

Απροξίμωσιες και συνεισφορές της
Μαθηματικής και της Στατιστικής στην
Διάγνωση του
1/2 περιβάλλοντος υδατικού

José A. Juanes de la Peña
Talleres de Matemáticas de la UC
Santander, 2011

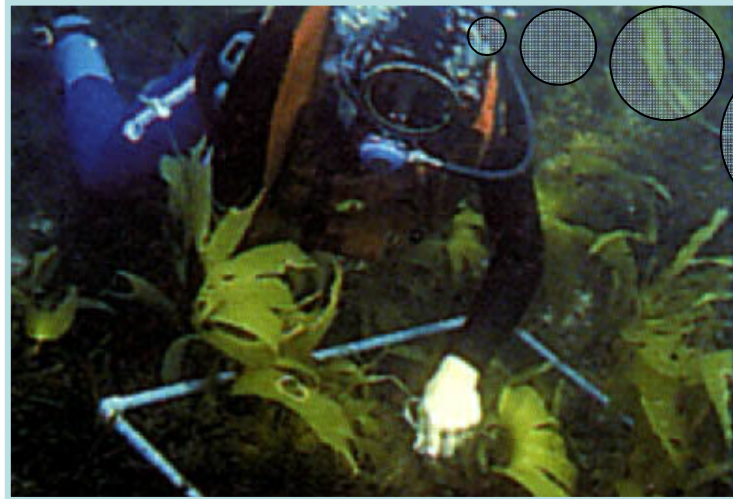


Instituto de Investigación
“Hidráulica Ambiental”
Agua-Medio Ambiente
Investigación básica +
Investigación aplicada
Multidisciplinar

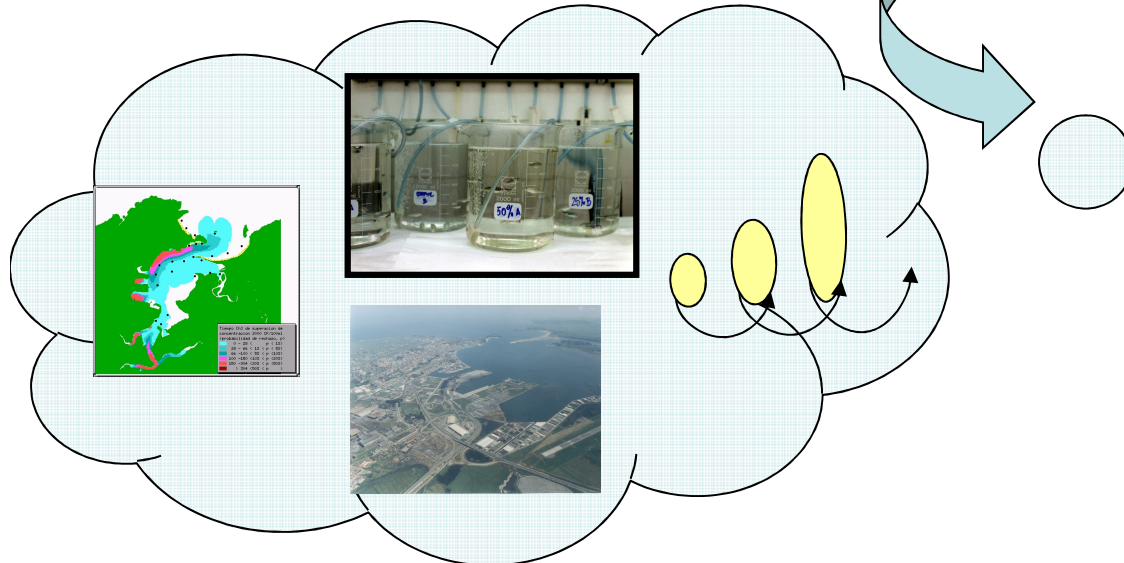
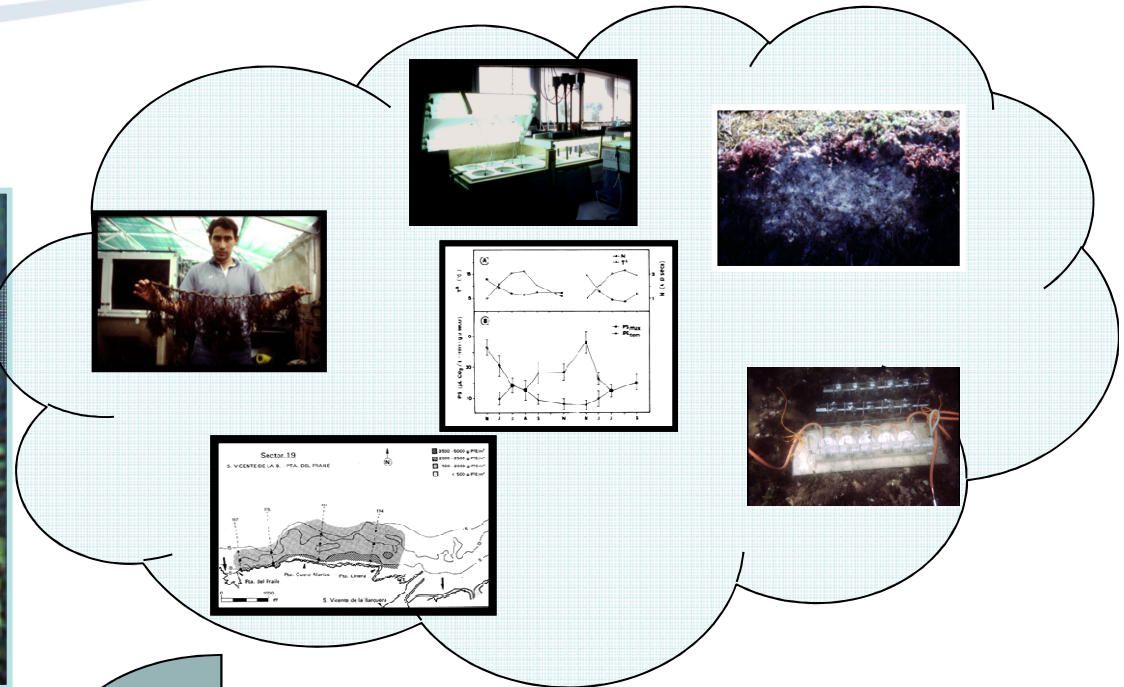
Área Hidrobiología y
Gestión Ambiental



Permítanme que me presente.....



1982: "El sueño de una noche de verano"



2010: "La vida te da sorpresas"

¿Por qué solicitamos un **Diagnóstico?** (¡porque creemos que algo va mal!)

¿Cómo se lleva a cabo?

• **Historia clínica:** edad, altura, peso, situación familiar, población, situación laboral, actividades frecuentes, riesgos, antecedentes familiares y personales.....
(DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO)

• **Reconocimiento general:** vista, oído, equilibrio, reflejos, agilidad, corazón, ganglios, hígado..... analíticas (sangre, orina, etc), “pruebas radiológicas”, etc.....
(DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA)

• **Visita al especialista:** f (problema), analíticas especializadas, pruebas diferenciales (biopsias, etc..)
(DIAGNÓSTICO)

• **Análisis de alternativas:** tratamientos ambulatorios, tratamientos hospitalarios, cirugía.....
(DECISIONES)

¿Es extrapolable el concepto? → **A diferentes niveles y con distintos objetivos**



¿Por qué es importante el Diagnóstico del “medio ambiente acuático”?



Fuerte interacción con las actividades antrópicas

¿Quién pide un diagnóstico sobre el medio ambiente acuático?

Todos pedimos diagnósticos, de alguna forma

FAQs

- ¿Cuánto O₂ debemos dejar en el estuario....?
- ¿Cuántas sps se van a morir por el efecto del fúel?
- ¿Cuánto tiempo va a tardar en recuperarse la costa?
- ¿Ha mejorado la Bahía tras el saneamiento?
- Y el emisario submarino, ¿tiene efectos negativos?
- ¿Está acabando la almeja japonesa con la almeja fina?
- ¿Por qué se están muriendo los cangrejillos?
- ¿Hay coliformes fecales en la playa del Sardinero? ¿Por qué?
- ¿Cómo están los ríos de Cantabria?
- ¿Podemos compensar el efecto del relleno de un puerto?



Respuestas: ¿...? Múltiples y variadas, pero cada vez más exactas y precisas

Aproximación al **Diagnóstico** de los “sistemas acuáticos”: **Requerimientos**

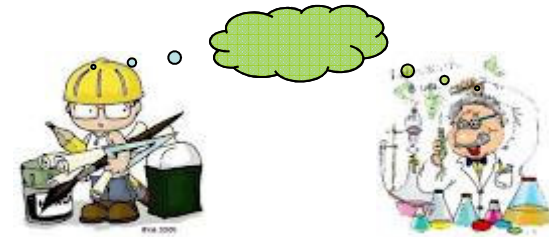
- **Delimitación de entidades**, ¿qué tipo de pacientes tenemos?
- **Dinámicas y procesos**, ¿qué pruebas analíticas requerimos?
- **Distribuciones** ¿en qué entorno nos movemos?
- **Diversidad *sensu lato***, ¿cuál es la organización social?
- **Decisiones** ¿cómo determinamos su estado?

Enfoques cuantitativos y
multidisciplinares



Objetivos del Taller:

- Tratar de mostrar la implicación de las matemáticas y la estadística en una disciplina de la Hidráulica Ambiental: el diagnóstico del medio ambiente acuático.
- Divulgar las capacidades, fortalezas y experiencia en el ámbito de la integración multidisciplinar, entre “ingenieros” y “licenciados”
- Fomentar dicha integración



Desarrollo:

- A través de algunos “ejemplos” seleccionados en 5 aspectos (teóricos) del Diagnóstico del medio ambiente acuático (5Ds), pero con mayor énfasis en los sistemas litorales
- Aproximaciones a
 1. Delimitación de entidades
 2. Dinámicas y procesos
 3. Distribuciones
 4. Diversidad *sensu lato*
 5. Decisiones

1. Delimitación de entidades, ¿qué tipo de pacientes tenemos?

2 Tipos básicos:

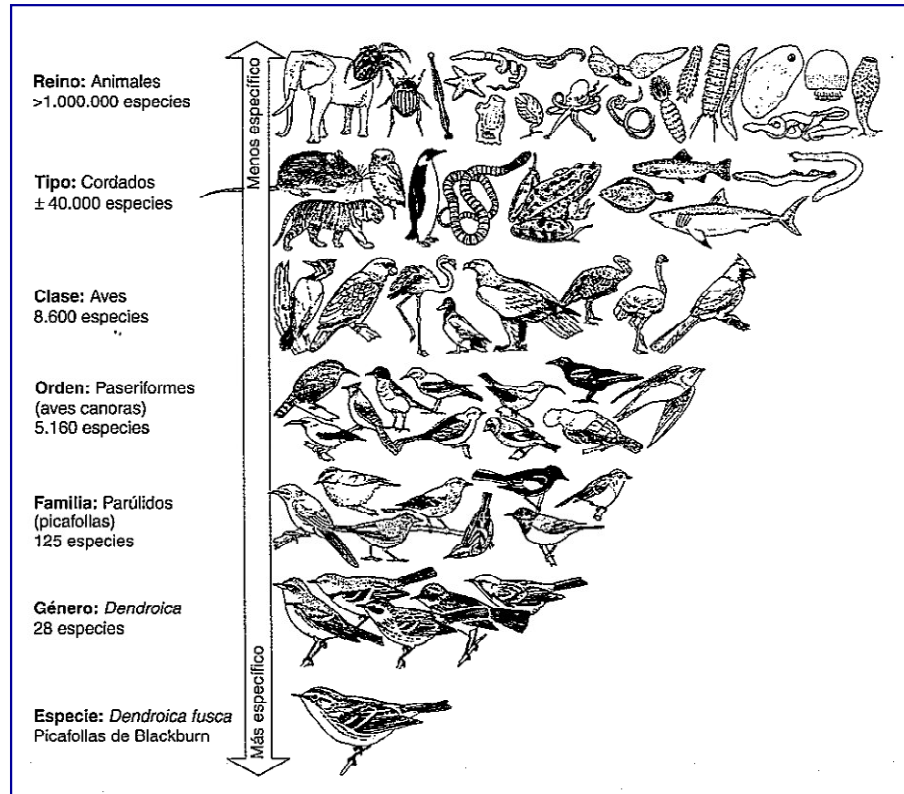
- Entidades vivas: especies (organismos), hábitats (superorganismos).....
- Entidades físicas: “masas de agua”, estuarios, dunas...

Su reconocimiento depende de:

- el establecimiento de una serie de “criterios” → “singularidades”
- la existencia de un determinado tipo de procedimiento

Su delimitación precisa representa un aspecto determinante en el diagnóstico, para reducir la incertidumbre (errores)





Basado en el sistema jerárquico de clasificación de Linneo ("Sistemática")
Niveles jerárquicos (Sp, Gn, Fam, Or...)

Categorías sistemáticas

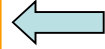
Phylum **Porifera**

- Clase Hexactinellida
- Clase Calcarea
- Clase desmonogoniae
- Clase Sclerospongiae



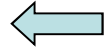
Phylum **Cnidaria**

- Clase Anthozoa
- Clase Hidrozoa
- Clase Scyphozoa



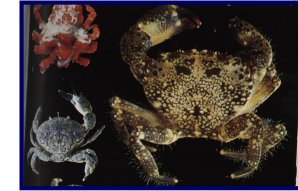
Phylum **Annelida**

- Clase Polychaeta



Phylum **Crustacea**

- Clase Crustacea
- Subclase Cirripeda
- Subclase Copepoda
- Subclase Malacostracea
 - Orden Decapoda
 - Orden Amphipoda
 - Orden Isopoda



Phylum **Mollusca**

- Clase Monoplacophora
- Clase Gasteropoda
- Clase Bivalvia
- Clase Cephalopoda
- Clase Scaphopoda



Phylum **Briozoa**



Phylum **Echinodermata**

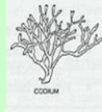

- Clase Crinoidea
- Clase Asteroidea
- Clase Echinoidea
- Clase Holothuroidea



....Familia

.....Género

.....Especie

CLAVE IDENTIFICACIÓN DE ALGAS			ANTERIOR	SIGUIENTE
1	<ul style="list-style-type: none"> ALGAS DE COLOR VERDE al nº 2 ALGAS DE OTRO COLOR al nº 6 			
2	ALGAS VERDES <ul style="list-style-type: none"> Algas con fronde laminar..... lechuga de mar (con aspecto de lechuga) <i>Uva lactuca</i> Algas con fronde no laminar..... al nº 3 			
3	ALGAS VERDES NO LAMINARES <ul style="list-style-type: none"> Algas con fronde ramificado..... al nº 4 Algas con fronde no ramificado..... <i>Enteromorpha</i> (tubular con estrechamientos) 			
4	ALGAS CON FRONDE RAMIFICADO <ul style="list-style-type: none"> Algas con ramificación dicotómica..... <i>Codium</i> Algas con fronde no dicotómica al nº 5 			
5	ALGAS CON RAMIFICACIÓN NO DICOTÓMICA <ul style="list-style-type: none"> Algas con ramificación pinnada..... <i>Bryopsis plumosa</i> (aspecto plumoso) Algas con ramificaciones que no tienen las características anteriores <i>Cladophora rupestris</i> 			

6	ALGAS CON OTRO COLOR <ul style="list-style-type: none"> Algas de color pardo..... al nº 7 Algas de color rojo al nº 11 			
7	ALGAS DE COLOR PARDO <ul style="list-style-type: none"> Algas con fronde ramificado..... al nº 8 Algas con fronde no ramificado..... al nº 10 			
8	ALGAS CON FRONDE RAMIFICADO <ul style="list-style-type: none"> Algas filamentosas..... <i>Cystoseira</i> (cambia de color bajo el agua) Algas de color rojo al nº 9 			
9	ALGAS NO FILAMENTOSAS <ul style="list-style-type: none"> Algas con fronde acanalado..... <i>Pelvetia</i> Algas con fronde no acanalado..... <i>Fucus</i> 			
10	ALGAS CON FRONDE NO RAMIFICADO <ul style="list-style-type: none"> Con fronde muy ancho (gran tamaño)..... <i>Laminaria</i> Con fronde en forma de abanico..... <i>Padina</i> 			

Ejemplo de clave "simple" para clasificación de algas marinas

11	ALGAS DE COLOR ROJO <ul style="list-style-type: none"> Con fronde endurecido por la caliza (aspecto segmentado)..... <i>Coralina</i> Con fronde flexible no endurecido..... al nº 12 		
12	ALGAS ROJAS NO ENDURECIDAS <ul style="list-style-type: none"> Fronde filamentosos pequeño (pocas ramificaciones)..... <i>Ceramium</i> Fronde bastante ramificado..... al nº 13 		
13	ALGAS BASTANTE RAMIFICADAS <ul style="list-style-type: none"> Ramificaciones aplanadas..... al nº 14 Ramificaciones plumosas..... al nº 15 		
14	ALGAS RAMIFICADAS APLANADAS <ul style="list-style-type: none"> Ramificaciones dicotómica (de dos en dos).... <i>Chondrus</i> Ramificaciones irregular <i>Laurencia</i> 		
15	ALGAS RAMIFICADAS PLUMOSAS <ul style="list-style-type: none"> Con las ramas secundarias cortas y separadas..... <i>Ocle</i> <i>Gelidium</i> Con las ramas secundarias muy finas y numerosas..... <i>Ploclanium</i> 		

Punto de Referencia: Clasificación Europea de Ecotipos

En principio, basada en variables del medio físico

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY
 EUROPEAN TOPIC CENTRE ON
 NATURE PROTECTION AND BIODIVERSITY
 EUNIS HABITAT CLASSIFICATION
 2001 WORK PROGRAMME
 FINAL REPORT
 Cynthia E Davies & Dorian Moss
 February 2002

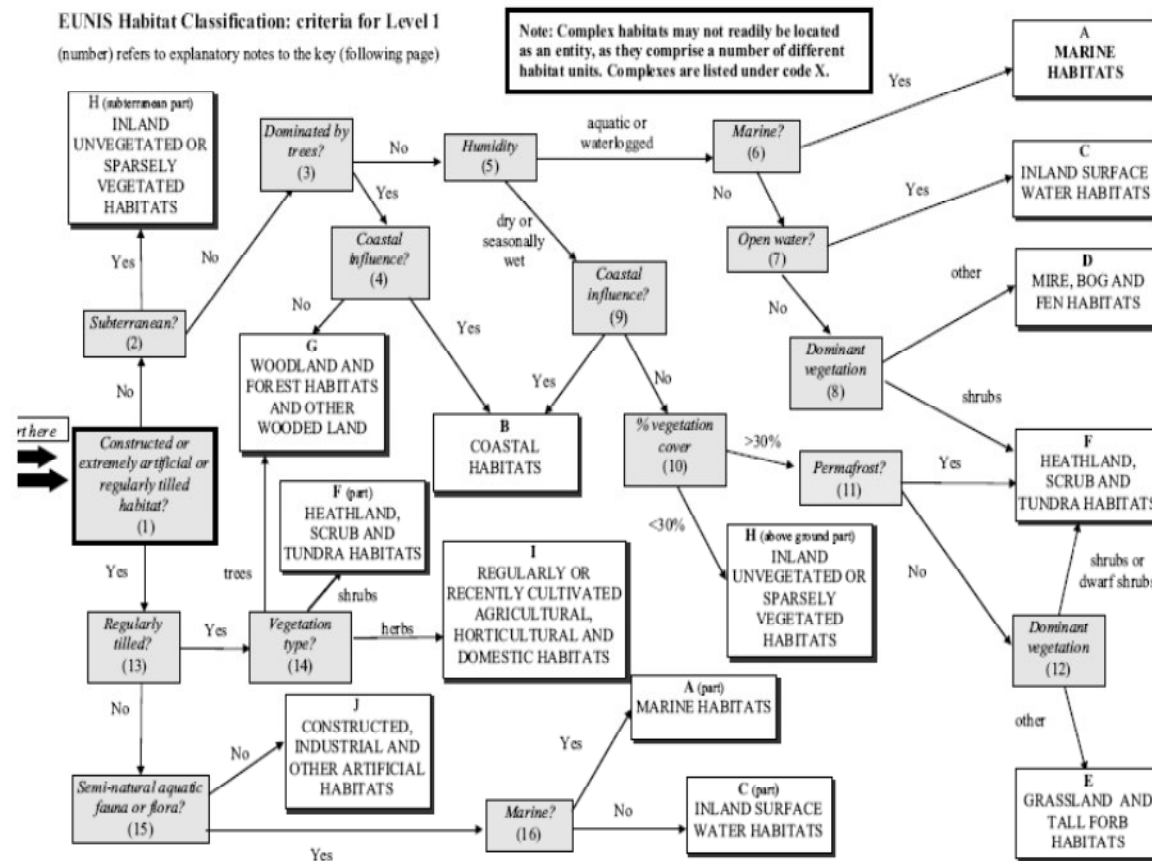
CEH PROJECT No: C00389



Centre for Ecology and Hydrology
 CEH Monks Wood
 Abbots Ripton,
 Huntingdon, Cambs. UK
 PE28 2LS

