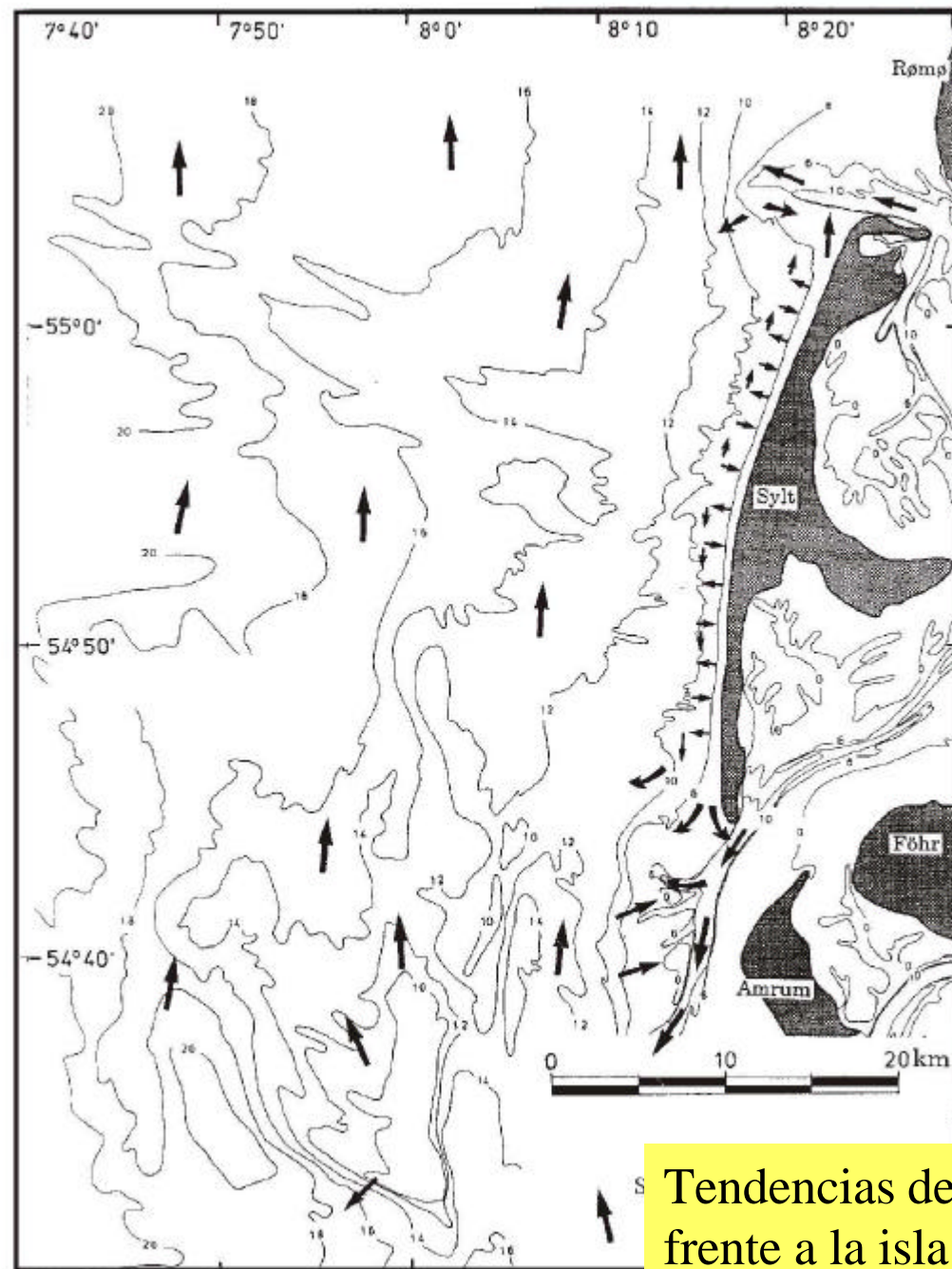


Duración de una onda de tormenta en el mareógrafo de List (Sylt)

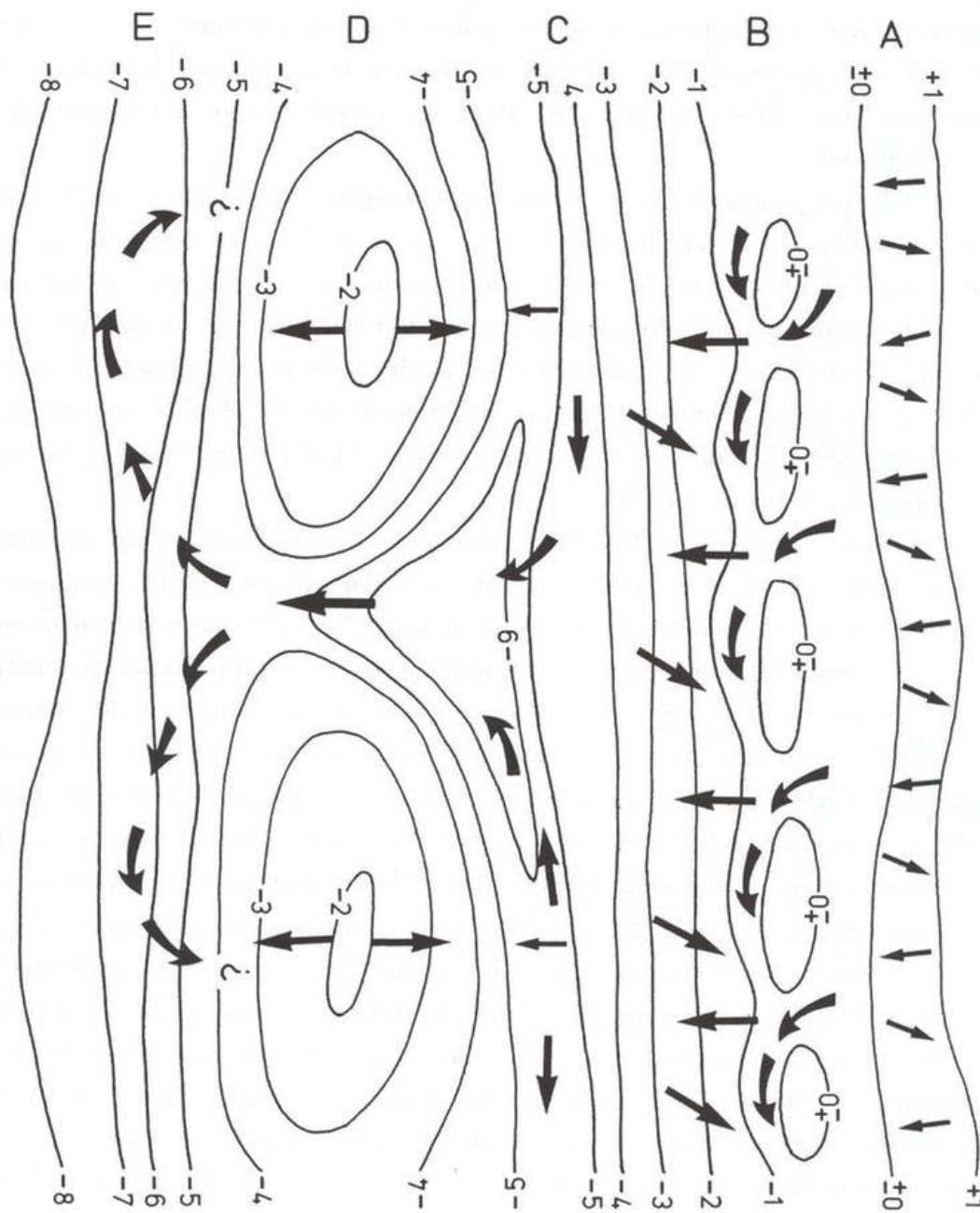
Niveles del agua (nivel medio + 200 cm), mareógrafo de List