Tel: +44 (0)1487 773400
 Fax: +44 (0)1487 773407

EUNIS Habitat Classification: criteria for Level 1
(number) refers to explanatory notes to the key (following page)





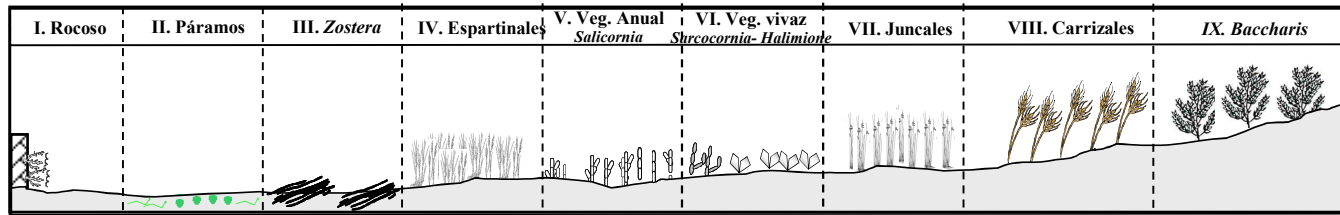
Zostera



Espartinal



Carrizal



Juncal



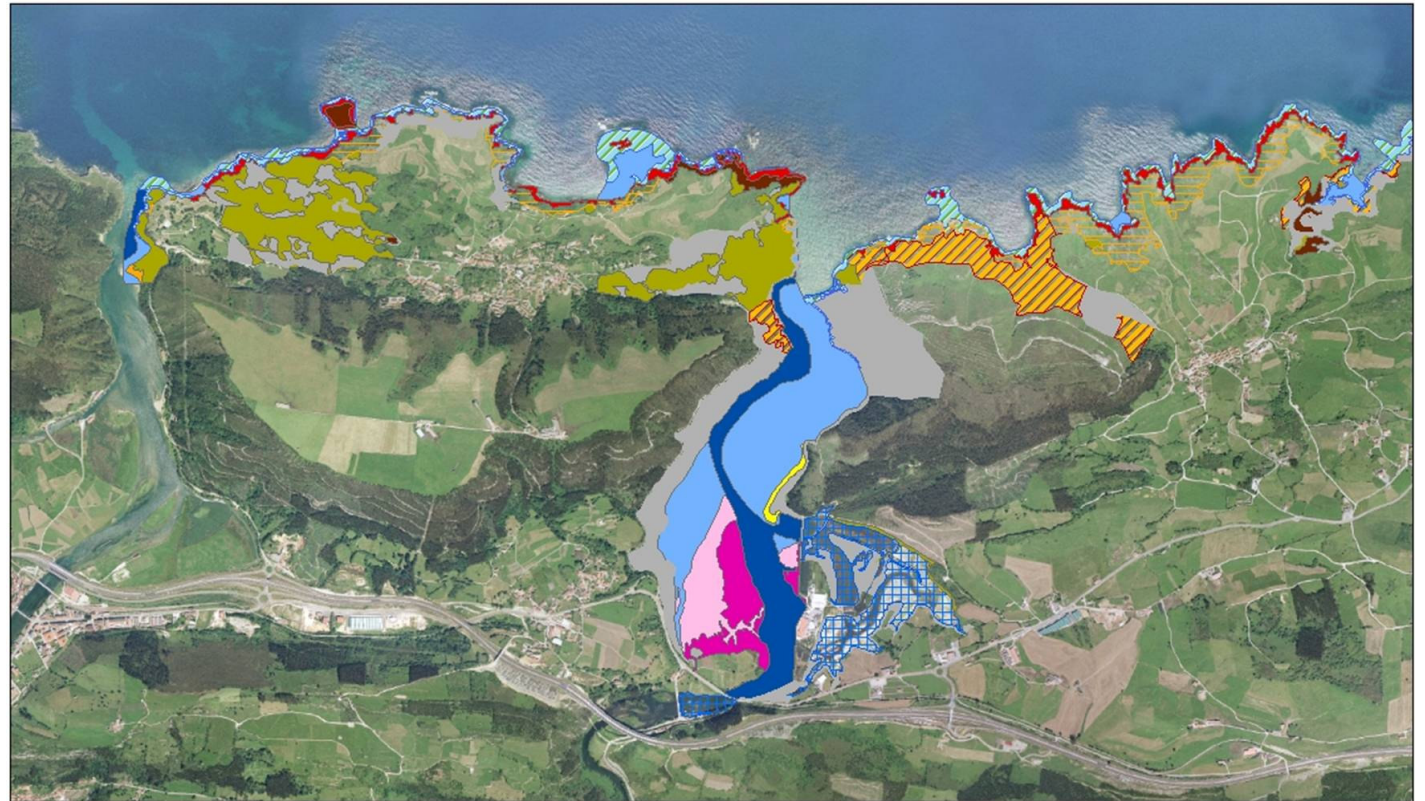
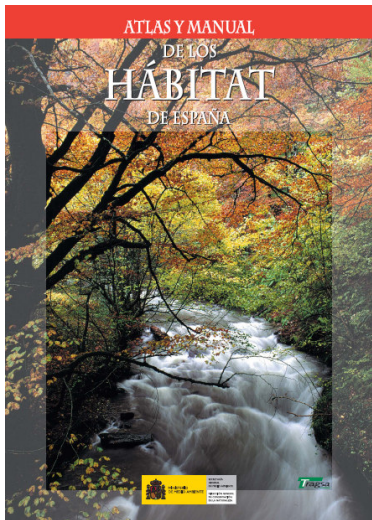
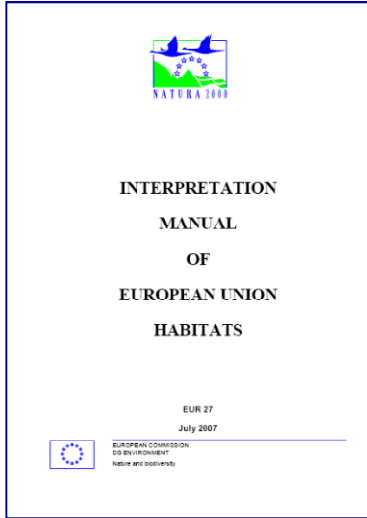
V. Vivaz



Baccharis

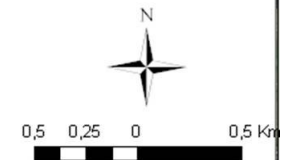
Categorías sistemáticas fitosociológicas

Categoría	sufijo	Ejemplo
Clase	-eta	<i>Molinio-Arrhenatheretea / Quercetea ilicis</i>
Orden	-etalia	<i>Arrhenatheretalia / Quercetalia ilicis</i>
Alianza	-ion	<i>Arrhenatherion / Quercion iliicis</i>
Asociación	-etum	<i>Malvo moschatae-Arrhenatheretum bulbosi / Lauro nobilis-Quercetum ilicis</i>
Subasociación	-etosum	<i>Malvo moschatae- Arrhenatherethum bulbosi subas. avenuletosum pubescentis</i>
Variante	-	<i>Malvo moschatae-Arrhenatherethum bulbosi var. de Polygonum bistorta</i>
Facies	-	<i>Malvo moschatae-Arrhenatherethum bulbosi facies de Rhyanthus angustifolium</i>



Hábitats:

 1110	 1230	 1420	 4030	 91E0
 1130	 1310	 2110	 4040	 9260
 1140	 1320	 2120	 4090	 9340
 1170	 1330	 2130	 5230	 No Directiva Hábitat



Daboecietum azoricae (*Daboecion azoricae*, *Calluno-Ulicetea*) (subas. *typicum* rel. 1-4;

subas. *ericetosum azoricae* rel. 5-18)

Reference number	22T	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39Ts
Reference number	1T	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18Ts
Altitude (m)	1950	1660	1855	1900	705	850	765	780	1530	1250	780	1305	1390	1460	1570	1400	700	1360
Area (m ²)	2	8	8	8	12	4	4	9	10	10	10	8	8	8	8	8	10	4
Cover (%)	100	80	90	80	70	100	100	100	90	100	100	100	100	90	90	100	80	100
Slope (°C)	45	60	70	60	20	.	50	30	40	.	5	20	10	10	50	30	10	35
Orientation	SW	S	SE	NW	SE	.	SW	S	NNW	.	E	N	NW	SW	NW	E	S	W
Characteristic species:																		
<i>Daboecia azorica</i>	2	3	2	3	3	4	3	3	1	2	1	1	2	2	2	1	2	2
<i>Calluna vulgaris</i>	1	4	4	4	3	.	3	.	5	4	3	4	4	3	3	4	4	2
<i>Thymus caespitosus</i>	4	2	2	2	1	.	.	.	1	1	2	.	2	2	2	2	.	3
<i>Hyperzia suberecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Diphysastrum madeirense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Erica azorica</i>	.	.	.	.	.	.	2	2	1	+	1	1	+	1	1	1	1	2
Companion species:																		
<i>Blechnum spicant</i>	+	+	.	.	+	3	2	1	+	2	.	1	+	.	1	1	1	+
<i>Lysimachia azorica</i>	.	+	.	.	+	3	1	1	1	.	.	+	1	.	+	+	1	+
<i>Holcus rigidus</i>	.	+	.	.	1	2	+	.	1	1	.	+	1	.	1	+	1	+
<i>Luzula purpureo-splendens</i>	.	.	.	.	+	1	.	1	+	+	.	1	1	+	+	1	1	+
<i>Agrostis azorica</i>	+	+	.	1	.	1	1	.	+	.	.	1	1	1	.	.	.	+
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	+	1	+	2	.	1	1	.	+	1	+	+	+
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	2	2	2	.	1	.	2	1	+	+	.	.	.	+
<i>Tolpis azorica</i>	.	.	.	.	+	1	.	+	2	+	.	.	.	.	.	+	1	+
<i>Festuca francol</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	1	1	+	.	.	.	.
<i>Leontodon filii</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	1	.	.	+	+	.	.	1	.	+
<i>Vaccinium cylindraceum</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+
<i>Rubia agostinhoi</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Lotus pedunculatus</i>	.	.	.	.	2	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Carex azorica</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia foliosa</i>	.	.	.	.	.	3	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex gutnickiana</i>	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platanthera micrantha</i>	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	+	.
<i>Ilex azorica</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Centaurium scilloides</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Juniperus brevifolia</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Viburnum subcordatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.
<i>Veronica officinalis</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Other species. Companion species: *Silene cratericola* + in 1; *Polygala vulgaris* +, *Sibthorpia europaea* +, *Prunella vulgaris* +, *Viola jurensis* +, *Leontodon taraxacoides* + in 18; *Hypericum foliosum* + in 6; *Juncus effusus* +, *Eleocharis multicaulis* 1, *Ornithoglossum regalis* +, *Carex echinata* +, *Frangula azorica* + in 7; *Danthonia decumbens* 2 in 11; *Myrsine retusa* + in 17.

Localities: 1. Typus (subas. *typica*): Table 4, rel. 6 (Lüppitz 1975: 168) [Açores, Ilha do Pico: Pico]. 2. Pico: subida para a Montanha do Pico. 3. Pico: subida para a Montanha do Pico. 4. Pico: subida para a Montanha do Pico. 5. Faial: Caldeira, bordo externo da caldeira. 6. Faial: Caldeira em contacto com inv. 1. 7. S. Jorge: Serra do Topo, Pedra Vermelha. 8. Faial: Caldeira, bordo externo da caldeira, junto ao túnel de acesso à caldeira. 9. Pico: subida para o Pico. Encosta de crista rochosa. 10. Pico: subida despues del final de la Pista. 11. Pico: Misterios de Prainha. 12. Pico: subida para a Montanha do Pico. 13. Pico: subida para a Montanha do Pico. 14. Pico: subida para a Montanha do Pico. 15. Pico: subida para a Montanha do Pico. 16. Pico: subida para a Montanha do Pico. 17. Pico: Misterios de Prainha. 18. Ts: Typus (subas. *ericetosum azoricae*): Table 4, rel. (Lüppitz 1975b: 168)1 [Açores, Ilha do Pico: Pico].

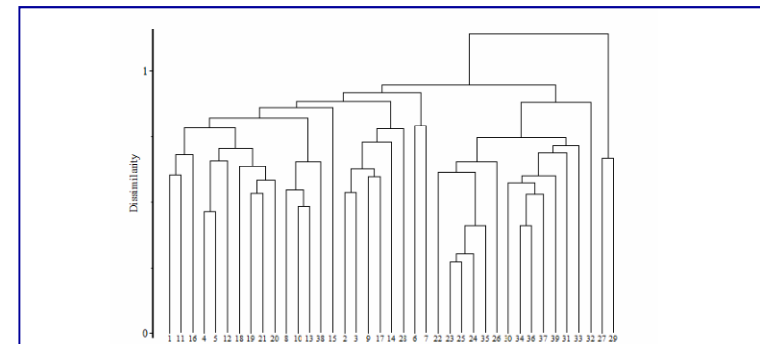


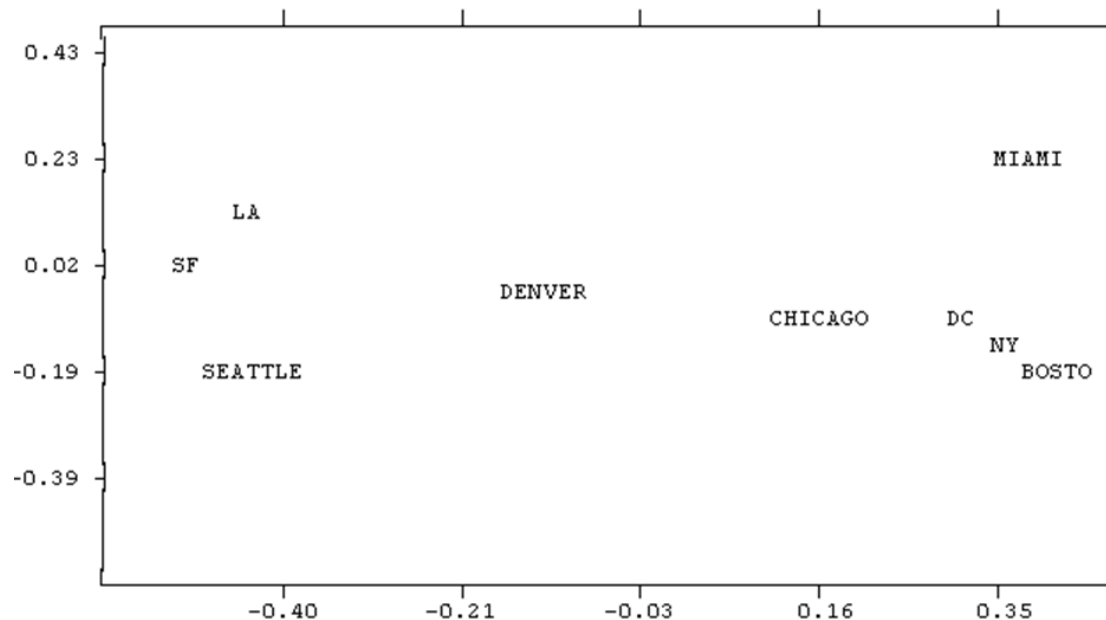
Figure 2. Dendrogram of the UPGMA clustering (chord distance) of the data shown in the tables 2 and 3.

FITOSOCIOLOGÍA: Se pueden jerarquizar las combinaciones “estadísticas” de “superorganismos”

Ejemplo práctico

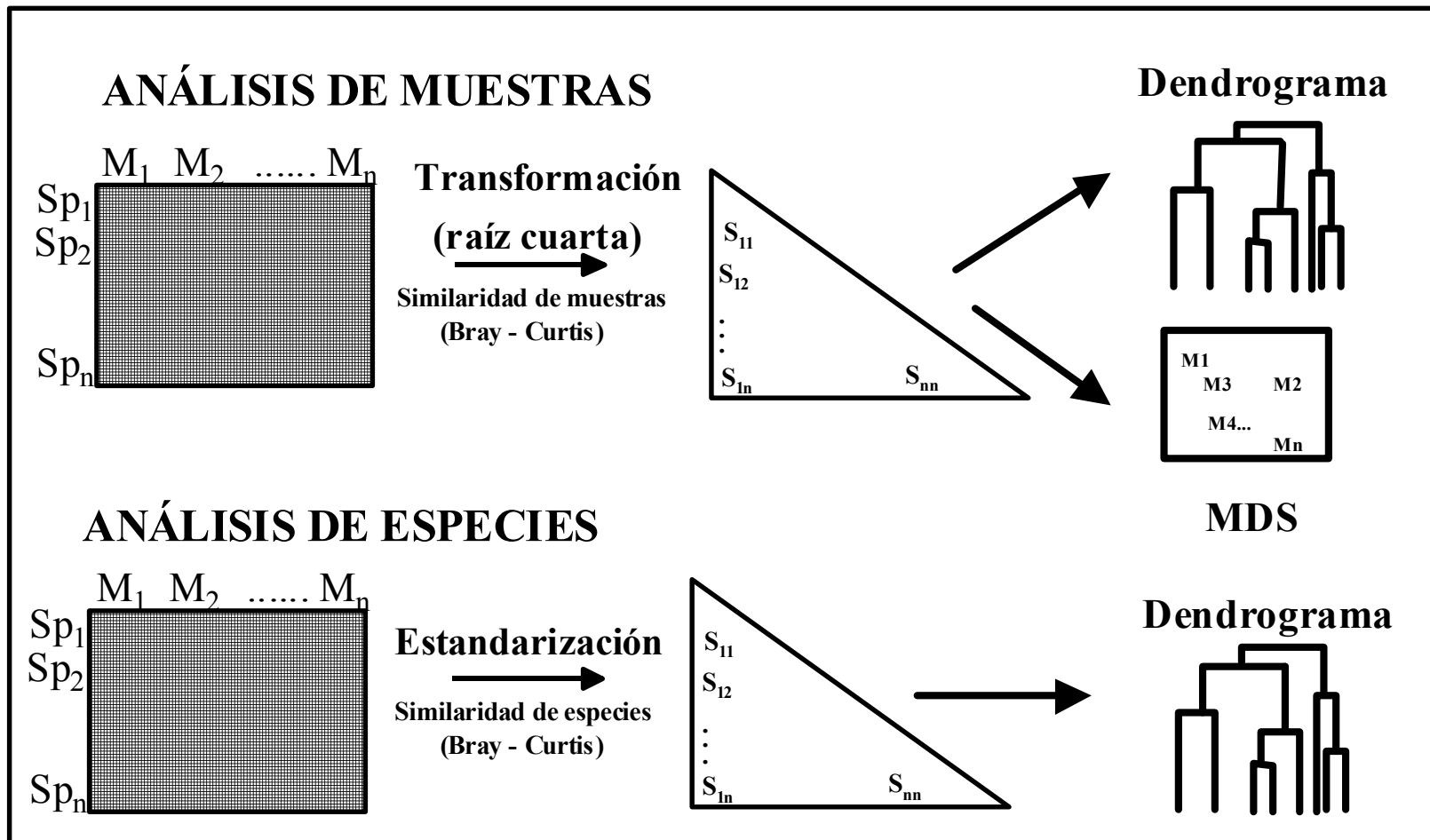
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		BOST	NY	DC	MIAM	CHIC	SEAT	SF	LA	DENV
1	BOSTON	0	206	429	1504	963	2976	3095	2979	1949
2	NY	206	0	233	1308	802	2815	2934	2786	1771
3	DC	429	233	0	1075	671	2684	2799	2631	1616
4	MIAMI	1504	1308	1075	0	1329	3273	3053	2687	2037
5	CHICAGO	963	802	671	1329	0	2013	2142	2054	996
6	SEATTLE	2976	2815	2684	3273	2013	0	808	1131	1307
7	SF	3095	2934	2799	3053	2142	808	0	379	1235
8	LA	2979	2786	2631	2687	2054	1131	379	0	1059
9	DENVER	1949	1771	1616	2037	996	1307	1235	1059	0

“Distancias”



“Representación espacial
n dimensional”

Técnicas estadísticas: tratamiento multivariante de datos



2. Dinámicas y procesos, ¿de qué pruebas analíticas disponemos?

Procesos FÍSICOS

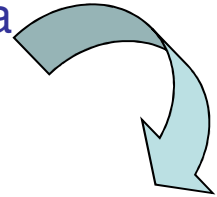
- Flujos de las masas de agua: Hidrología, Hidráulica, Hidrodinámica

Procesos BIOLÓGICOS

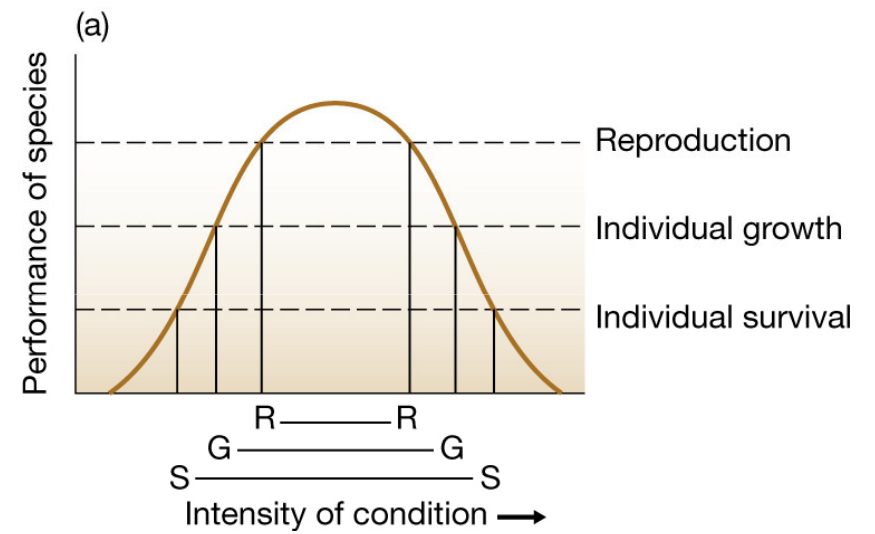
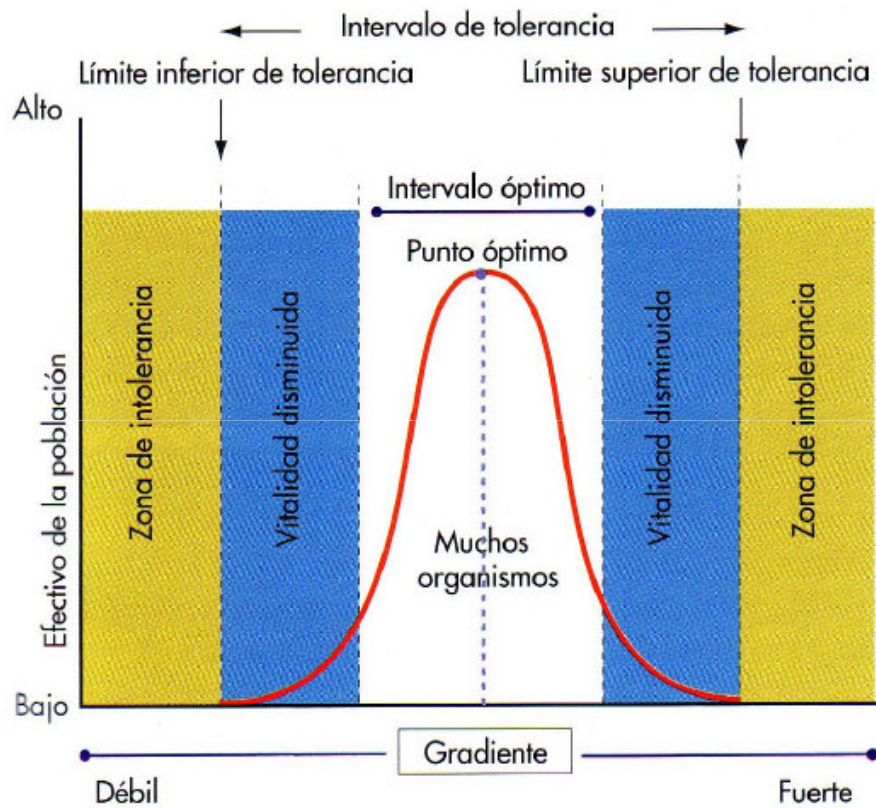
- Crecimiento
- Nutrición
- Reproducción → **Dispersión** → Colonización
- Interacciones → **Competencia**
- Supervivencia

Procesos QUÍMICOS

- Producción/Degradación: Flujos de M y E → **Calidad aguas**

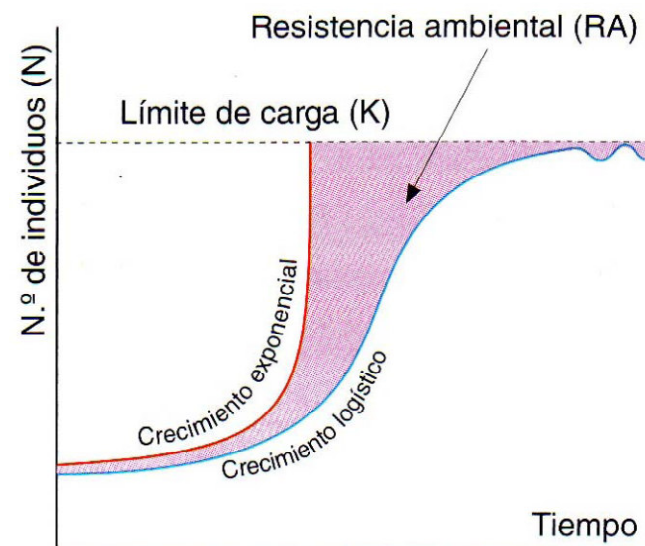


Procesos BIOLÓGICOS

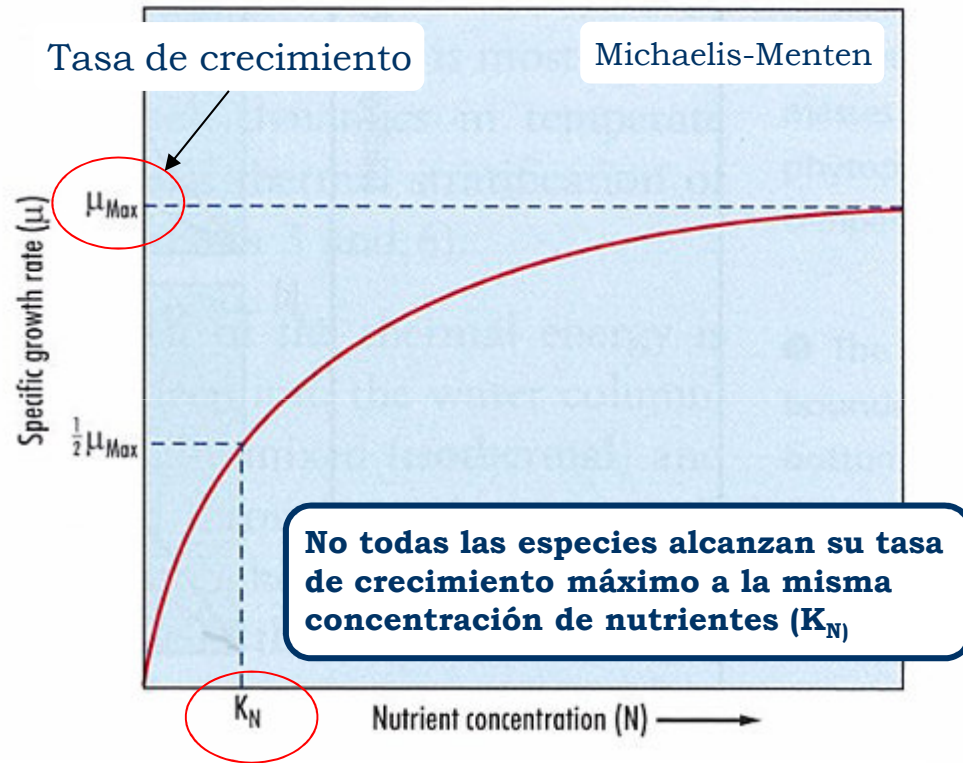


Crecimiento

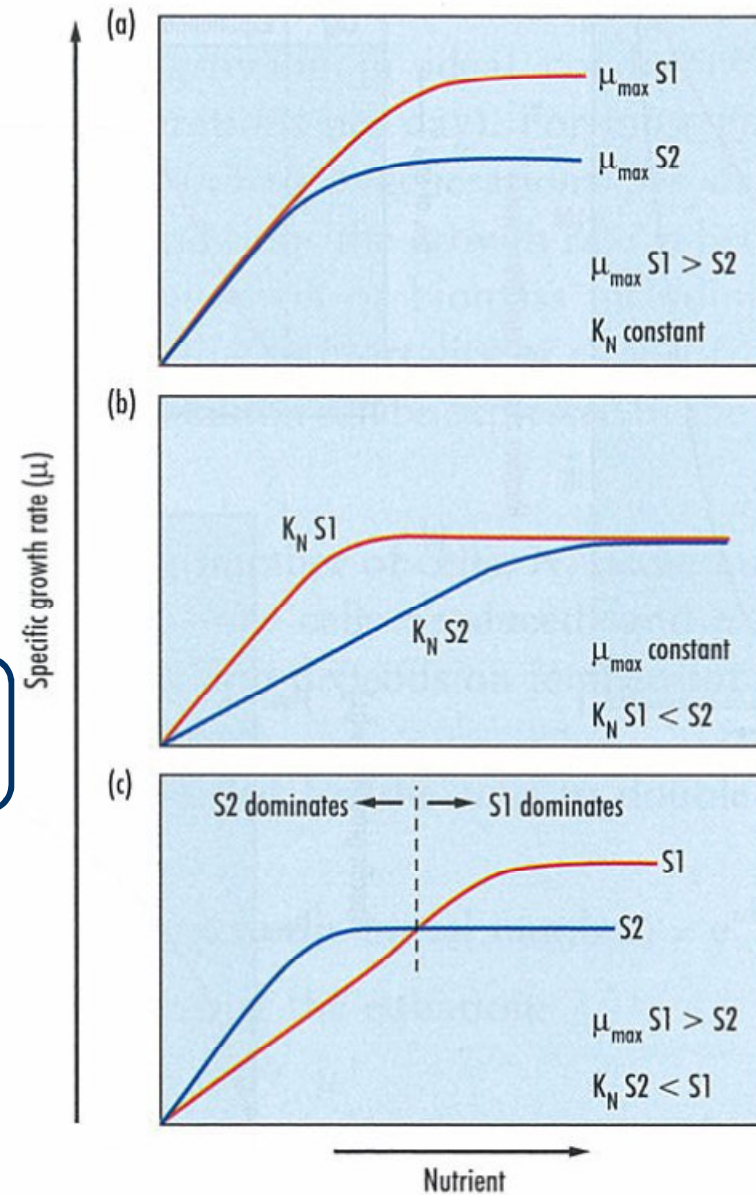
- Tasa de crecimiento (r): aumento de la población respecto a un período de tiempo (natalidad-mortalidad) + (inmigración - emigración)
- Crecimiento exponencial: el que se daría en una población en la que el espacio y los alimentos fueran ilimitados.
- Crecimiento en S o sigmoideo: el que se da en una población que se desarrolla en un ambiente con recursos limitados.

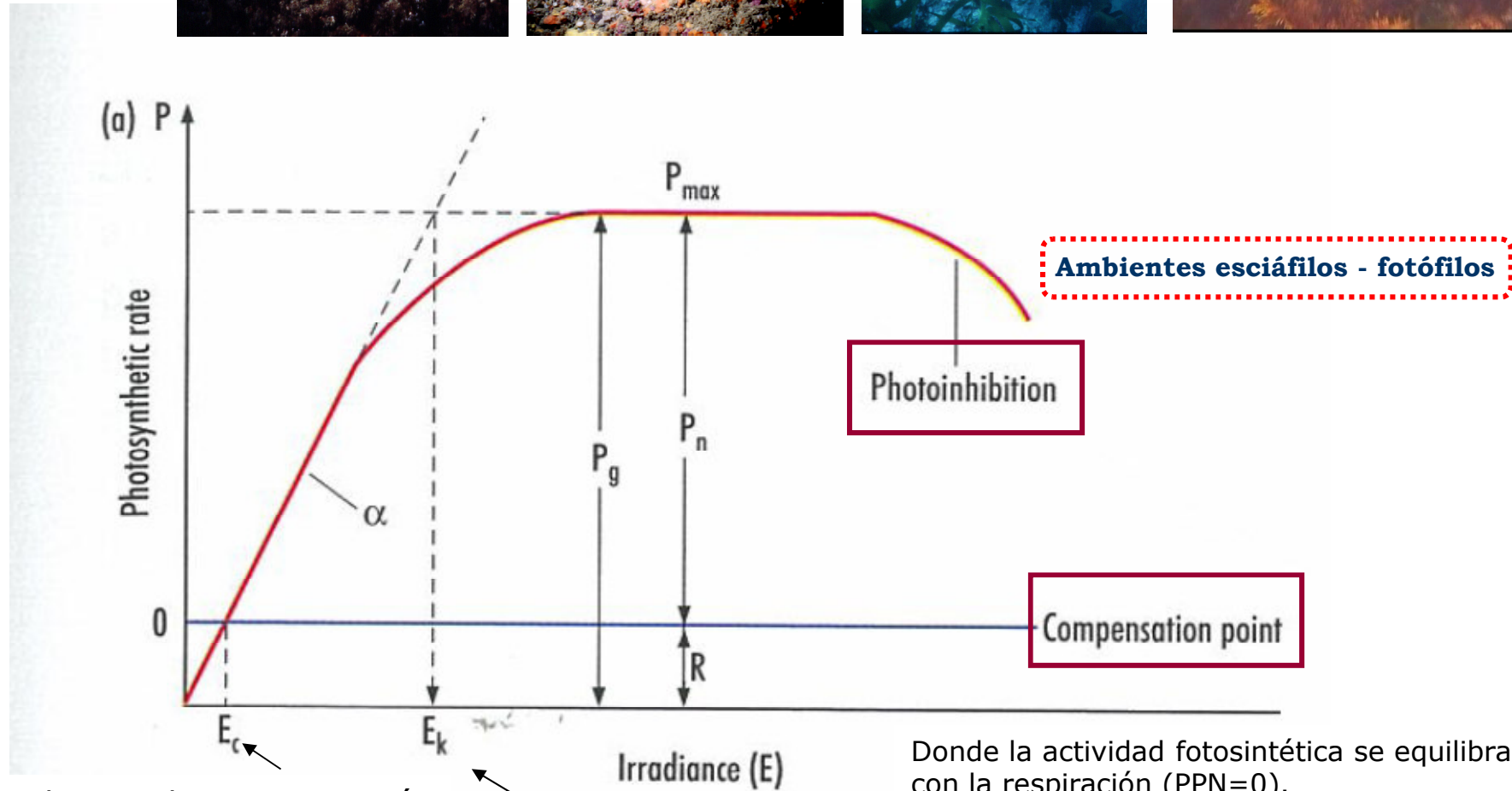
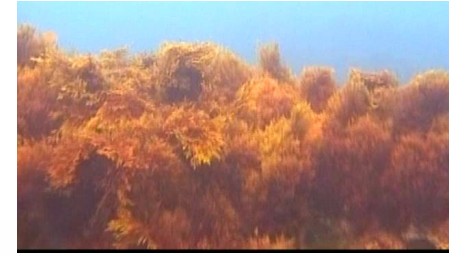
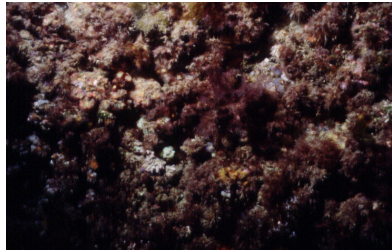


Nutrición



Constante de saturación media





Irradiancia de compensación
(Límite de la zona fótica)

Irradiancia de saturación



Reproducción: Dispersión

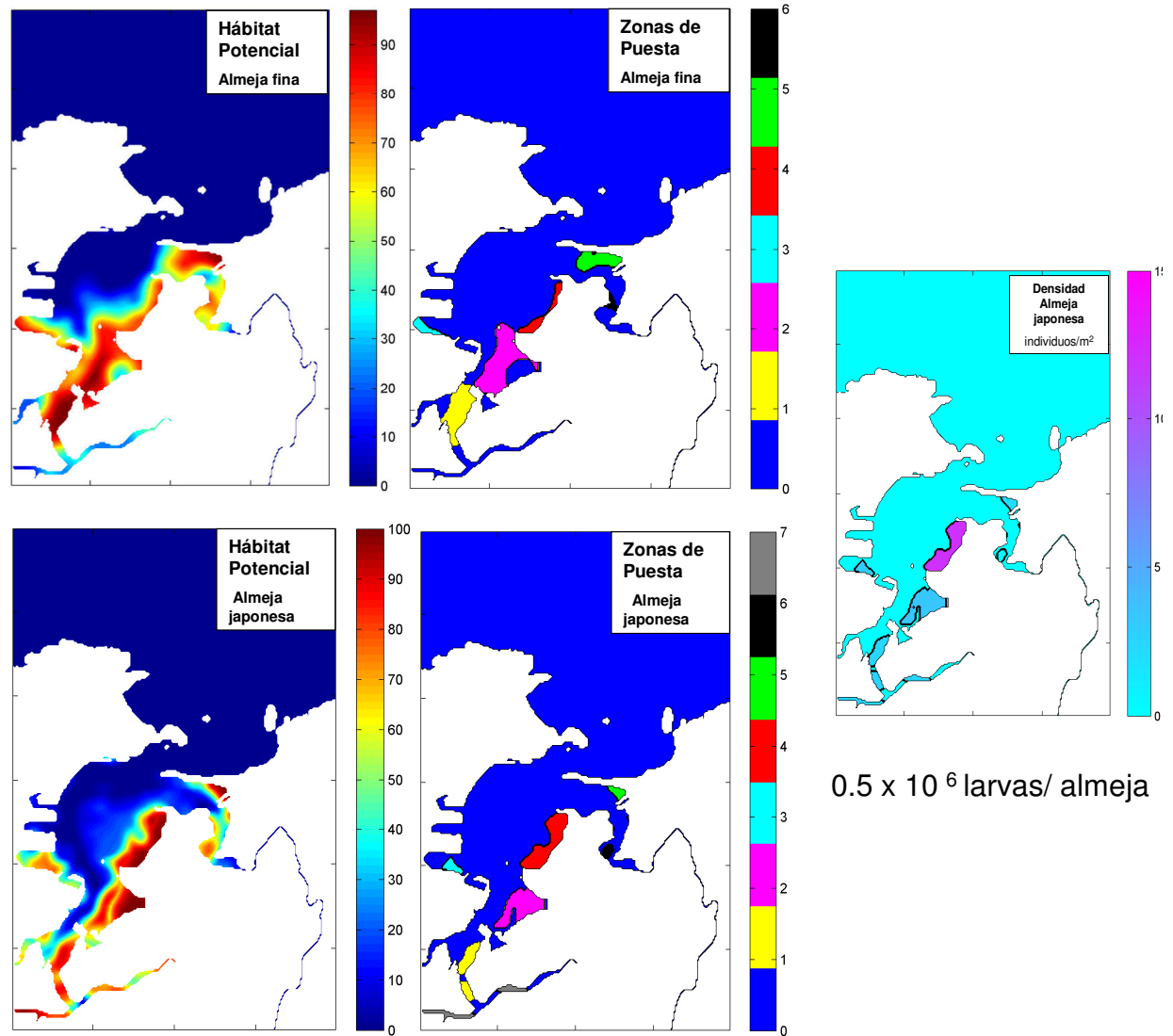
Modelado matemático

- Hidrodinámico
- Biológico

N casos estudiados

- f (zonas de puesta
- Especie
- Época

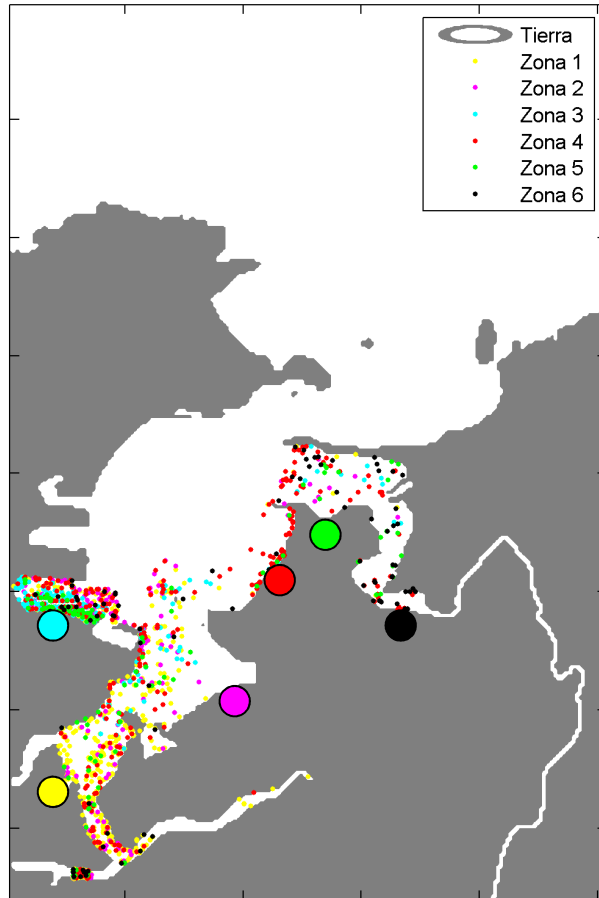
Integración de resultados en el espacio y en el tiempo