Fecha



Tendencias del transporte de sedimentos
frente a la isla de Sylt (flechas)



simplified schema of the sediment transport

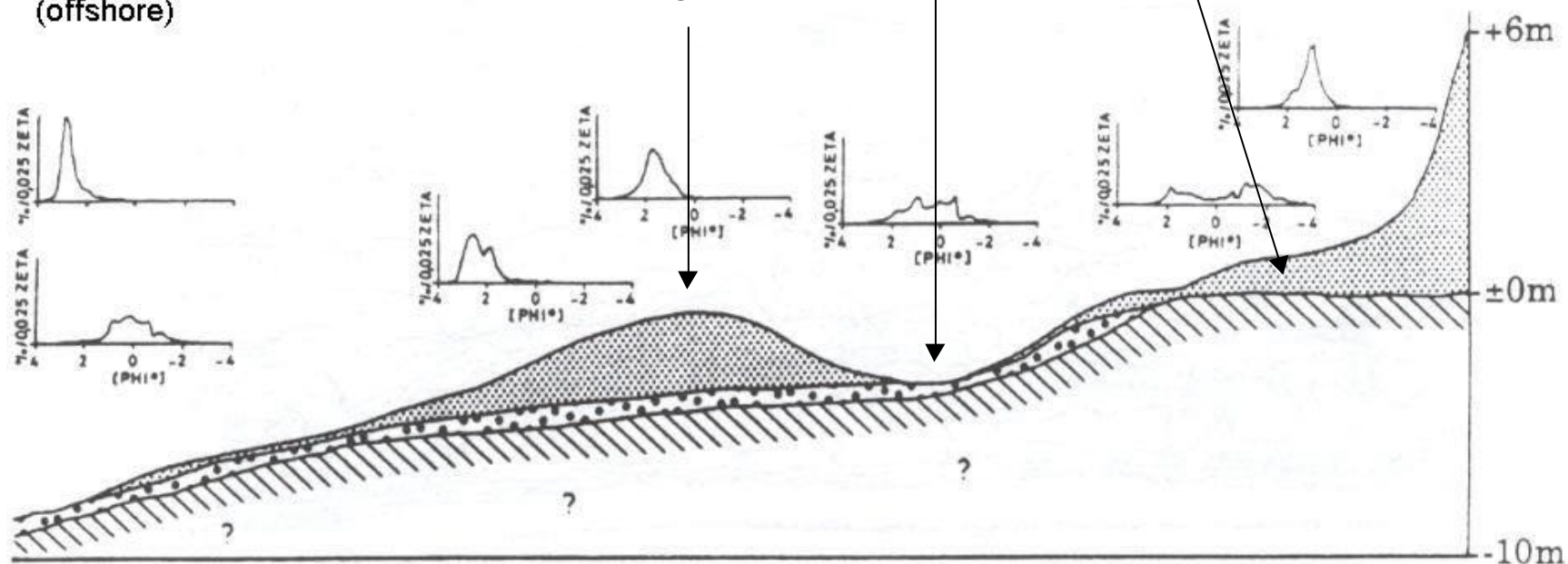
**Esquema simplificado del
transporte de sedimentos**

Lecho marino
(offshore)