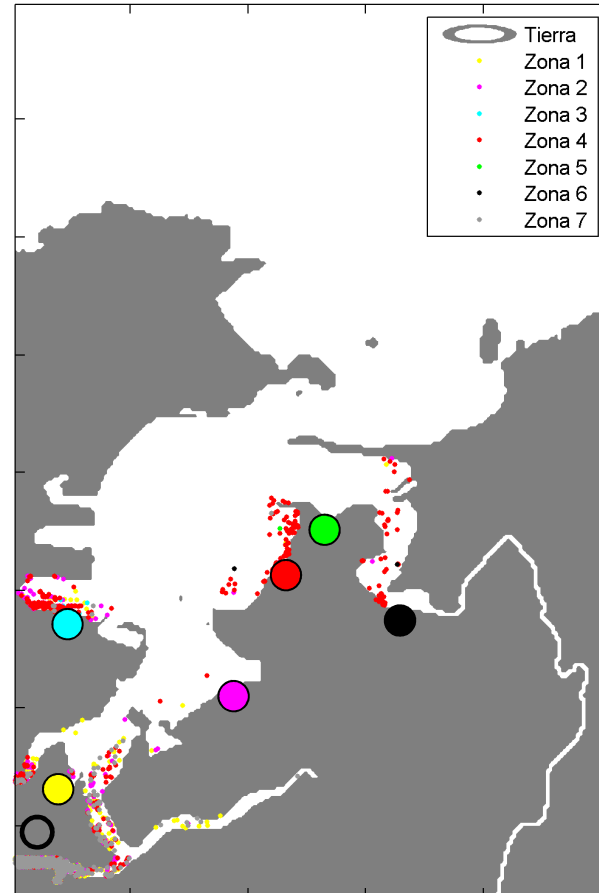
Caso 73 : Almeja japonesa, Otoño (vientos E y W), Marea viva



Larvas Reclutadas de Fina - Verano Muerta



Larvas Reclutadas de Japonesa - Verano Muerta



Astillero ●

Elechas ●

Raos ●

Pedreña ●

Cubas Ex ●

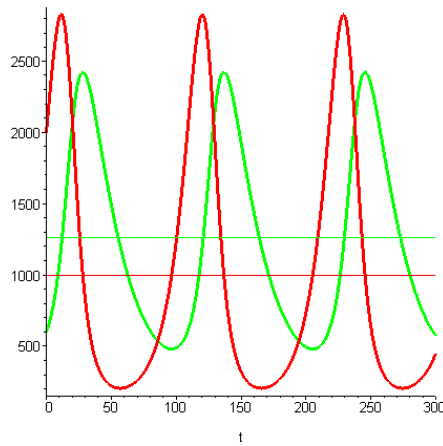
Cubas In ●

Solía ●

Interacciones: Competencia

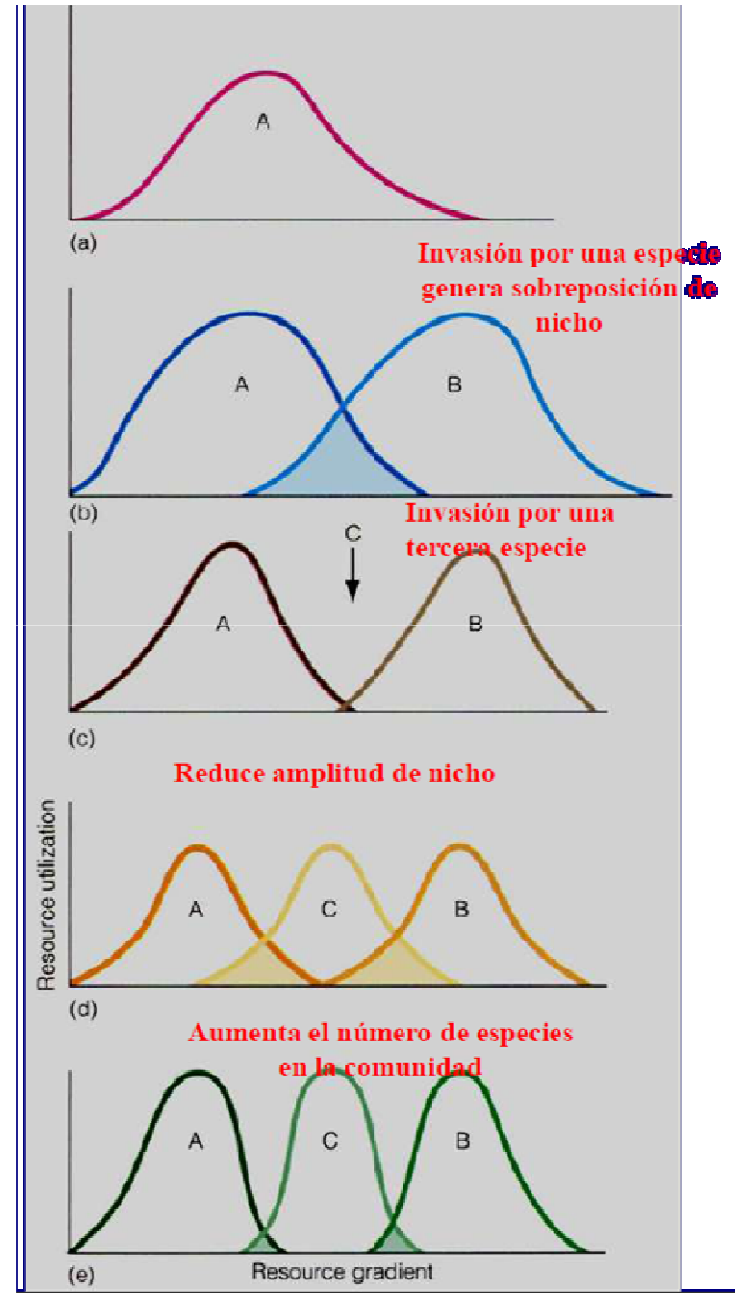
Interacción entre dos poblaciones:
relación “depredador-presa”

Modelo de Lotka-Volterra, propuesto de
manera independiente por Alfred Lotka
(1925) y Vito Volterra (1926).



$$\frac{dN_1}{dt} = \frac{r_1}{K_1} (K_1 - N_1 - \alpha N_2) N_1$$

$$\frac{dN_2}{dt} = \frac{r_2}{K_2} (K_2 - N_2 - \beta N_1) N_2$$



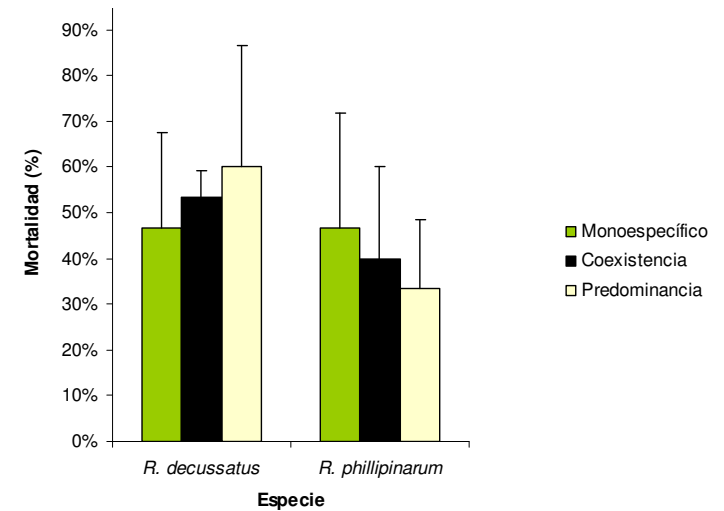
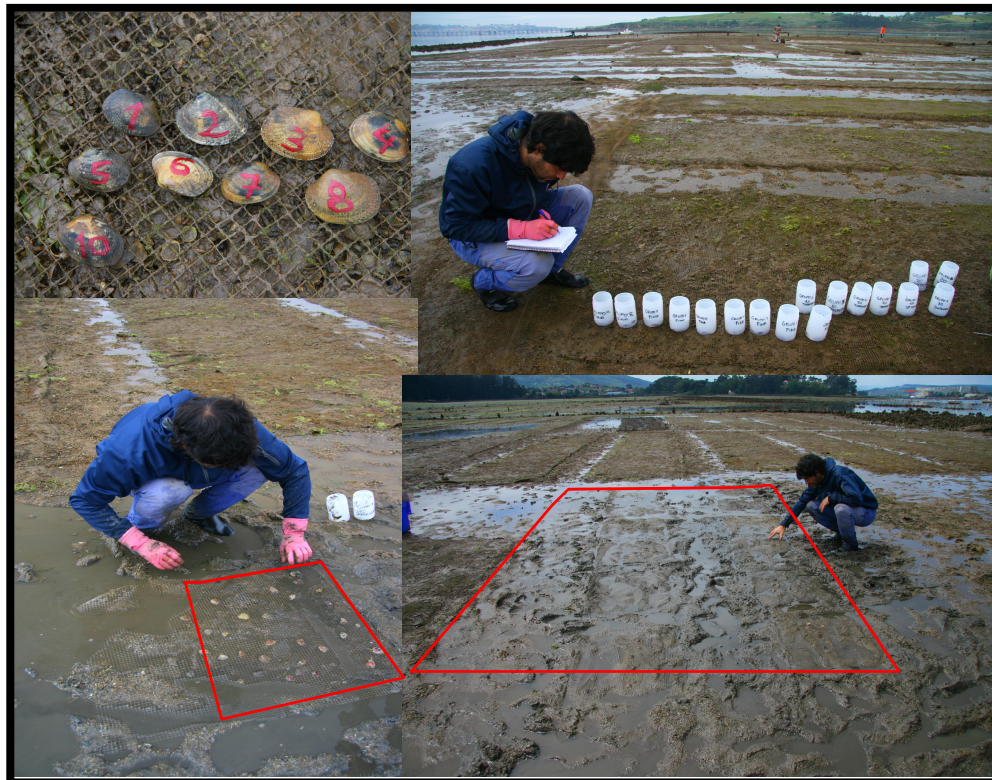
Tratamiento experimental “interacción” Almeja fina- Almeja japonesa



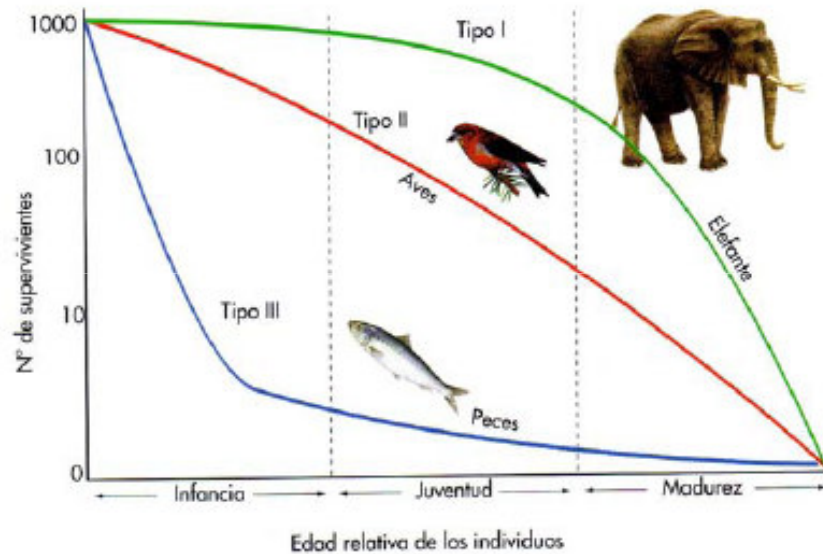
R. decussatus
10 individuos

R. phillipinarum
0, 10, 20 individuos

10D 0P	10D 10P	0D 10P	10D 20P
10D 20P	10D 0P	10D 10P	0D 10P
0D 10P	10D 20P	10D 0P	10D 10P



Supervivencia

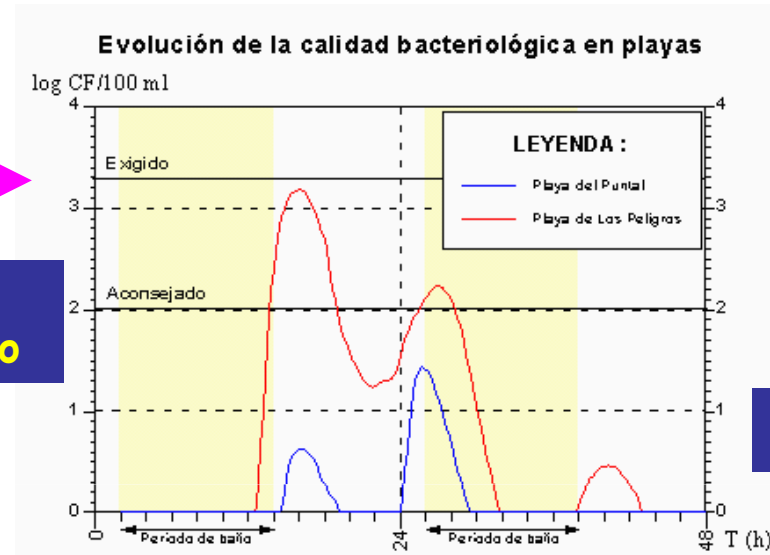


- Tipo I: Los individuos se mueren viejos.
- Tipo II: La tasa de mortalidad es constante.
- Tipo III: La mortalidad se concentra en las etapas juveniles.

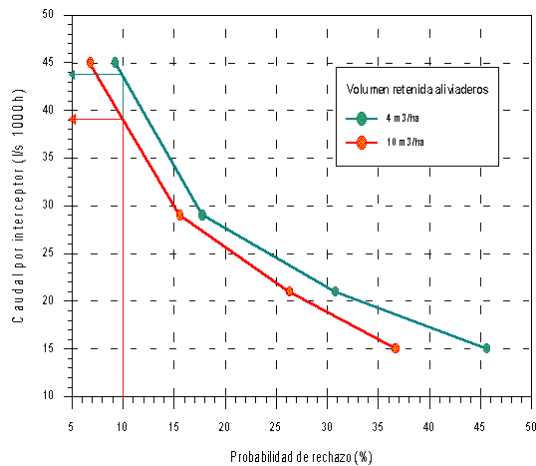
Procesos QUÍMICOS: Eutrofización / Calidad bacteriológica....



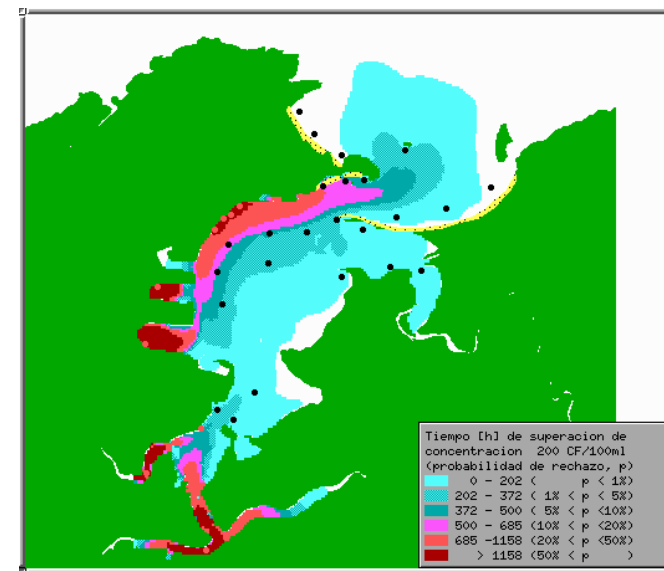
Modelado matemático



n episodios



Análisis de riesgos

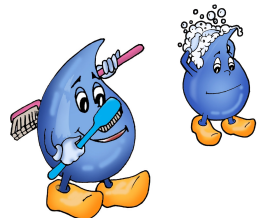


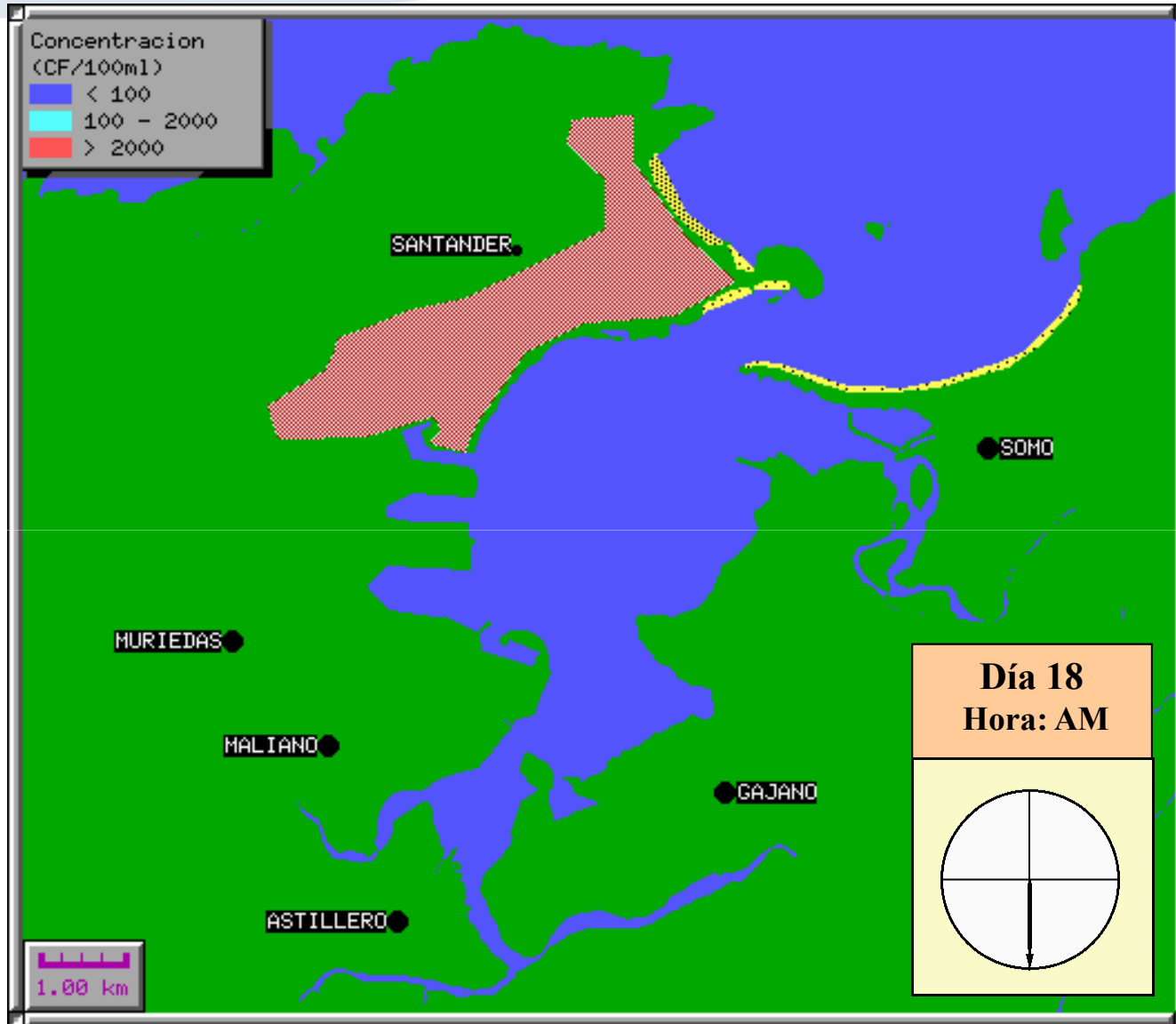
Sistema de saneamiento – Bahía de Santander

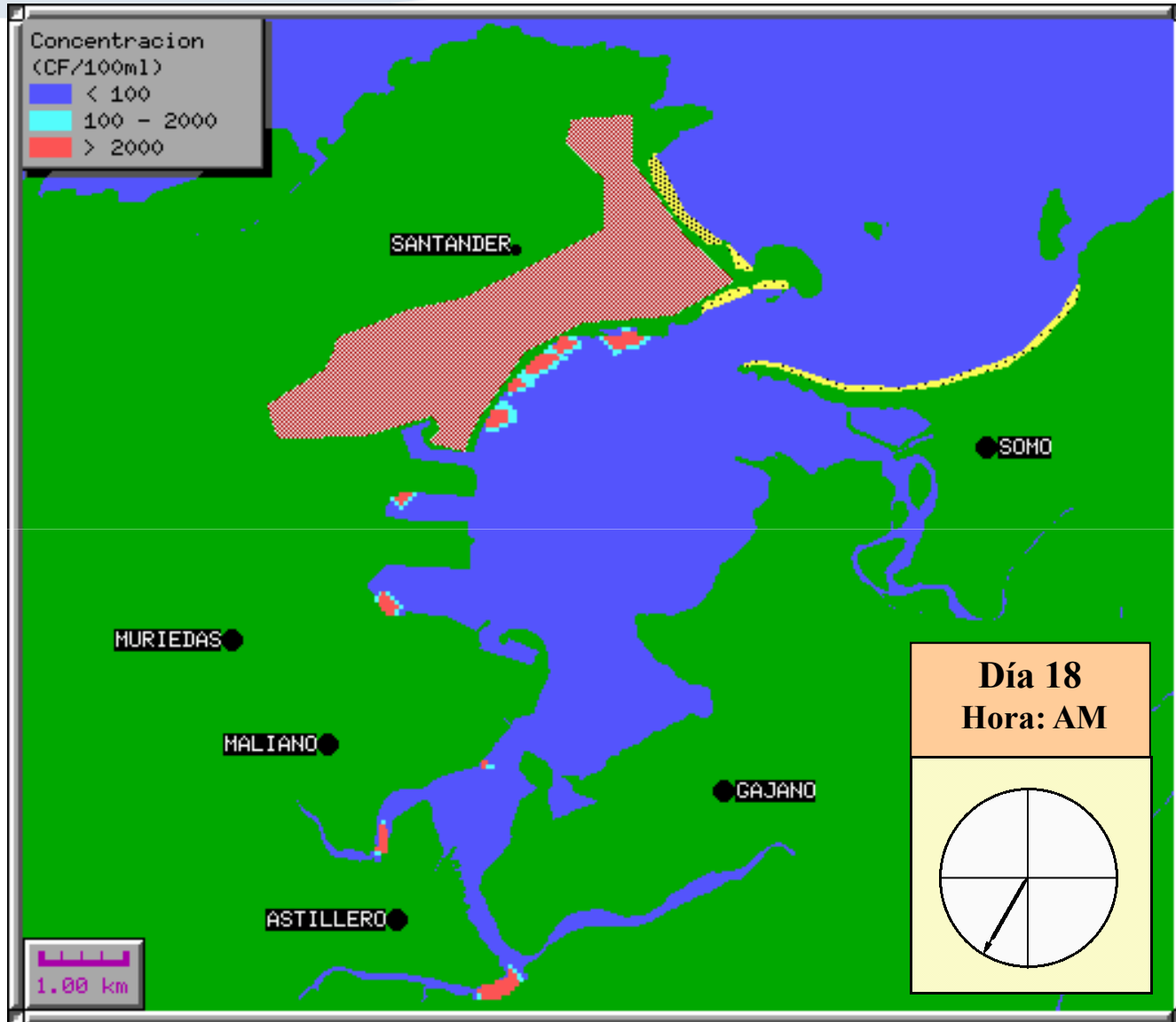
Vertido emisario

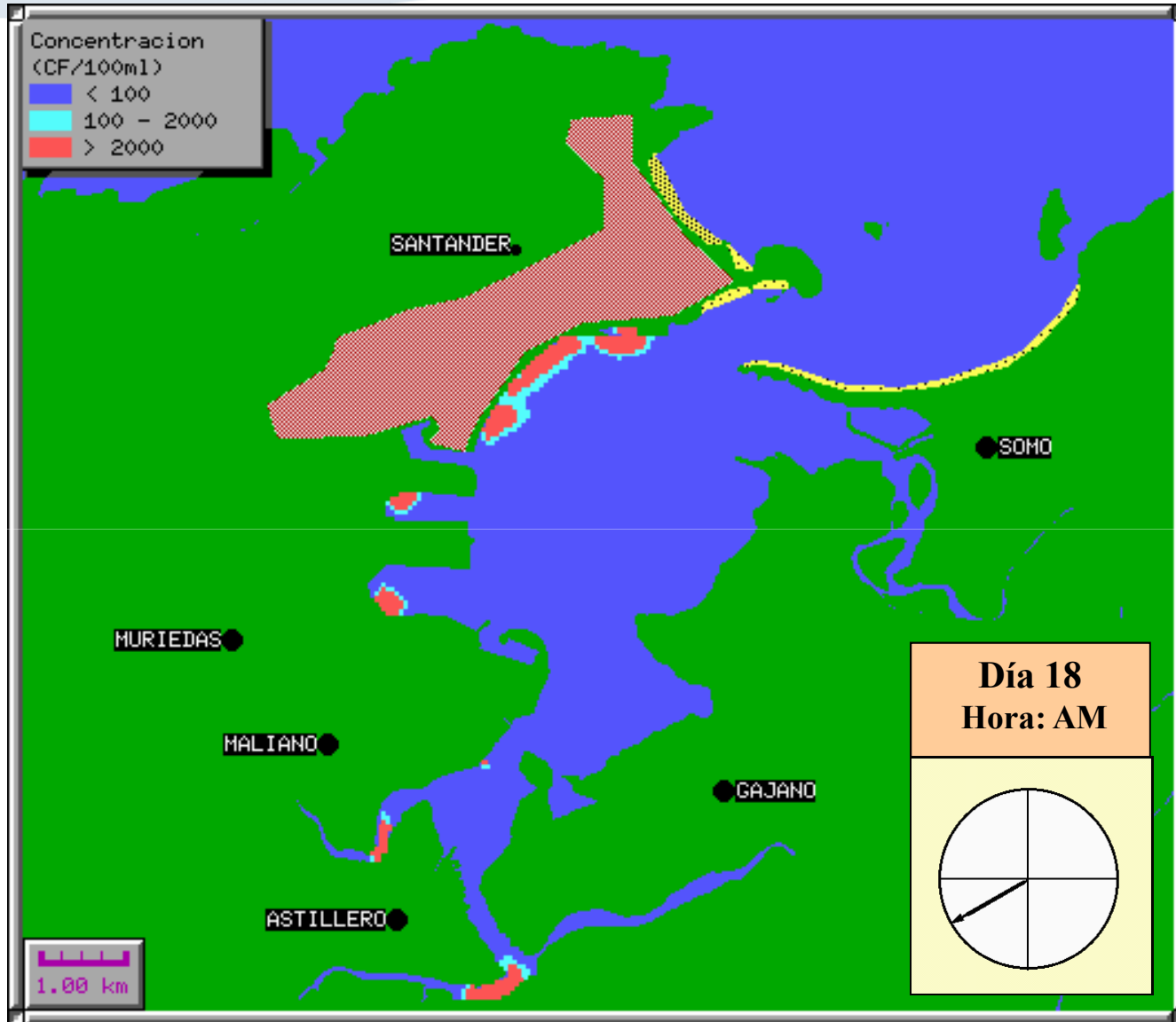


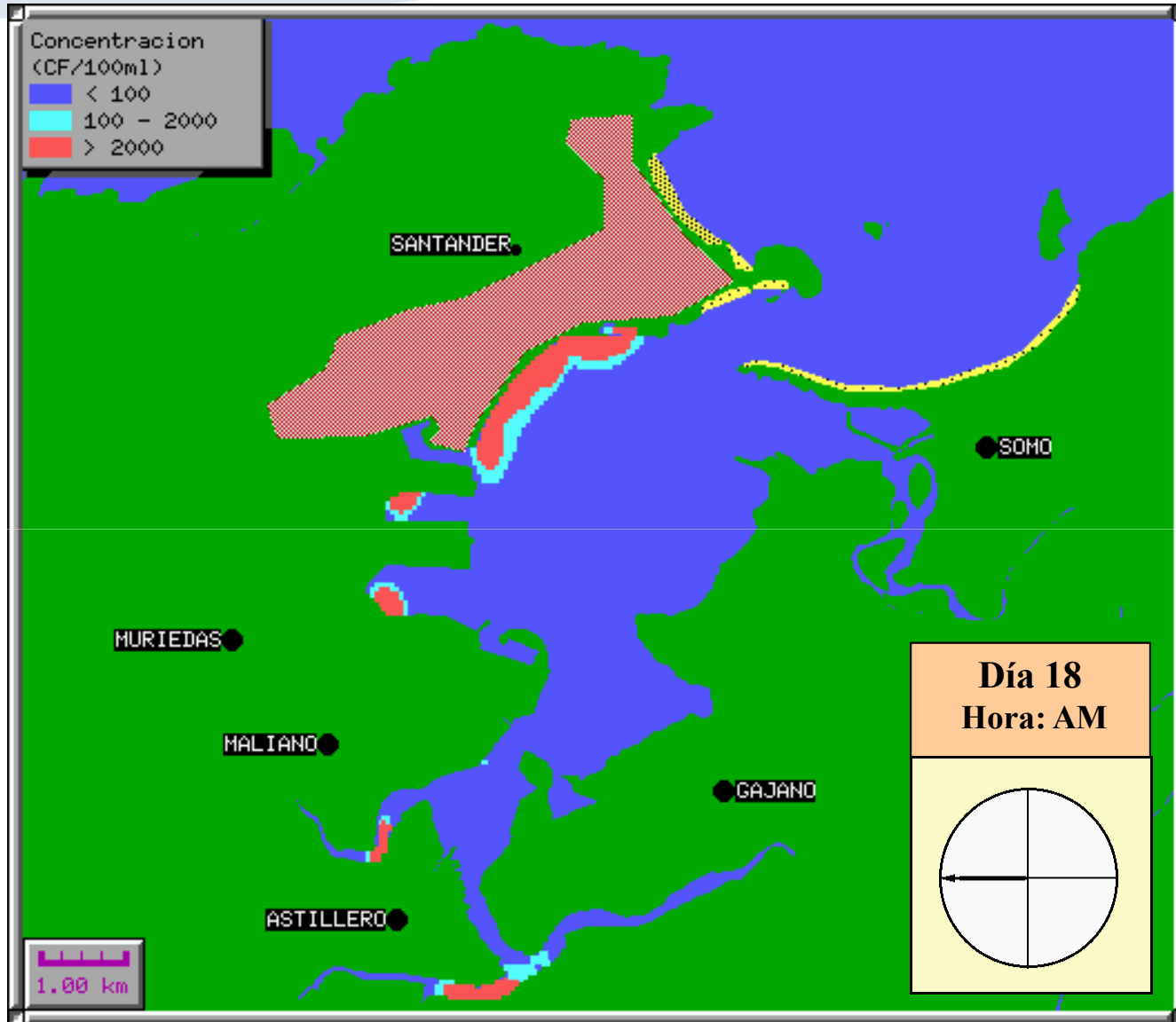
Vertido de efluentes pretratados: 06/2001
Puesta en marcha del tratamiento: 06/2002