barra longitudinal seno, canal

playa

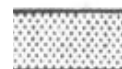
acantilado



Sedimento
glacial



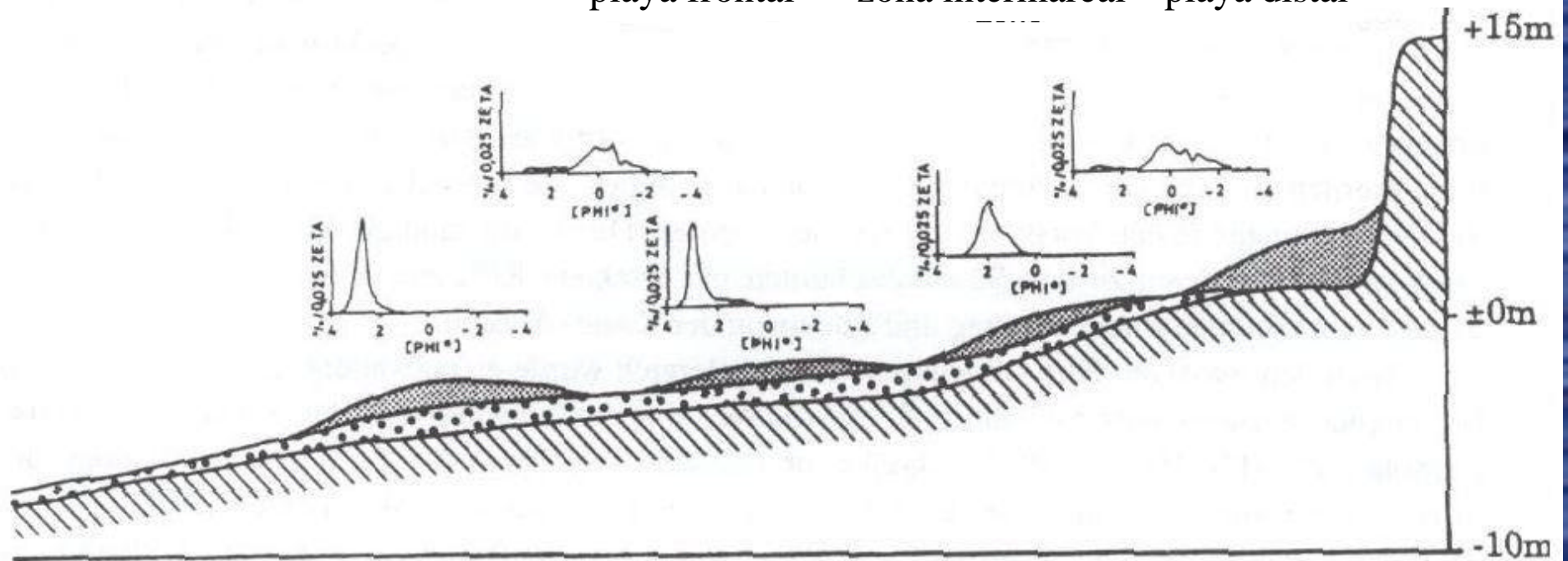
Sedimento nativo



Sedimento de playa y sublitoral

Perfil esquemático en Rantum

playa frontal zona intermareal playa distal acantilado



till/arenas
caoliníticas
(origen glacial)

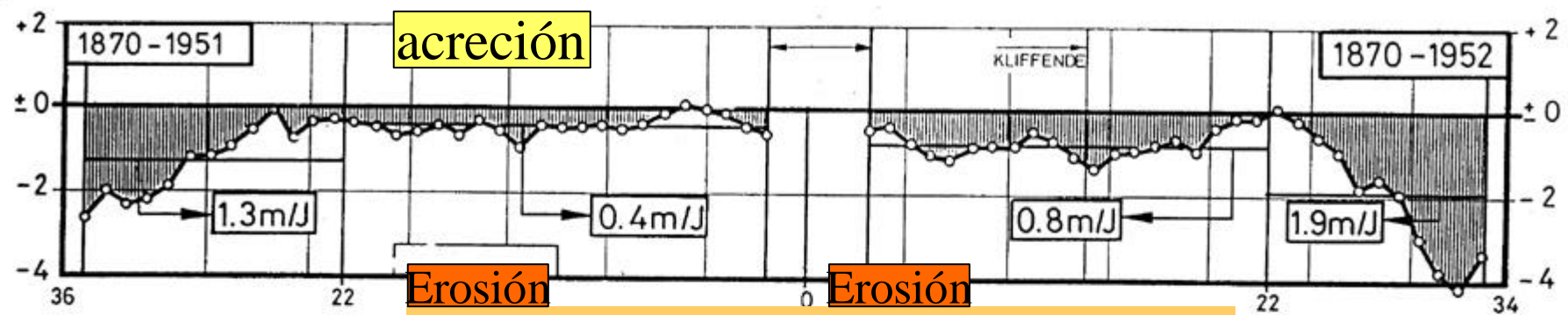


rocas

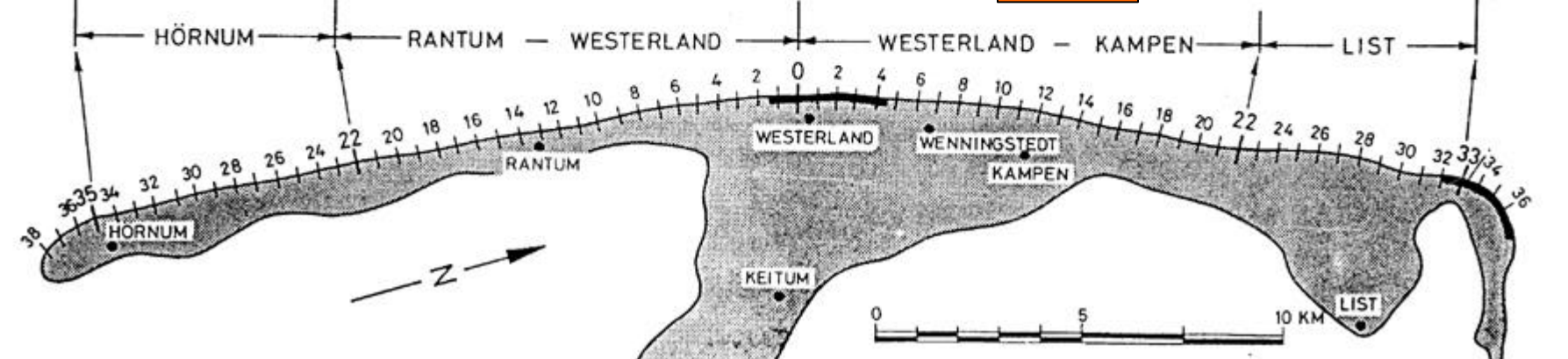
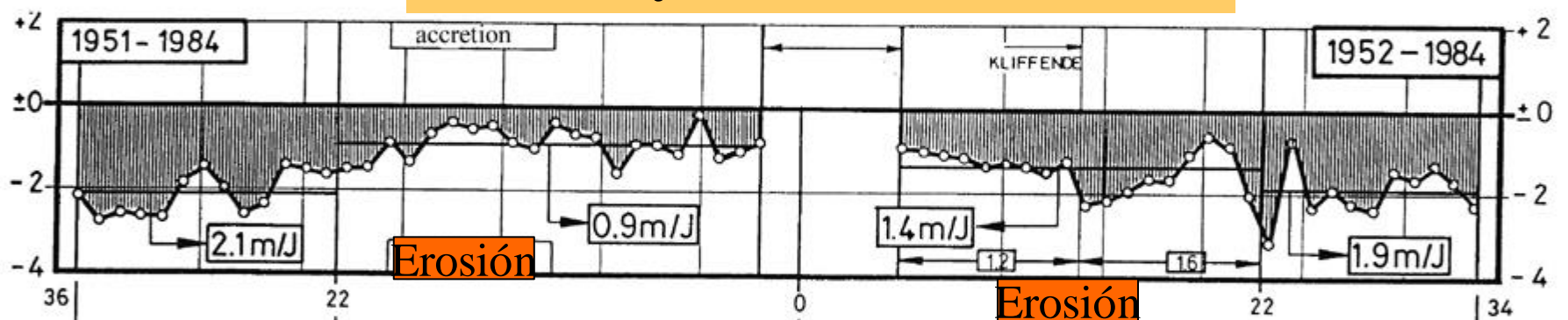