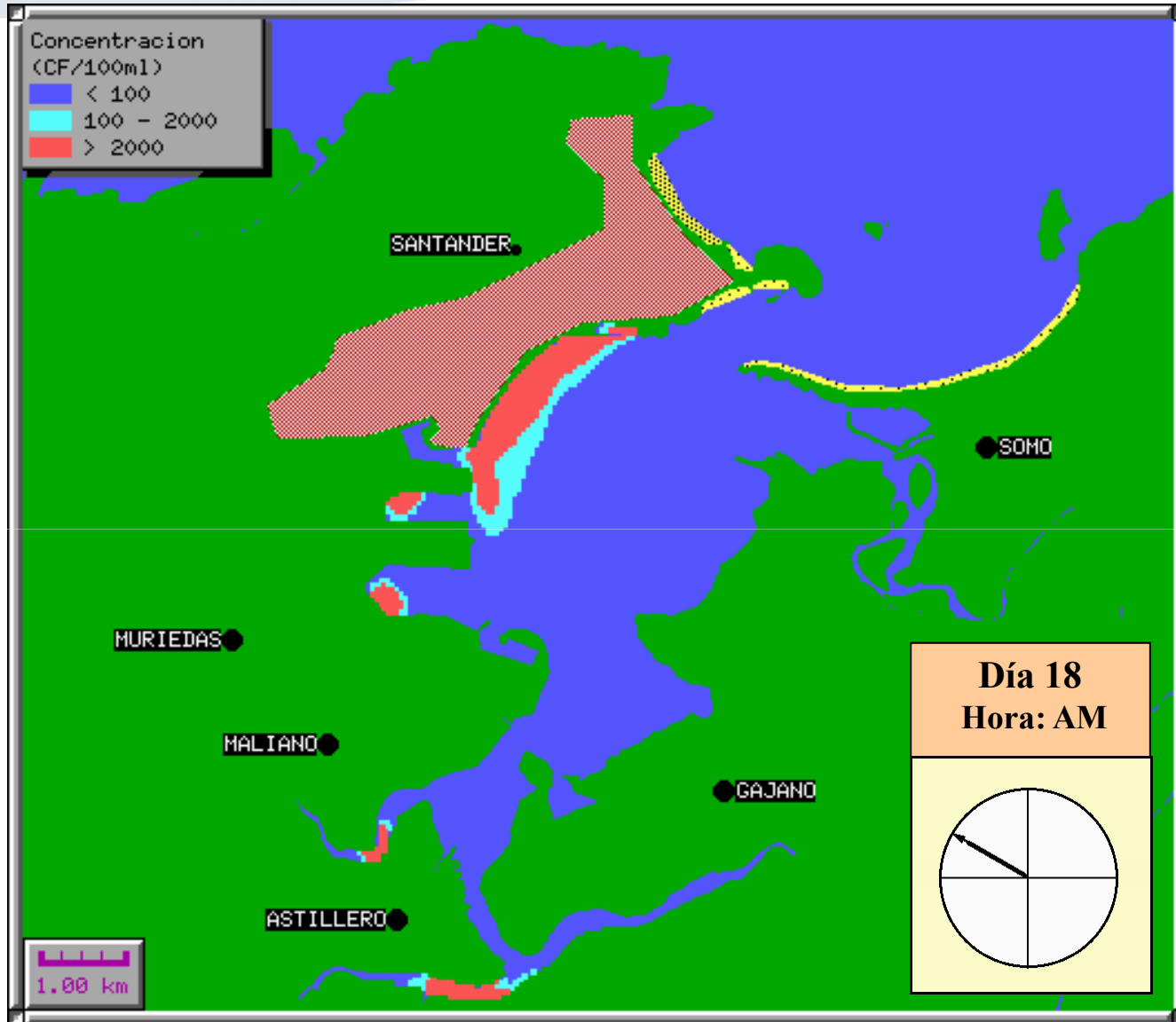


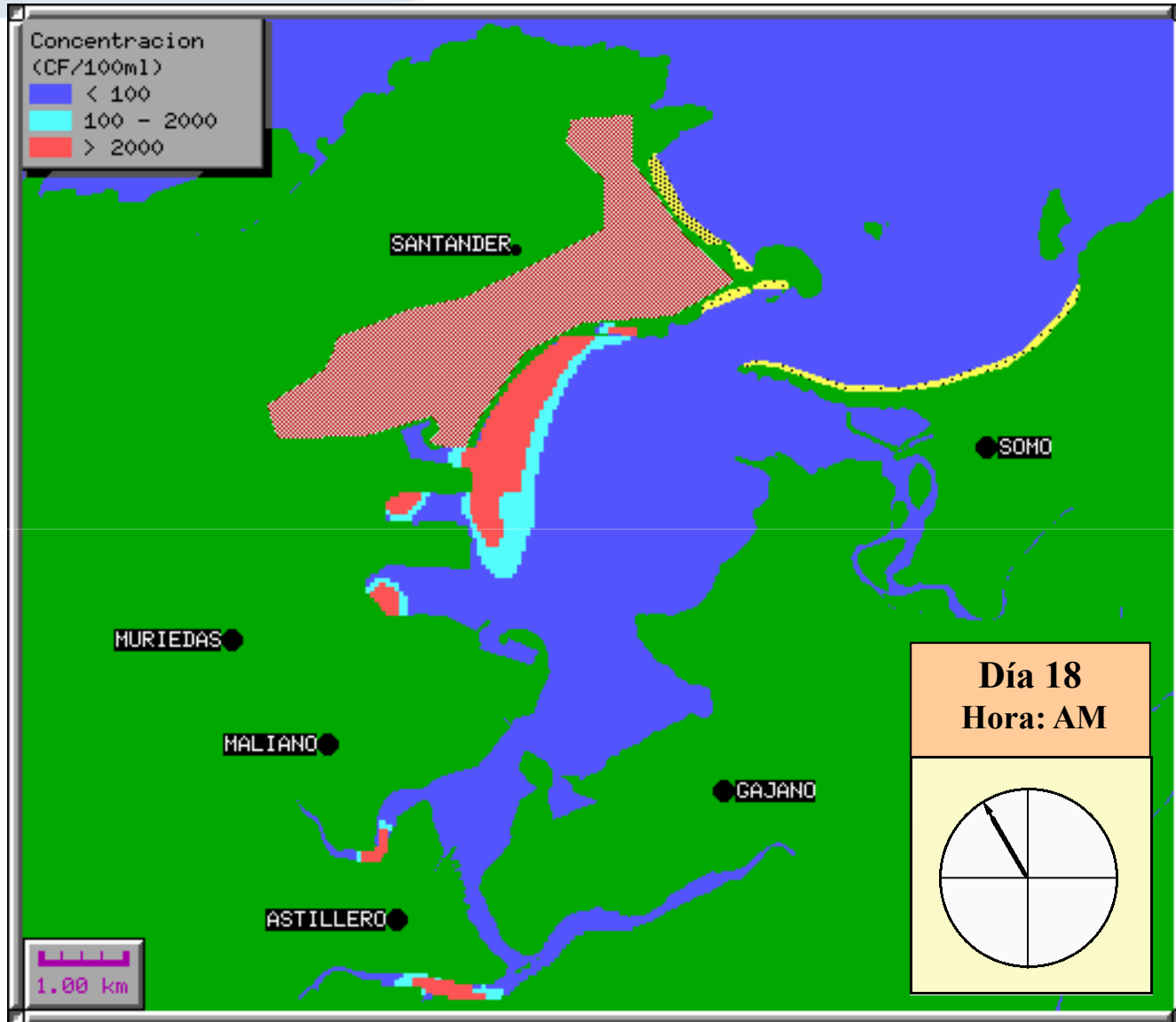


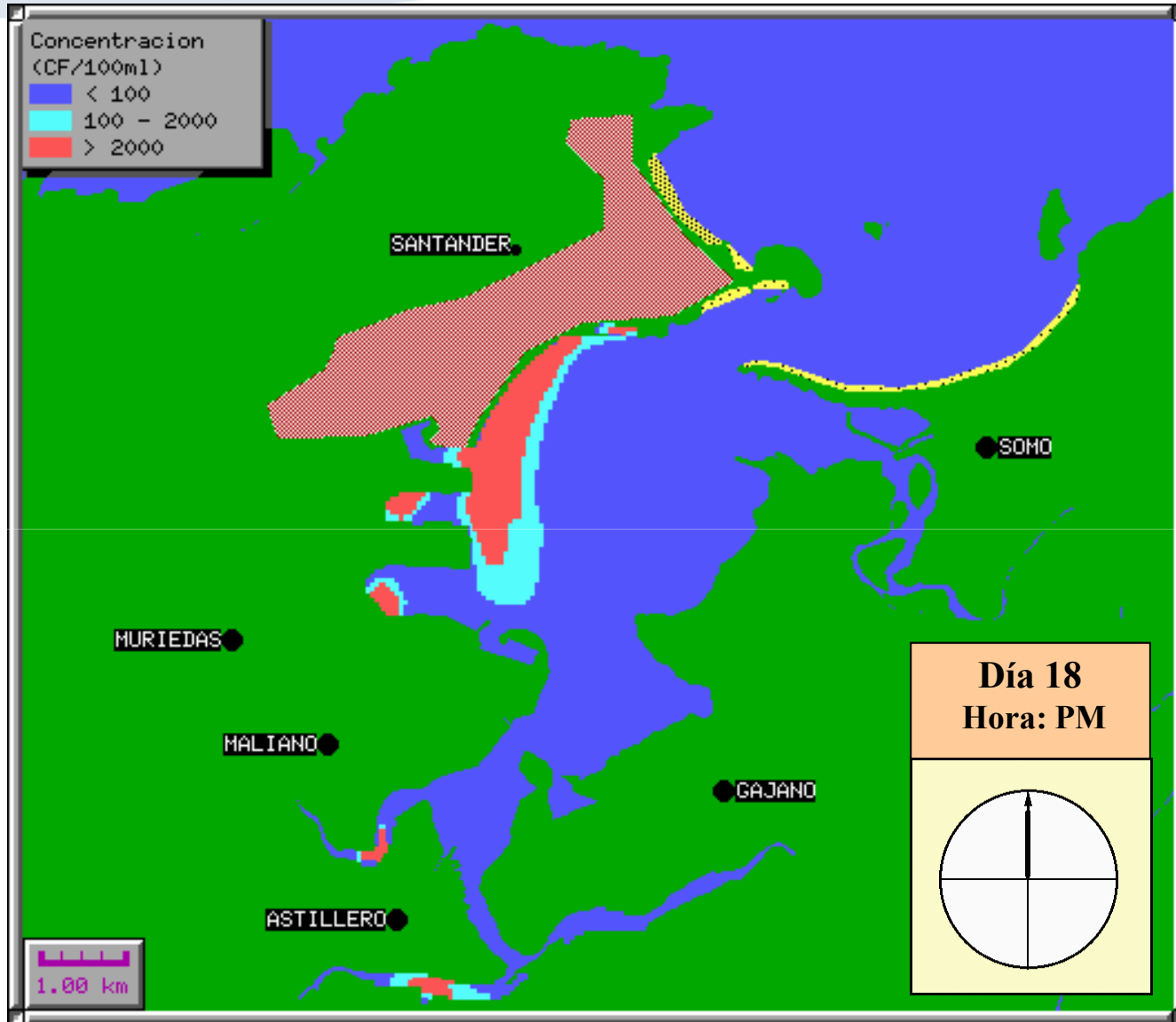


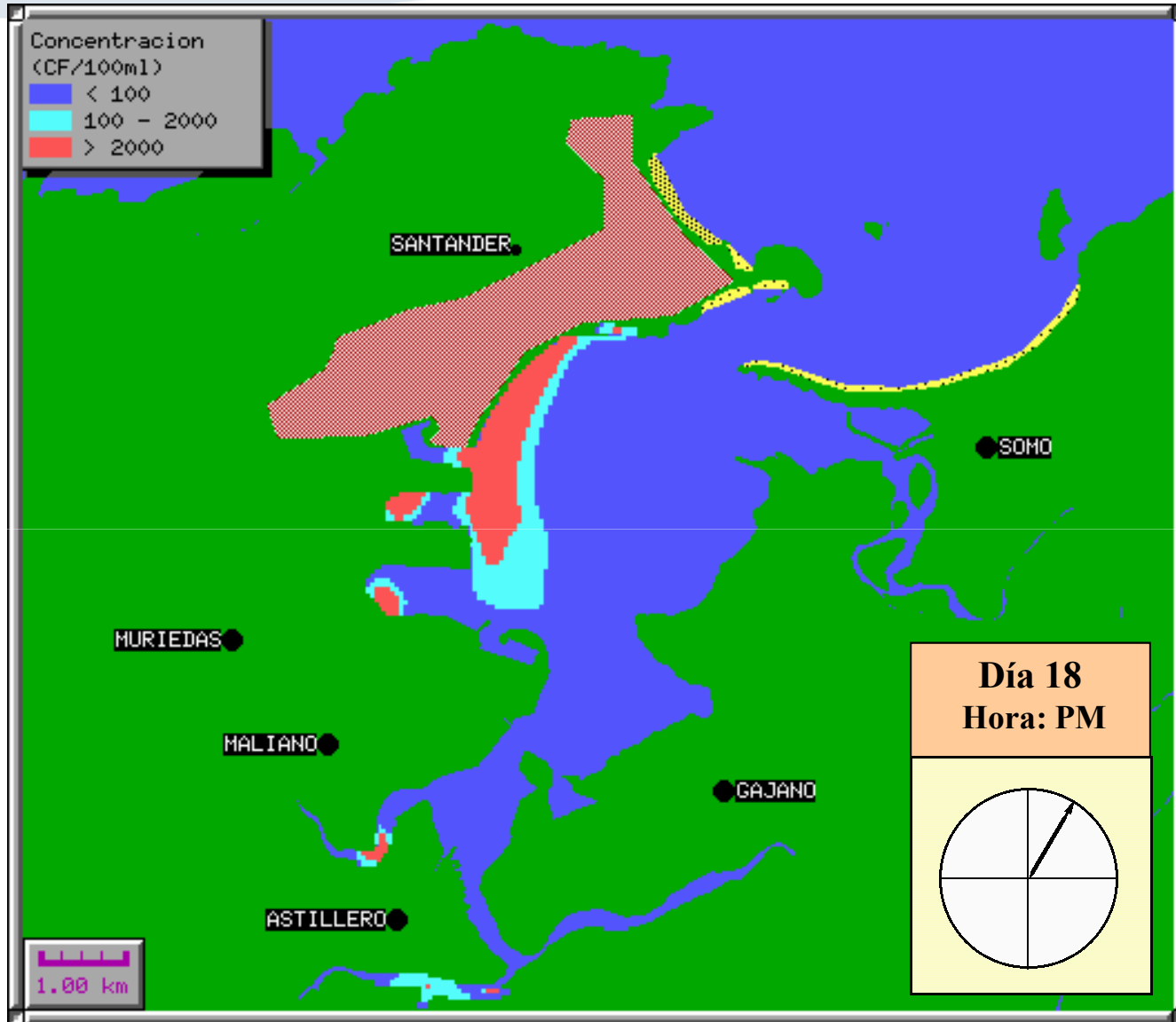


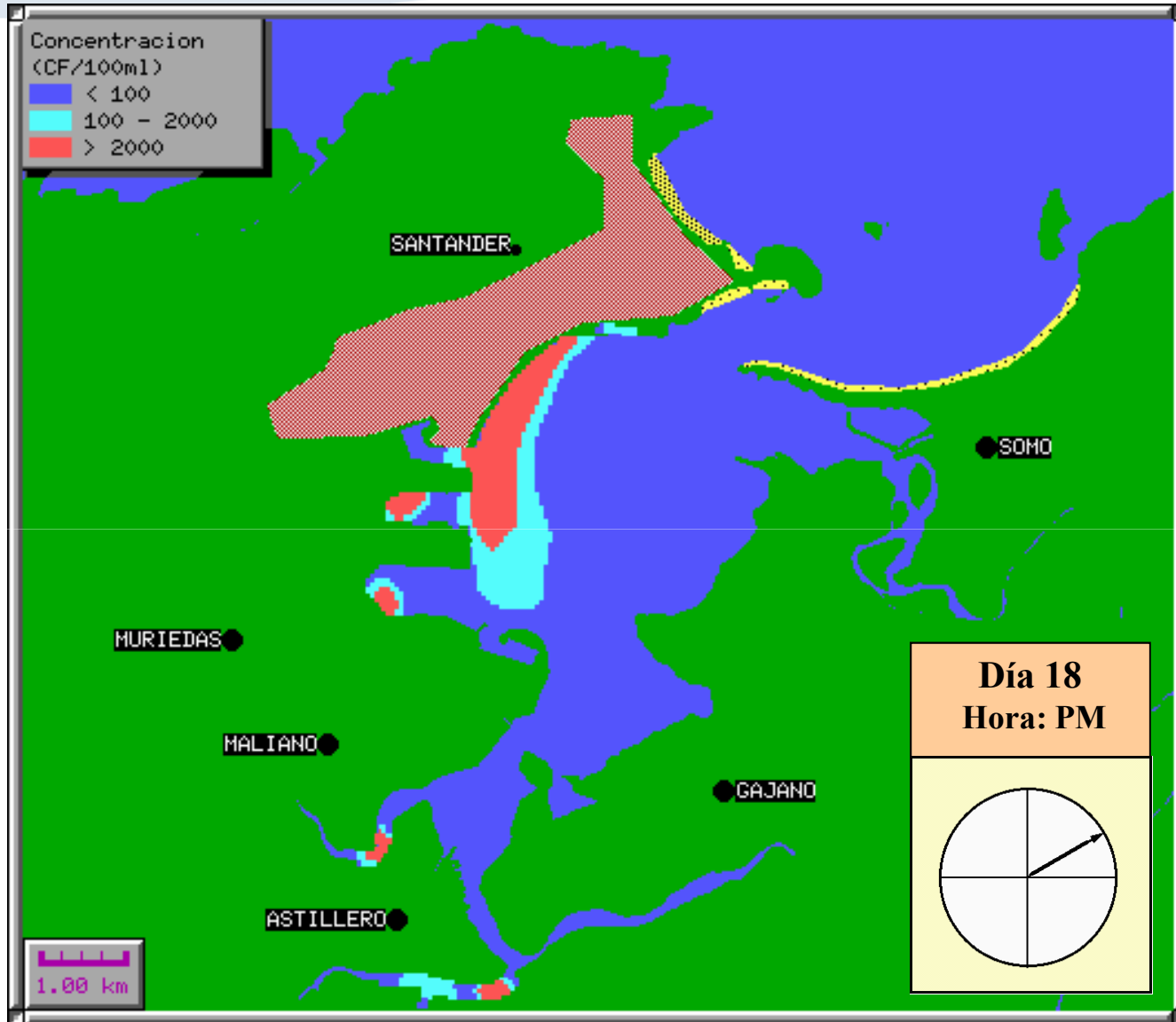


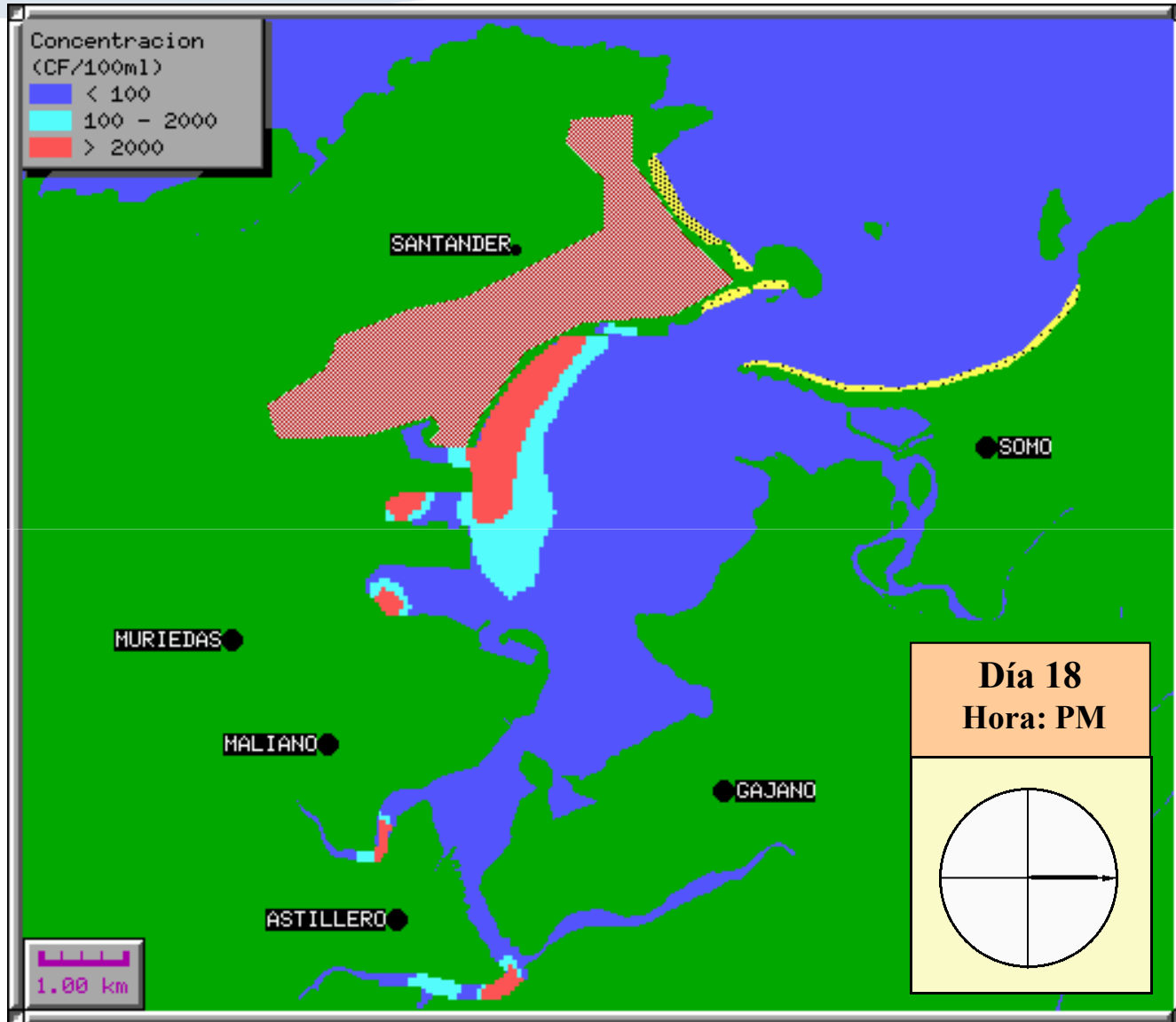