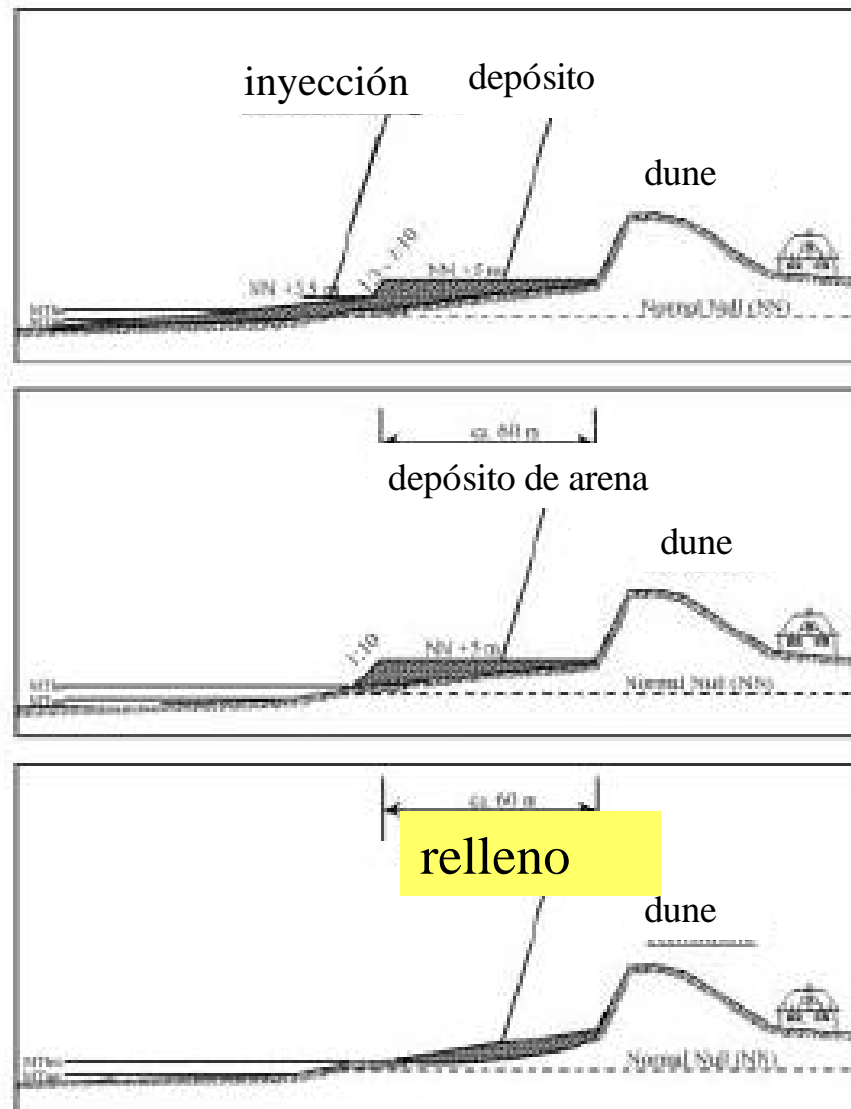
arena/grava

Perfil esquemático en Kampen



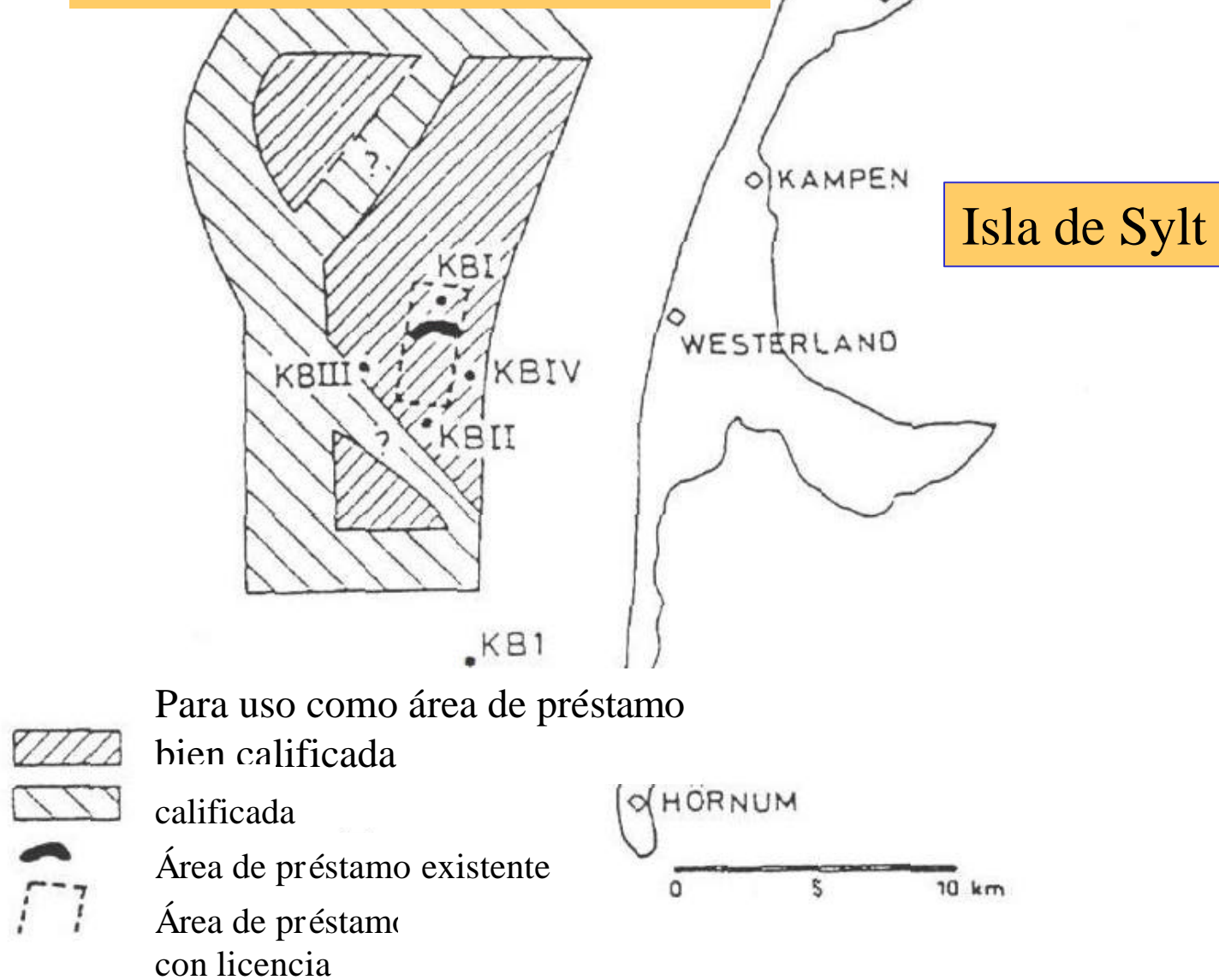
Acreción y erosión costera m/año

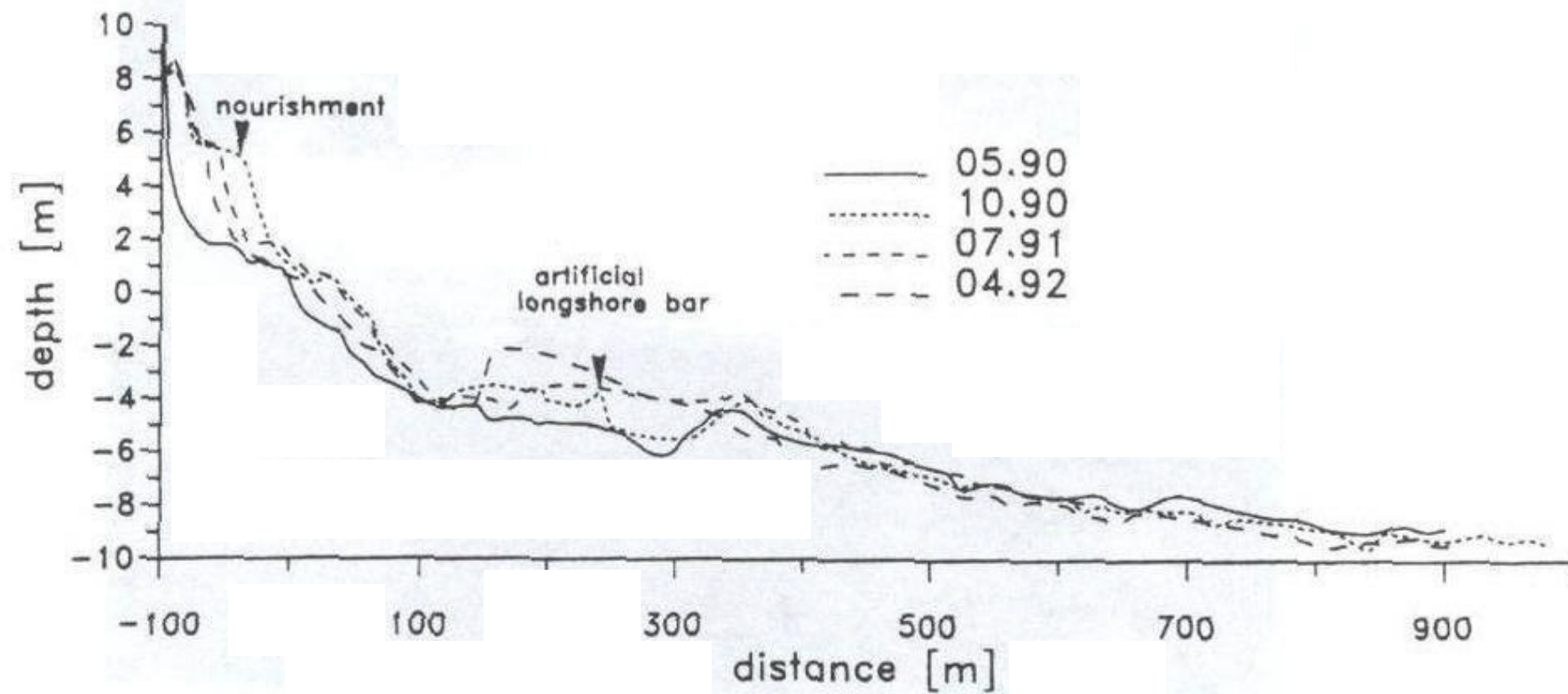




Esquema del relleno artificial en la costa oeste de Sylt

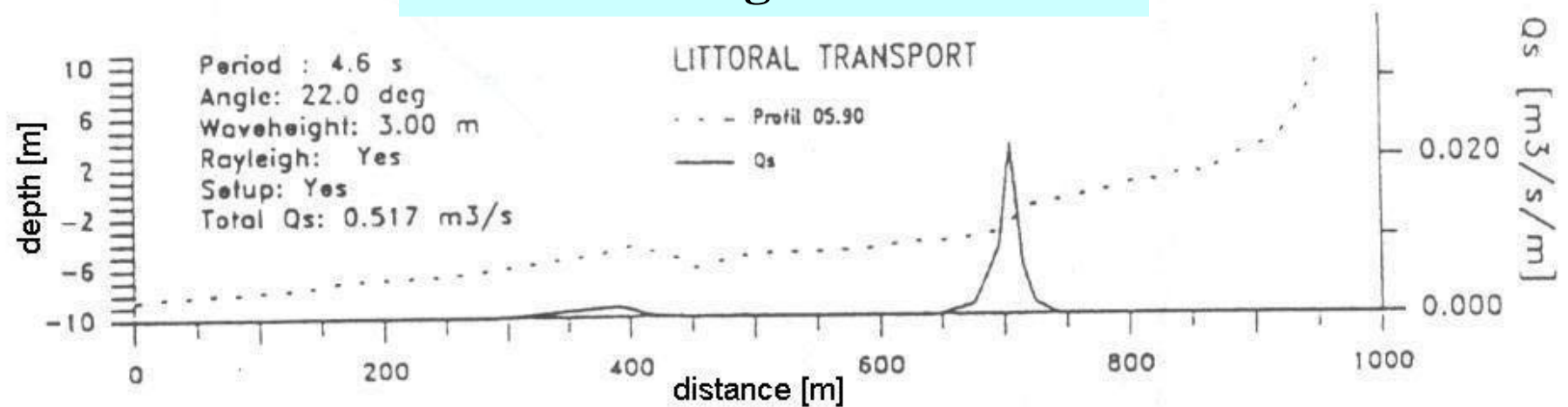
Áreas de extracción para el refulado y categorías de uso