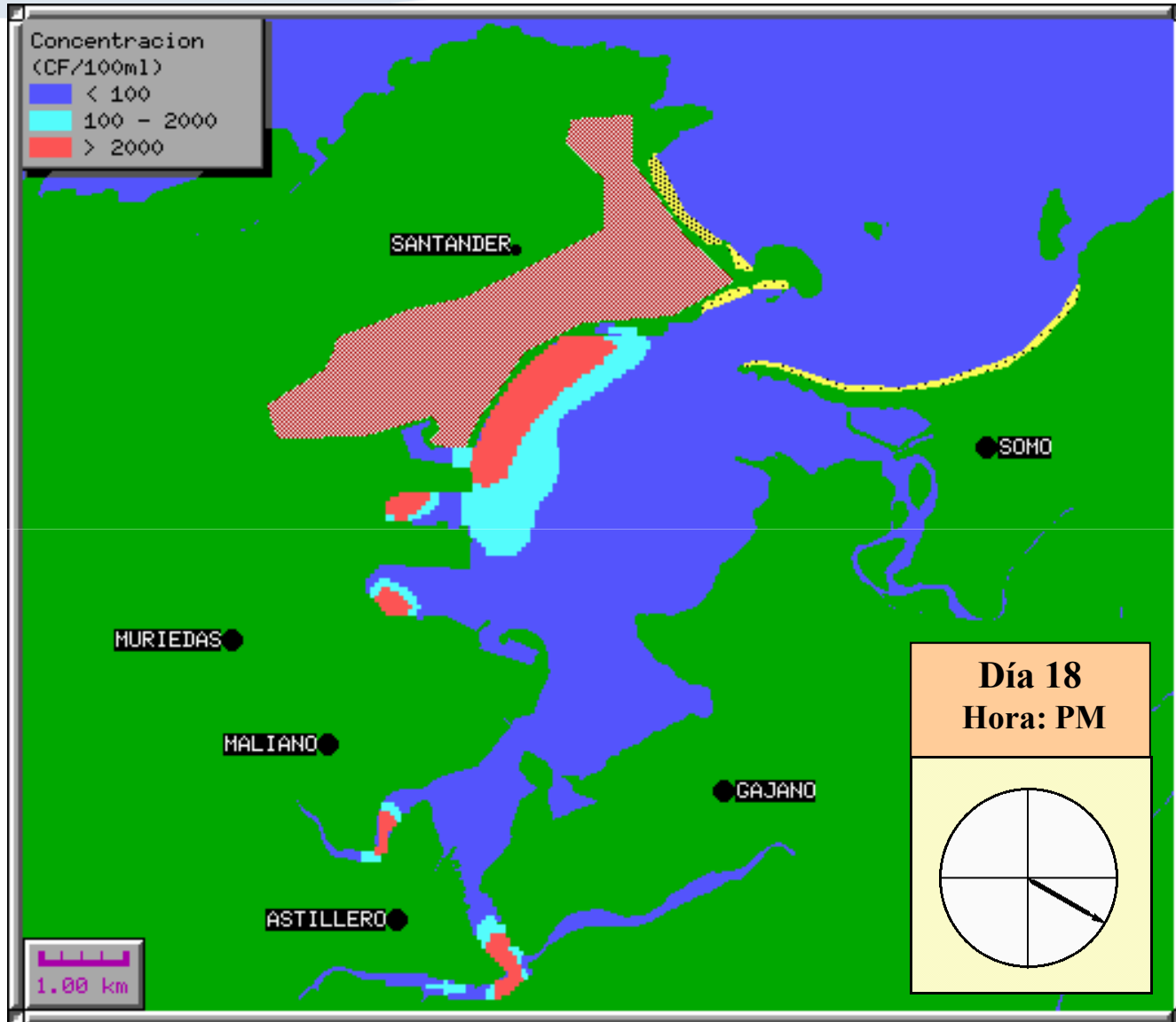


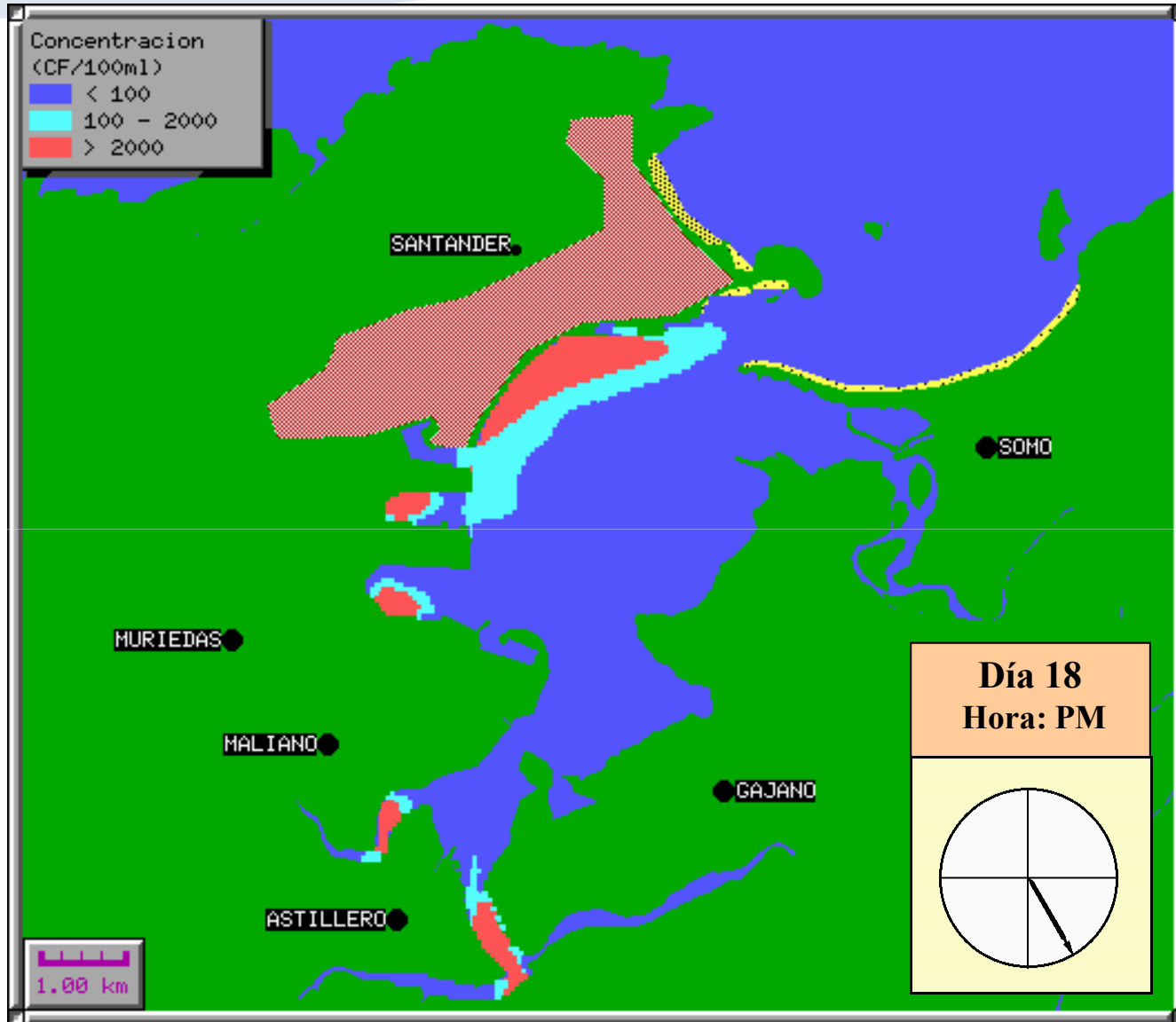


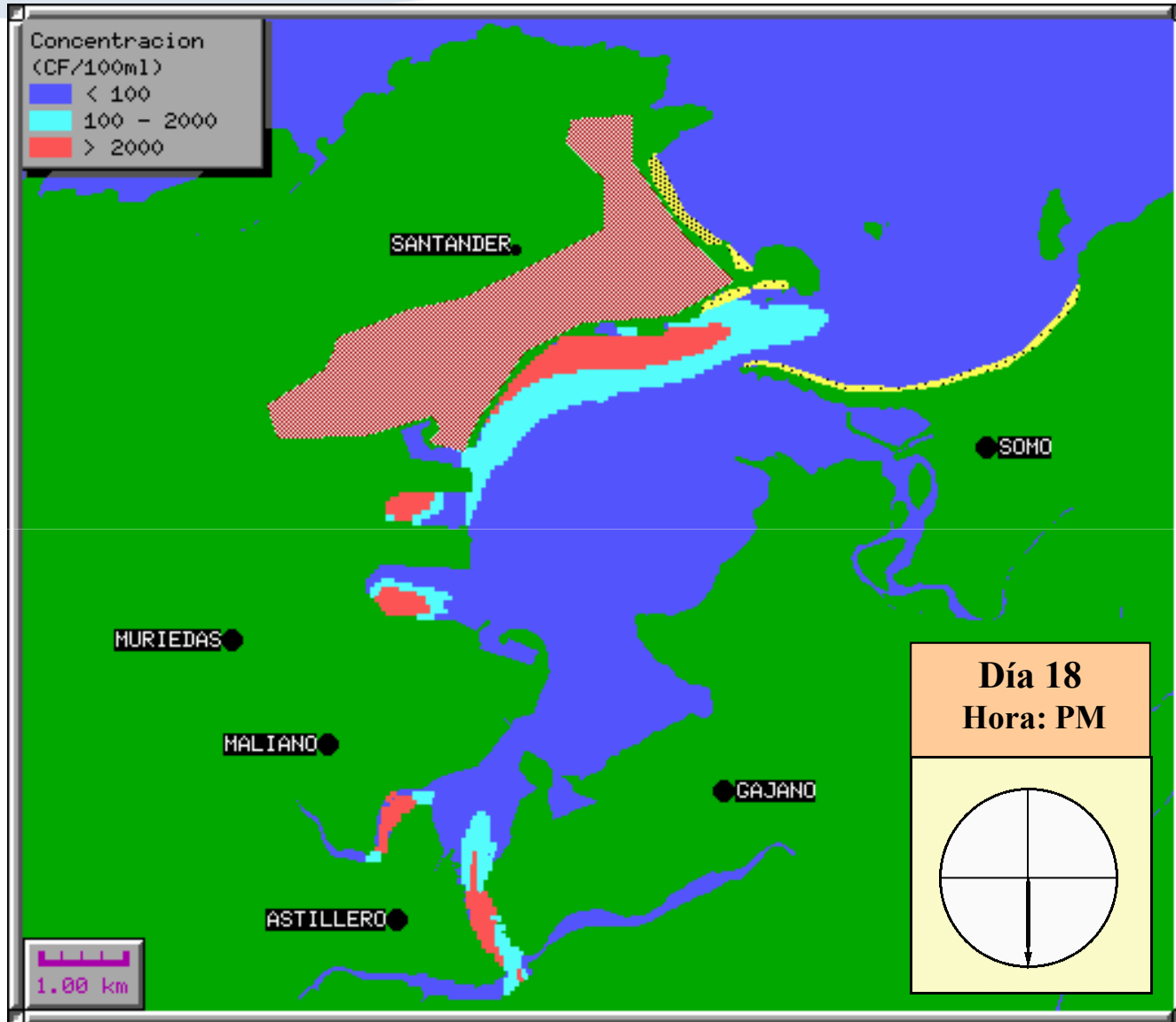


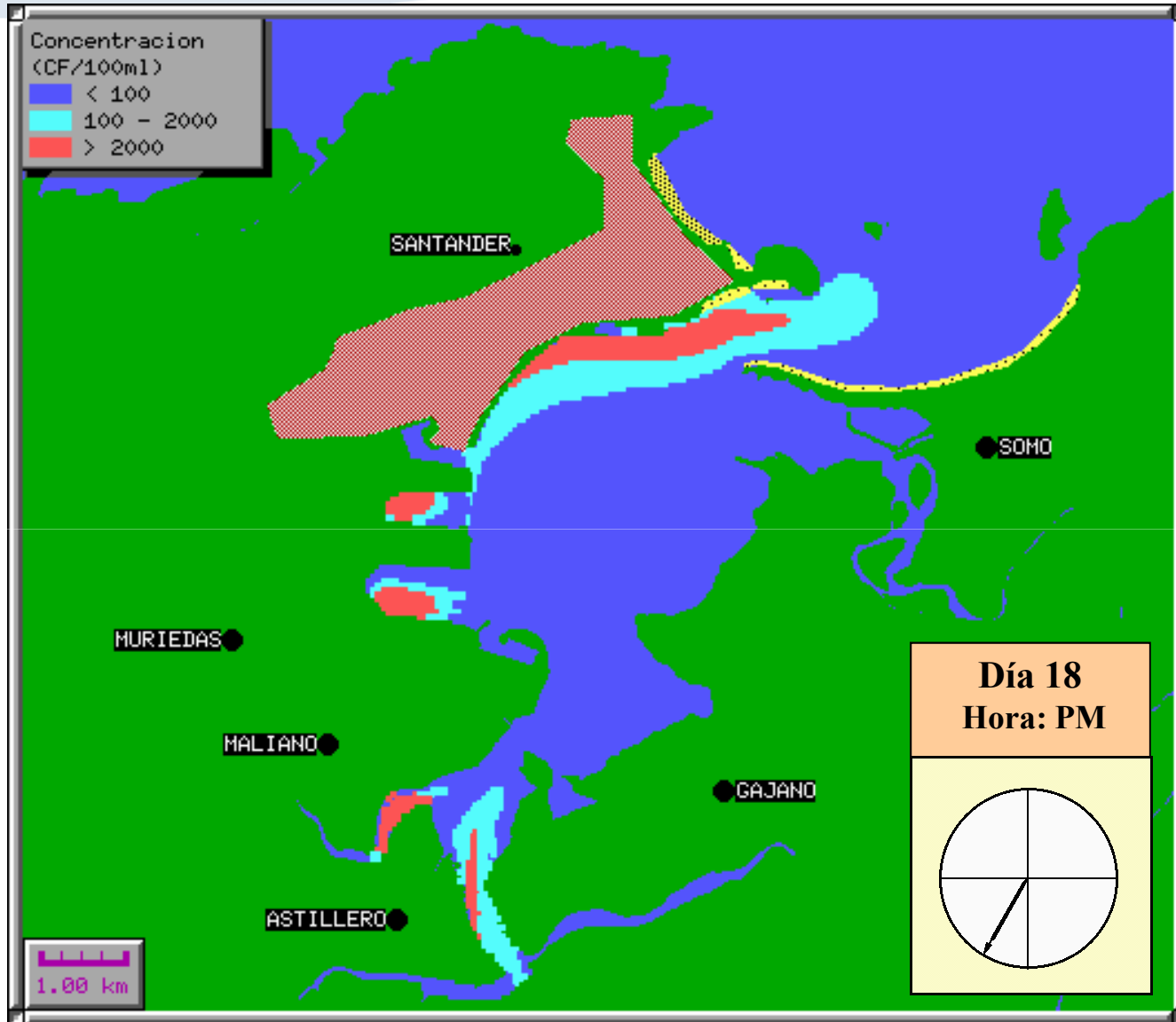


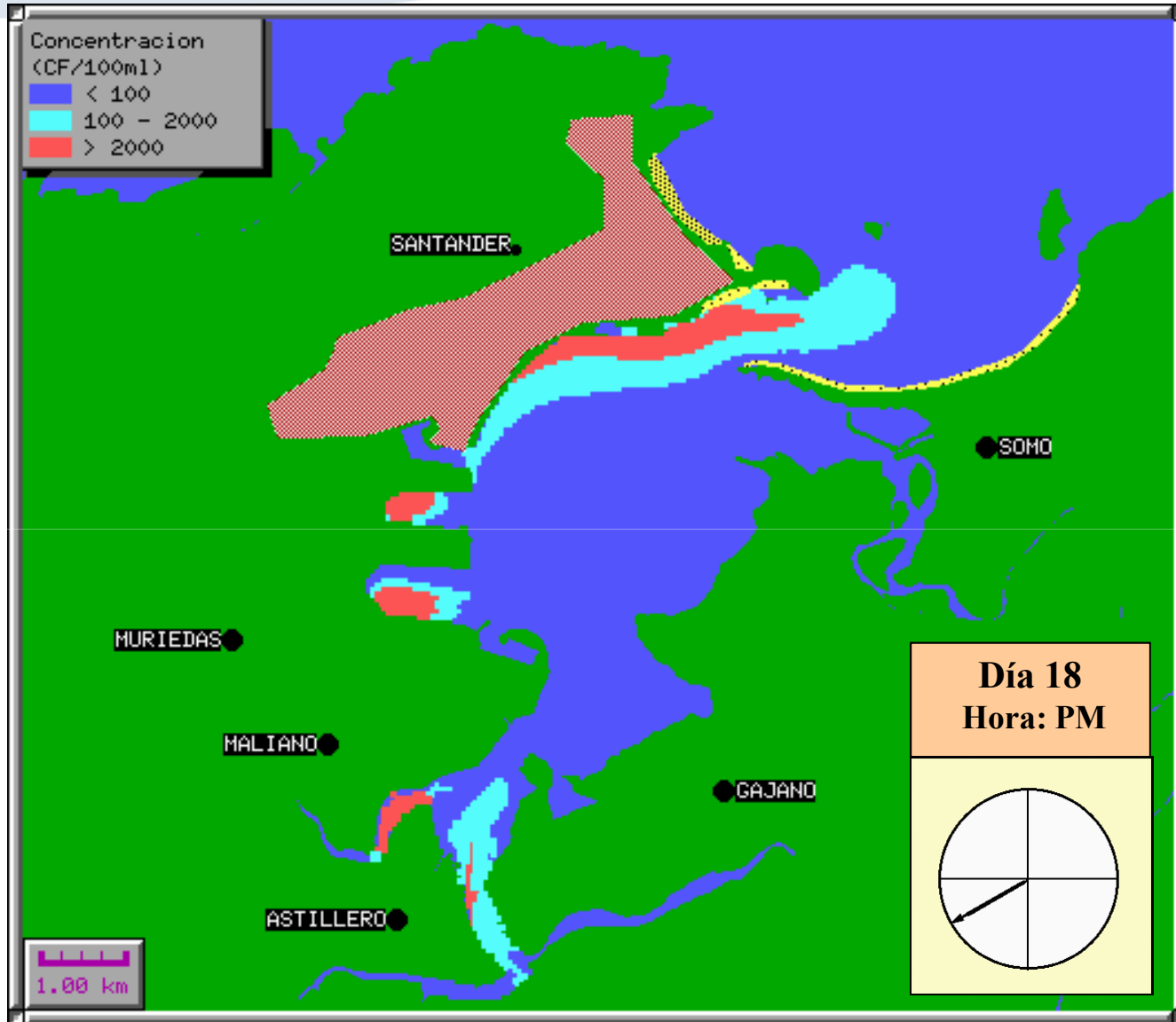


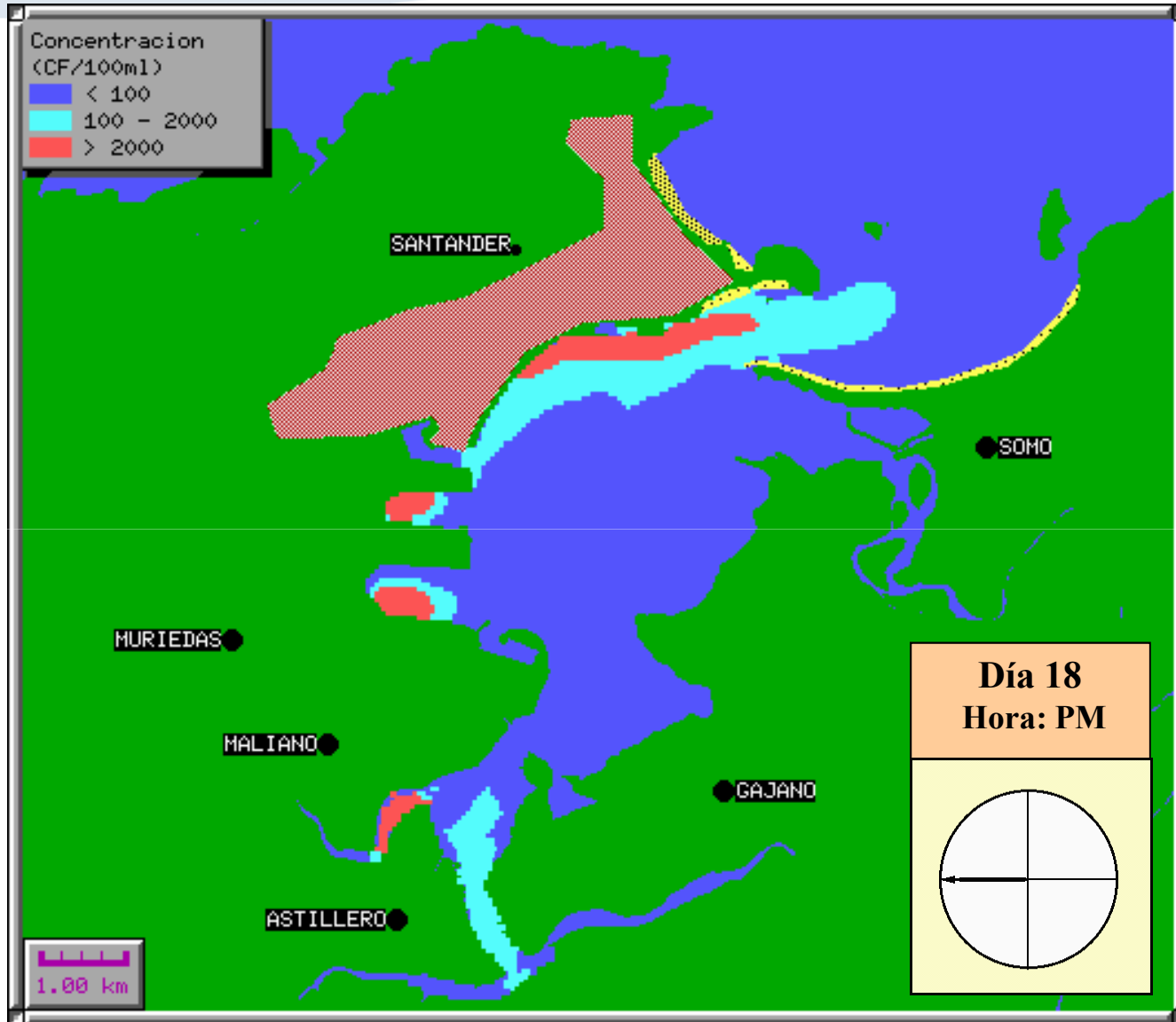


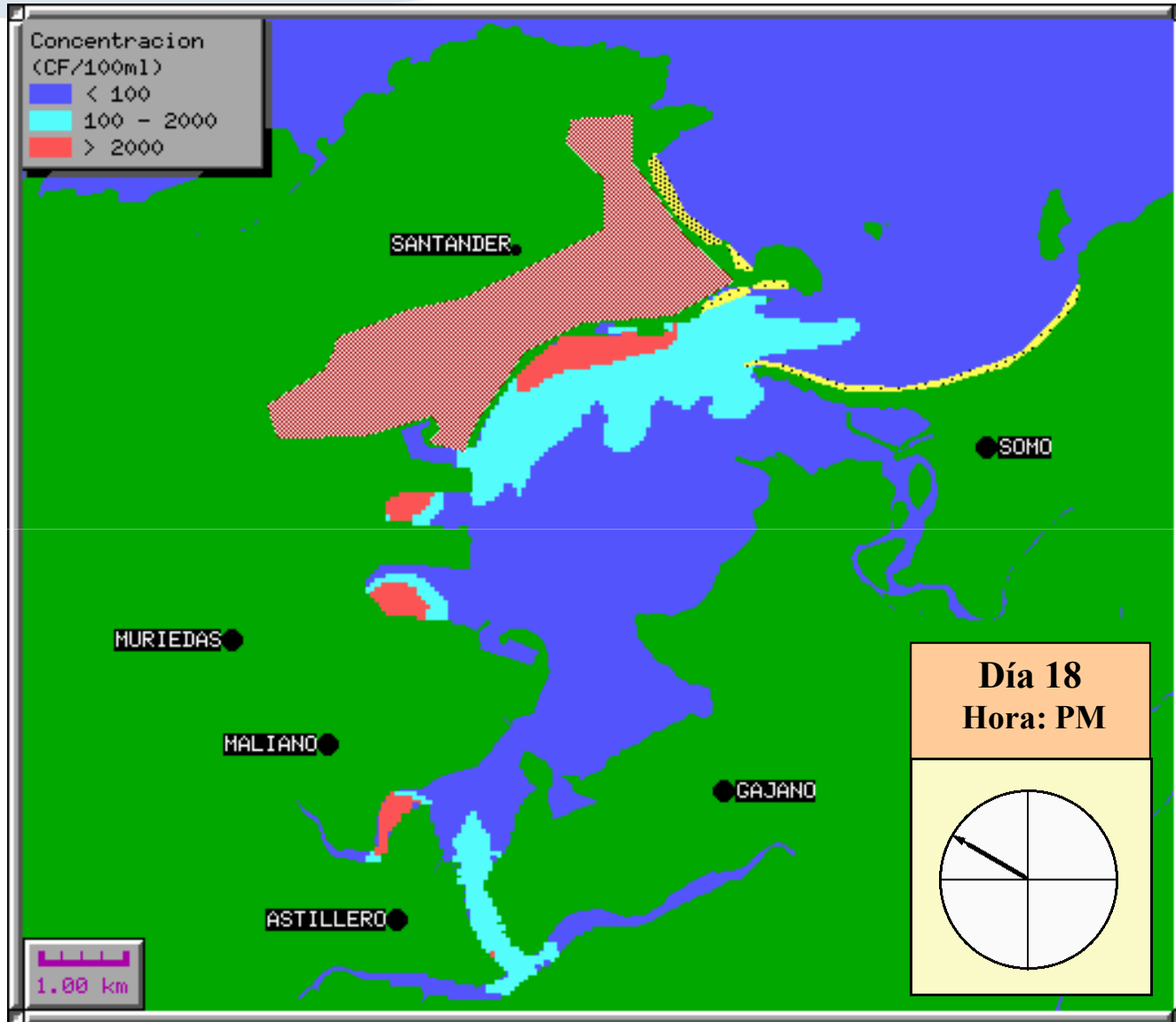