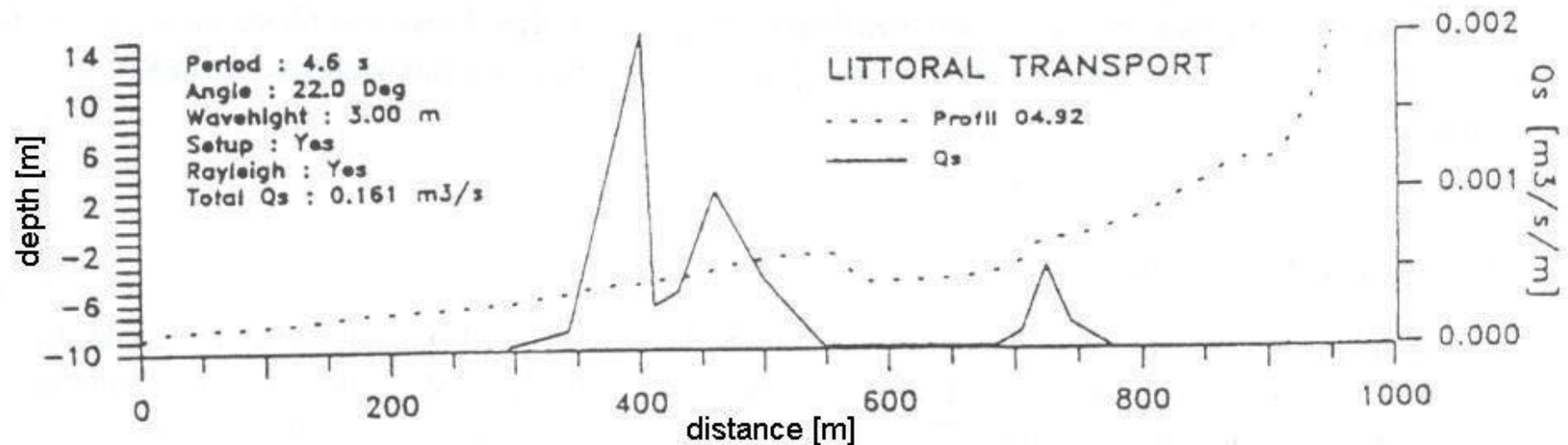


Perfil de variaciones morfológicas con relleno artificial
y barra artificial

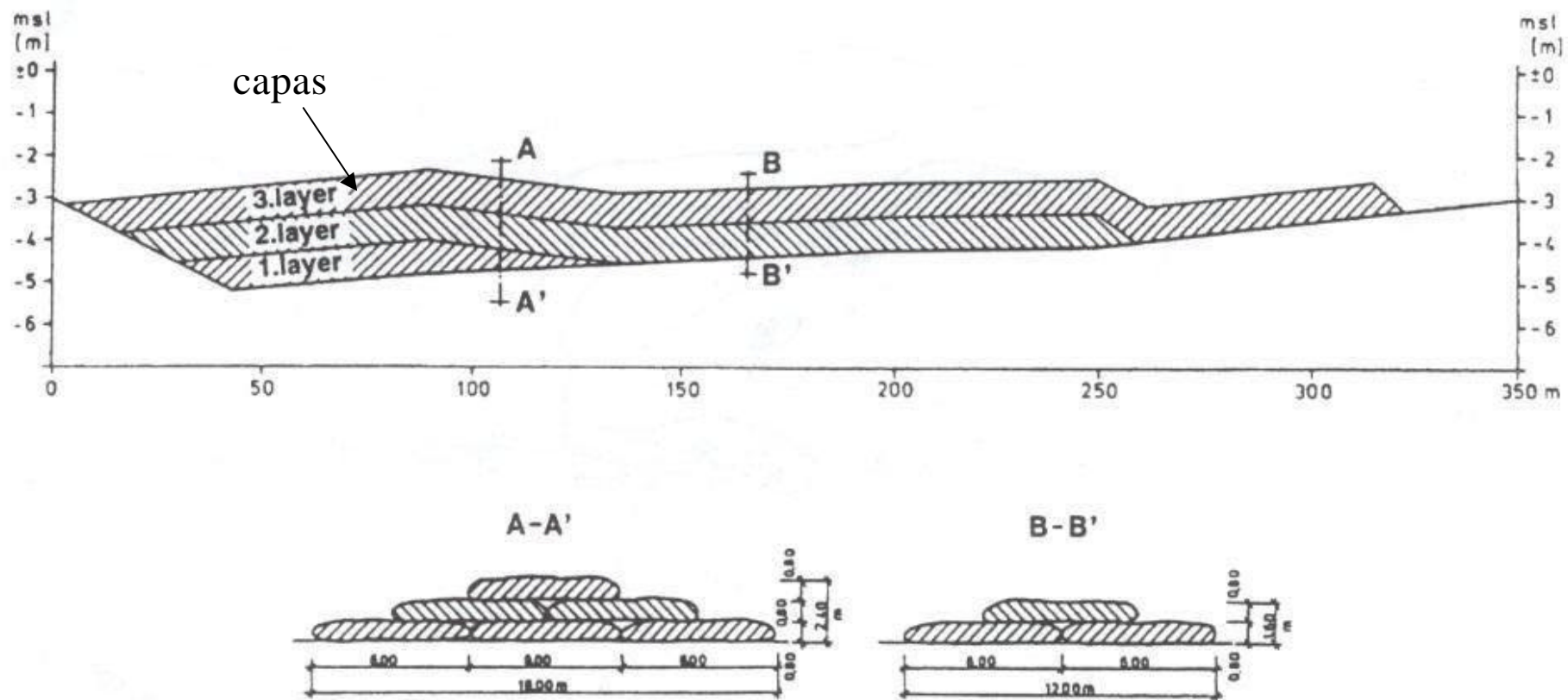
Barras sumergidas artificiales



Transporte de sedimentos antes de la construcción, durante una suave tormenta



Transporte de sedimentos con barra, durante una suave tormenta



Esquema de una barra longitudinal artificial

Project: Climate change and coast, Case Study Sylt

Duration 01.05.1998 – 31.06.2000

Aim: expected coastline change to the year 2050 under the assumption of a climate change

Proyecto: Cambio climático y la costa, Caso de Estudio: Sylt

Duración: 01-05-1998 – 31-06-2000

Objetivo: cambios costeros esperados hacia el año 2050
bajo la suposición de un cambio climático

Información disponible

Datos de vientos: desde 1955

Datos de olas: desde 1986

Datos históricos (retroceso costero: desde 1872

Datos sedimentológicos cada 500 m

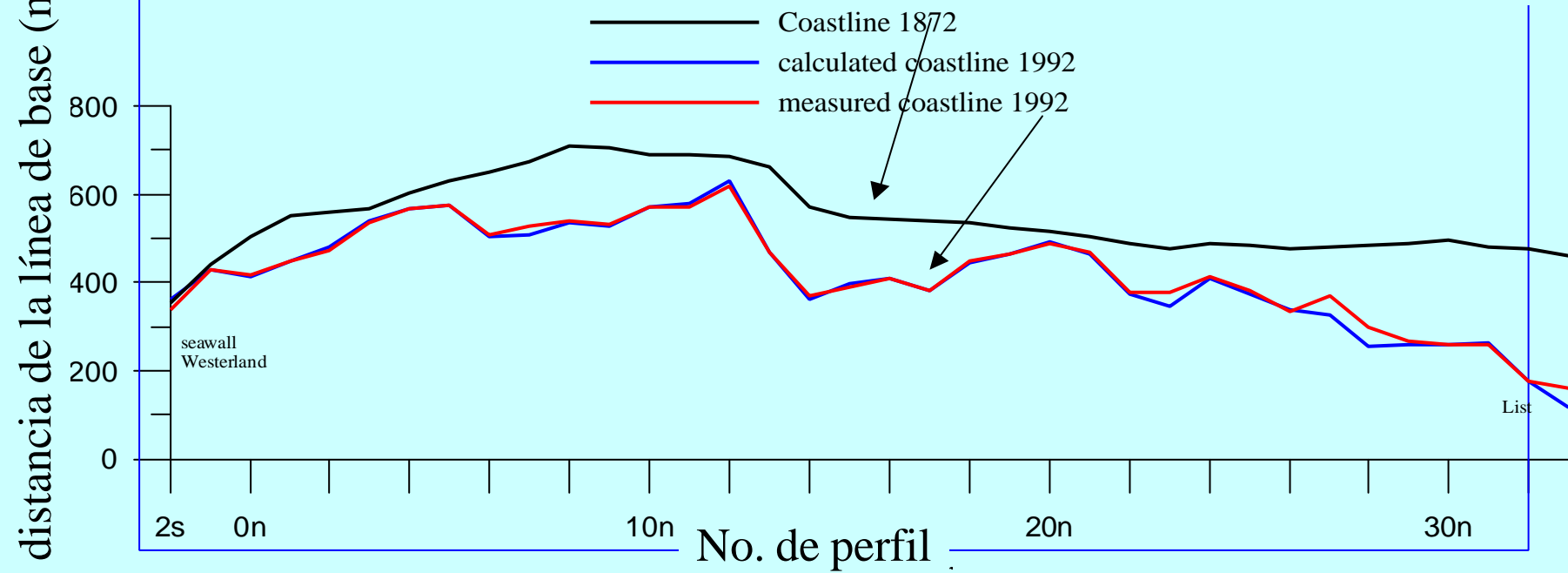
Perfiles batimétricos cada 500 m

Escenarios sobre cambios en alturas de olas y nivel del mar, Sylt

Scenario	Wave-		Change in water level
	height	direction	
A	10% increase of wave height in westerly directions	-	0,00m - 0,50m
B	-	10° to North	0,00m - 0,50m
C	-	10° to South	0,00m - 0,50m
D	10% increase of wave height in westerly direction	10° to North	0,00m - 0,50m
E	10% increase of wave height in westerly direction	10° to South	0,00m - 0,50m

Wavestatistics, 4018 days, 01.10.86 - 30.09.97																	
Hm0 [m]/Degree																	
	0,0	22,5	45,0	67,5	90,0	112,5	135,0	157,5	180,0	202,5	225,0	247,5	270,0	292,5	315,0	337,5	
0,25																	
0,50	1,650	1,305	1,019	0,587	0,342	0,302	0,295	0,250	0,516	0,843	1,209	1,533	2,658	4,233	6,568	1,724	25,035
0,75	0,476	0,133	0,154	0,089	0,114	0,093	0,179	0,325	0,456	0,599	1,079	3,739	2,616	4,285	7,739	1,296	23,372
1,00	0,107	0,002	0,011		0,002	0,005	0,011	0,011	0,094	0,252	1,198	2,958	0,554	4,002	3,524	1,313	14,045
1,25	0,064	0,000			0,001		0,003	0,008	0,035	0,185	0,991	1,865	0,730	3,356	2,197	0,719	10,154
1,50	0,064	0,002							0,002	0,081	0,639	1,251	0,760	2,414	1,556	0,412	7,181
1,75	0,021								0,001	0,042	0,473	0,937	0,764	1,829	1,150	0,232	5,450
2,00	0,002								0,001	0,040	0,324	0,672	0,678	1,514	0,870	0,105	4,206
2,25									0,001	0,032	0,194	0,534	0,544	1,179	0,599	0,047	3,131
2,50										0,009	0,093	0,430	0,442	0,801	0,440	0,030	2,246
2,75											0,085	0,239	0,422	0,593	0,311	0,003	1,653
3,00											0,053	0,201	0,349	0,419	0,208	0,003	1,232
3,25											0,024	0,170	0,271	0,264	0,078	0,003	0,809
3,50											0,009	0,106	0,196	0,253	0,062		0,627
3,75											0,002	0,062	0,123	0,180	0,029		0,397
4,00											0,001	0,028	0,076	0,091	0,009		0,205
4,25												0,011	0,045	0,058	0,001		0,115
4,50												0,012	0,029	0,042			0,083
4,75												0,002	0,012	0,020			0,034
5,00												0,003	0,008	0,006			0,017
5,25												0,001	0,004				0,005
	2,385	1,443	1,183	0,676	0,459	0,400	0,488	0,594	1,108	2,082	6,374	14,754	11,283	25,540	25,34	5,888	100,0

Retroceso de la costa hacia el N de Westerland



	North	South	Total
Sediment loss today	850 000	-350 000	1 200 000
Wave climate 10° north, scenario B	195 000	-705 000	1 050 000
Wave climate 10° south, scenario C	1 430 000	45 000	1 475 000
+ 10% Hs, scenario A	1 480 000	-470 000	1 950 000
+ 10% Hs and 10° north, scenario D	370 000	-1 000 000	1 370 000
+10% Hs and 10° south, scenario E	2 450 000	80 000	2 530 000

Sylt in 2050

Scenario D

change of wind direction: 10°N
increase in wave height: 10%

scale: 1:150 000



legend

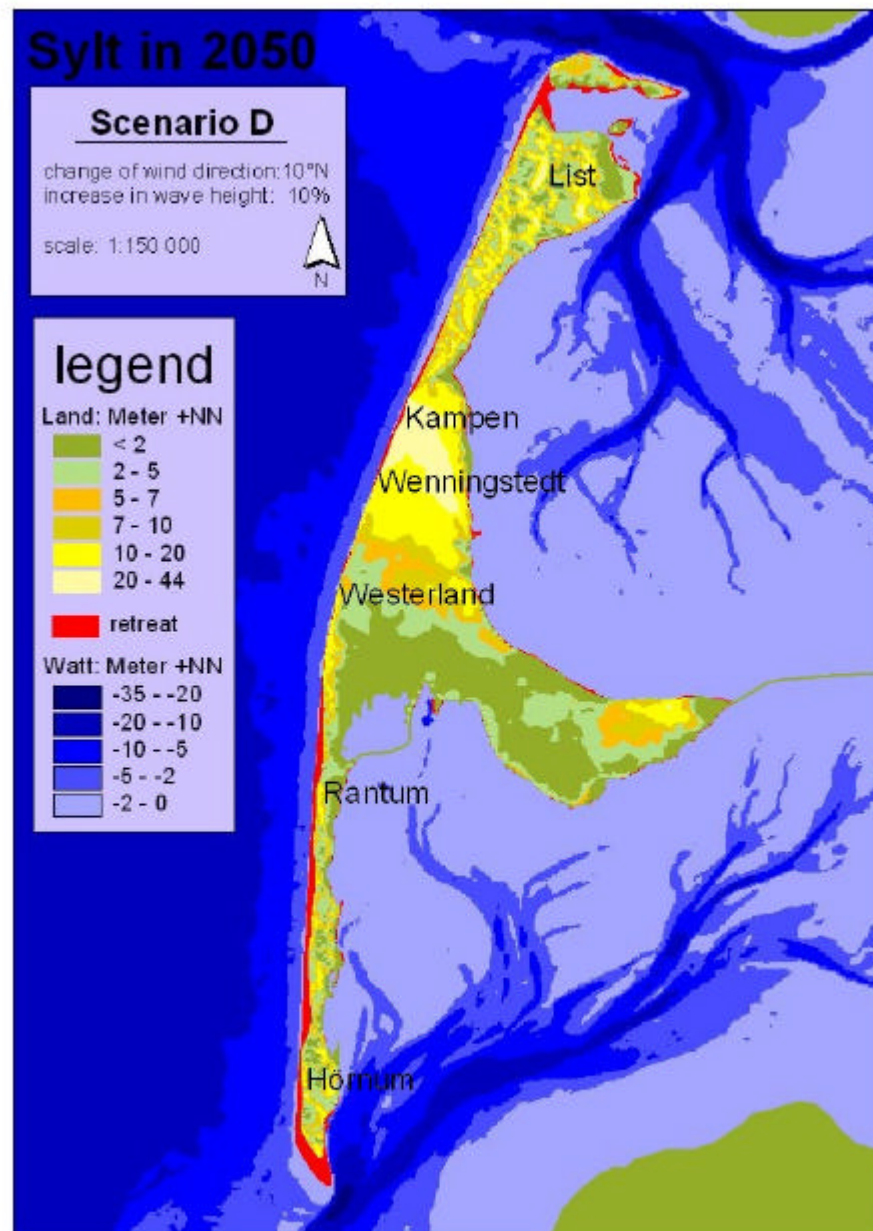
Land: Meter +NN

- < 2
- 2 - 5
- 5 - 7
- 7 - 10
- 10 - 20
- 20 - 44

retreat

Watt: Meter +NN

- 35 - -20
- 20 - -10
- 10 - -5
- 5 - -2
- 2 - 0



Sylt in 50 Jahren

Variante F

Wellenaufschlag: +10%

Maßstab: 1:150 000



Legende:

Land: Meter +NN

- < 2
- 2 - 5
- 5 - 7
- 7 - 10
- 10 - 20
- 20 - 44

Rückgang

Watt: Meter +NN

- 35 - -20
- 20 - -10
- 10 - -5
- 5 - -2
- 2 - 0