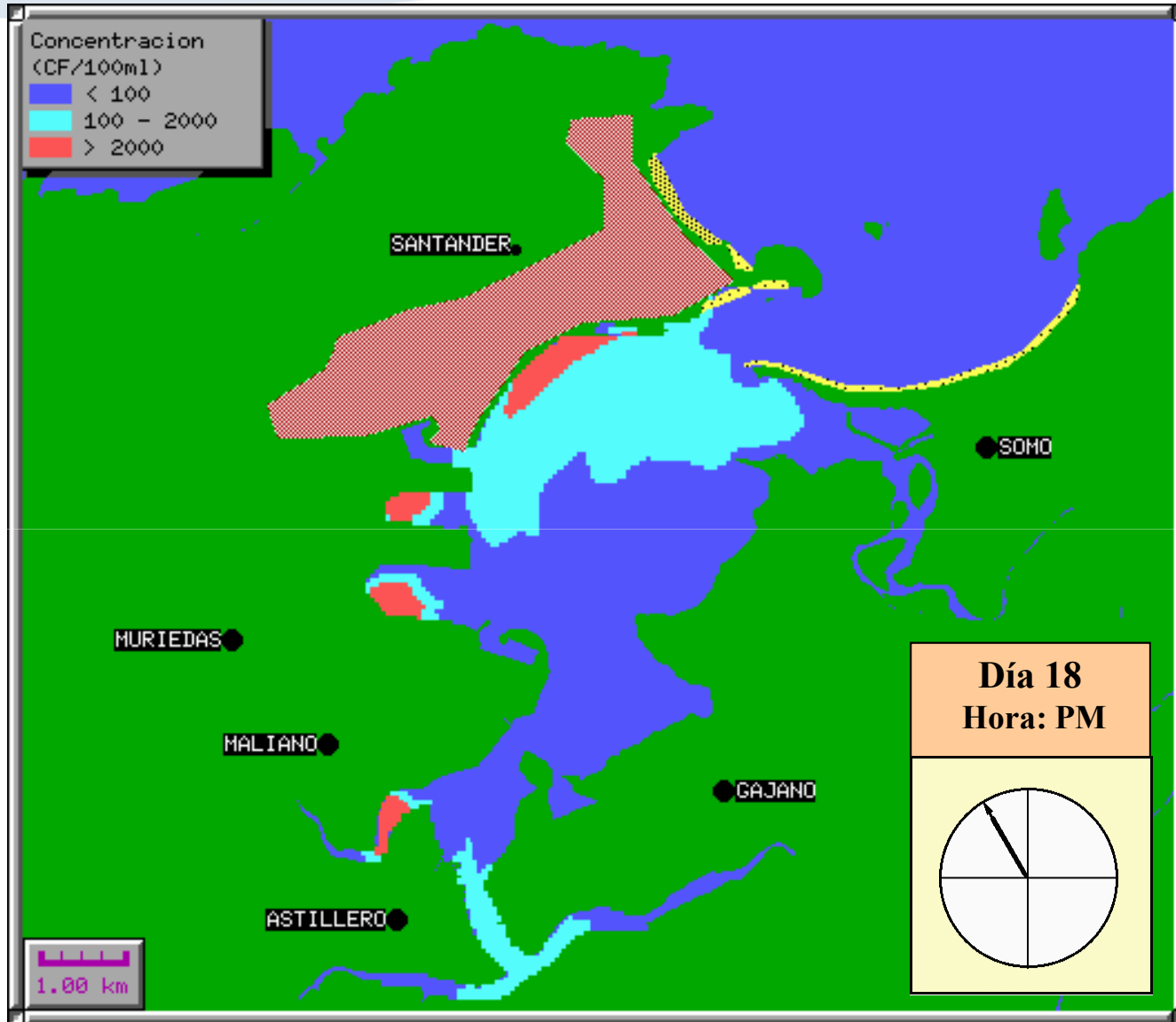


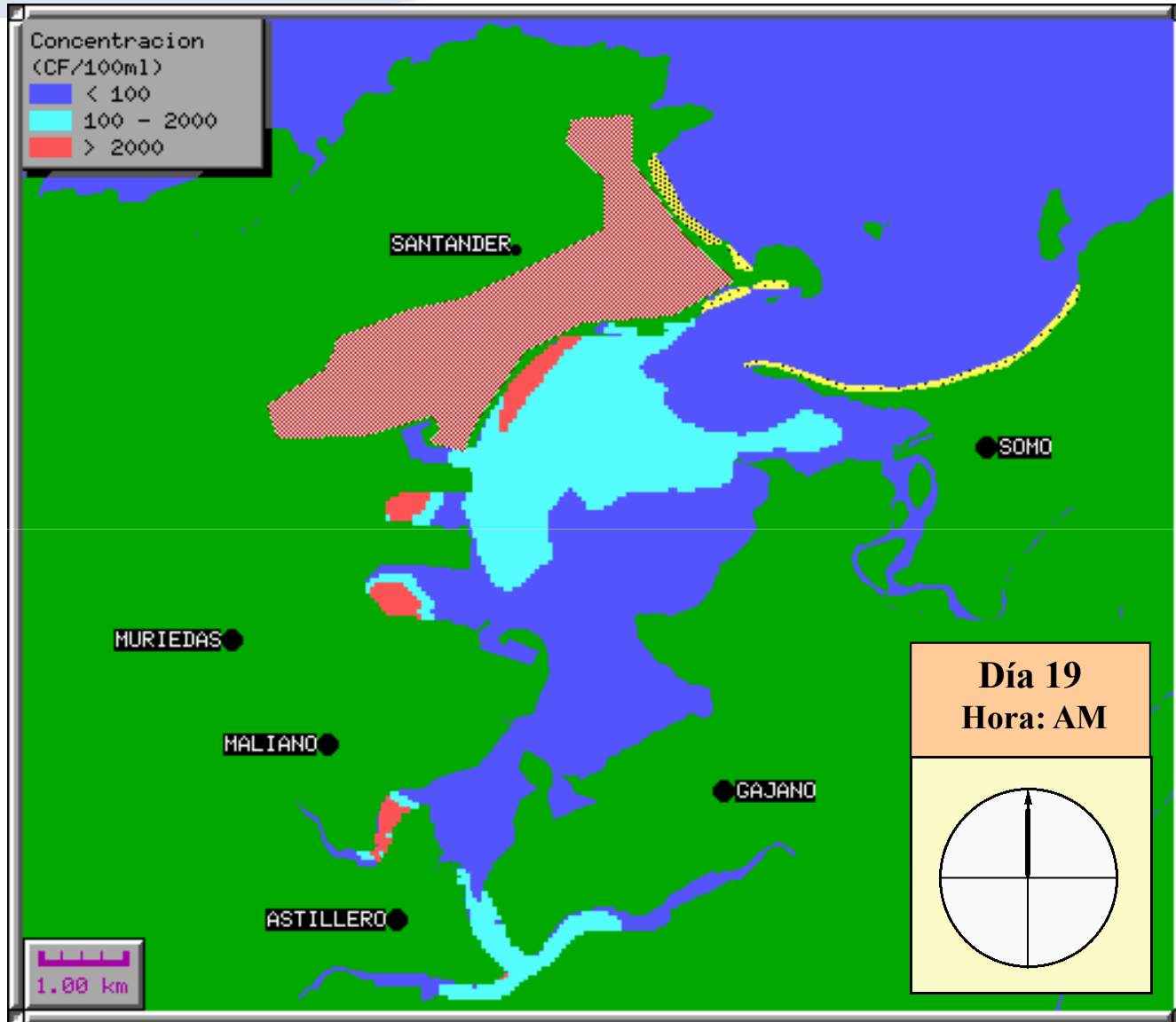


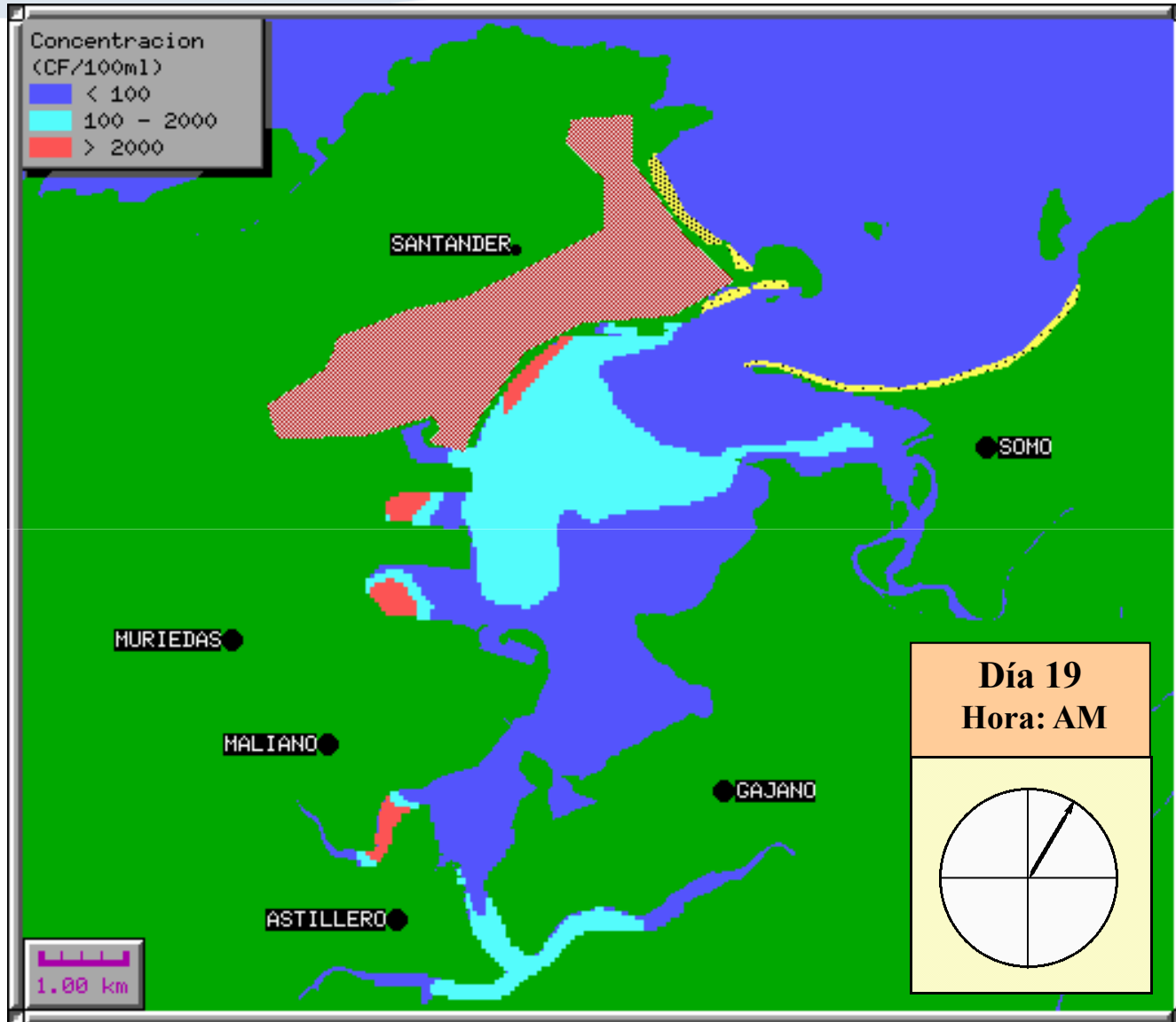


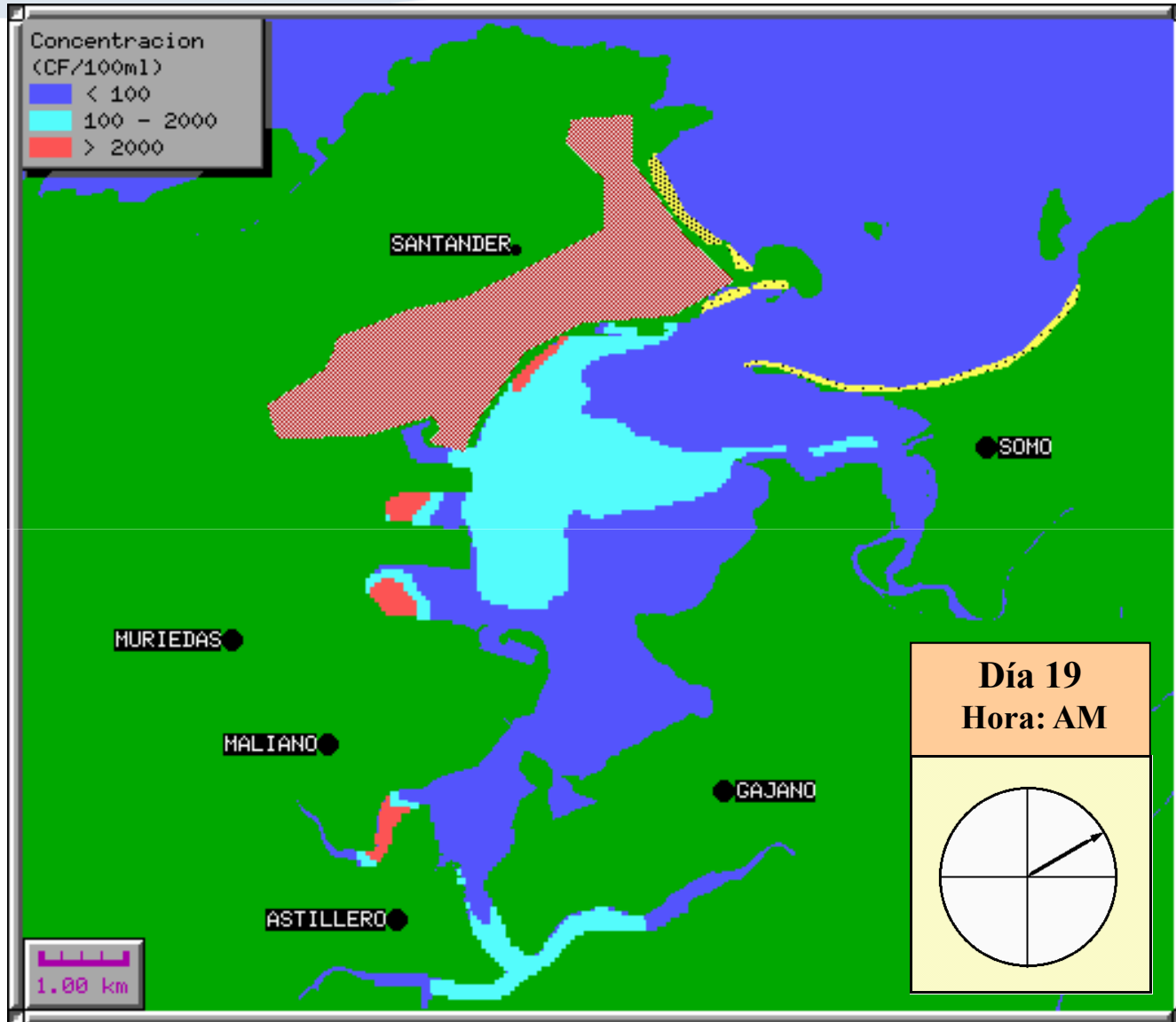


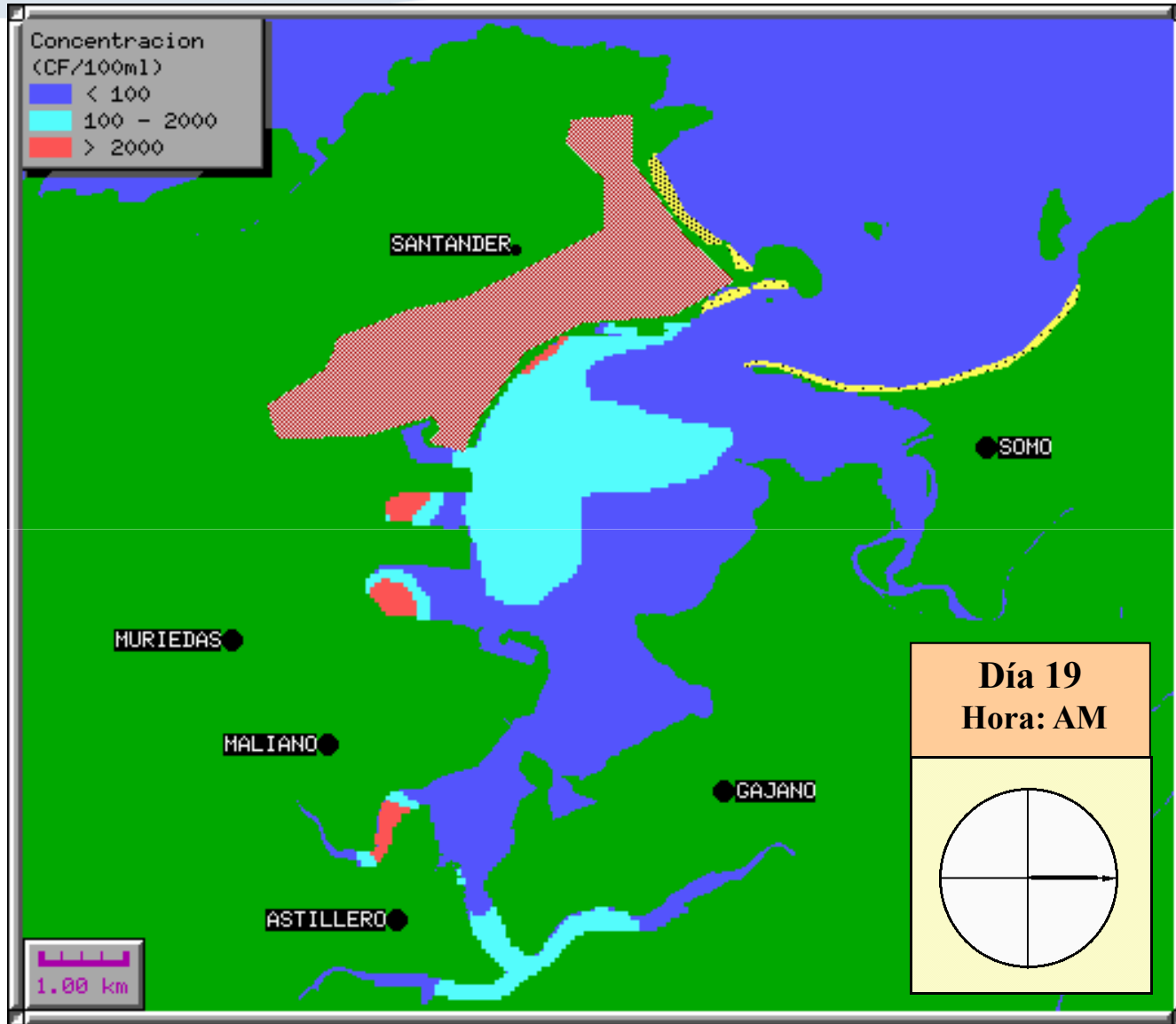


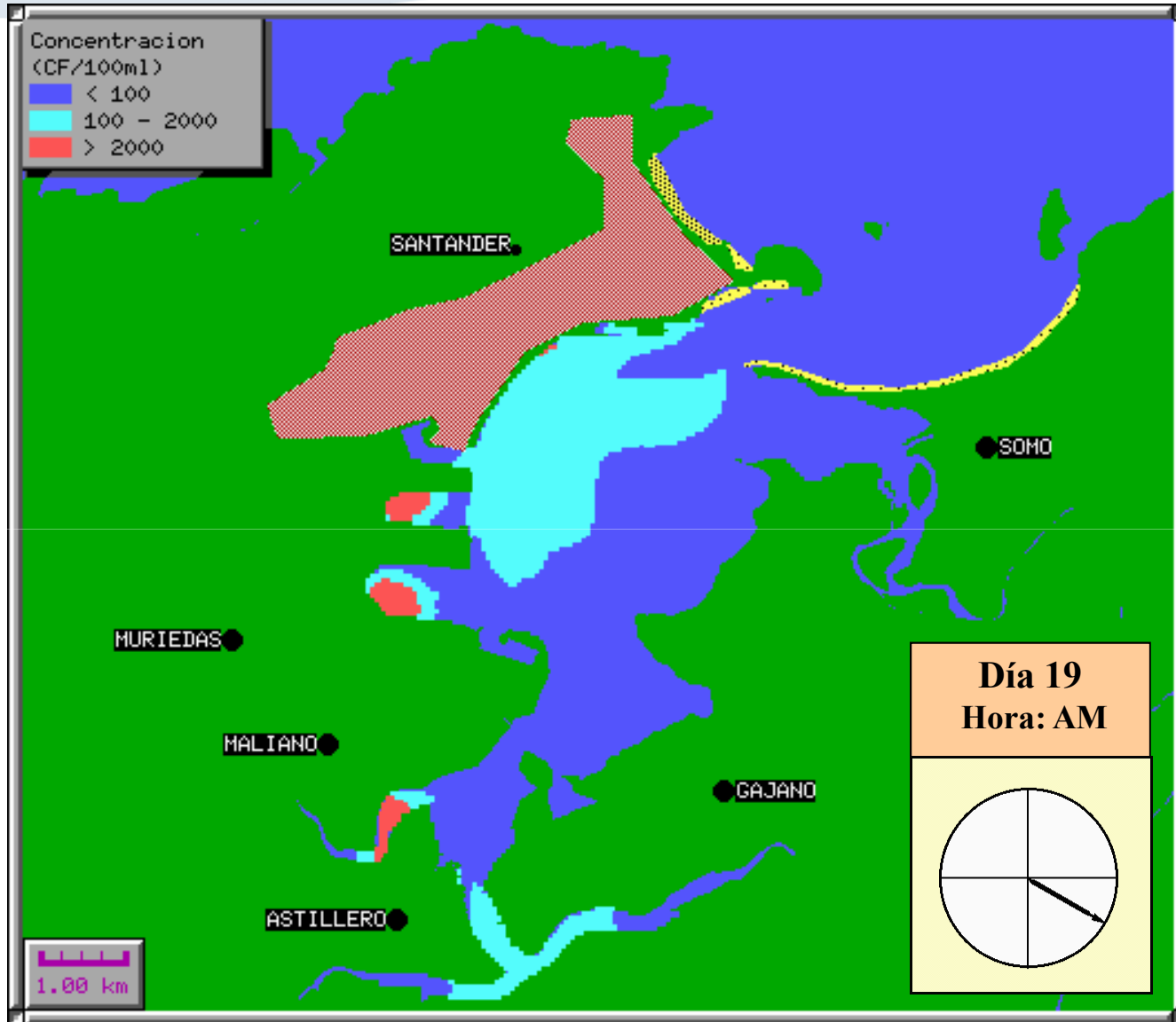


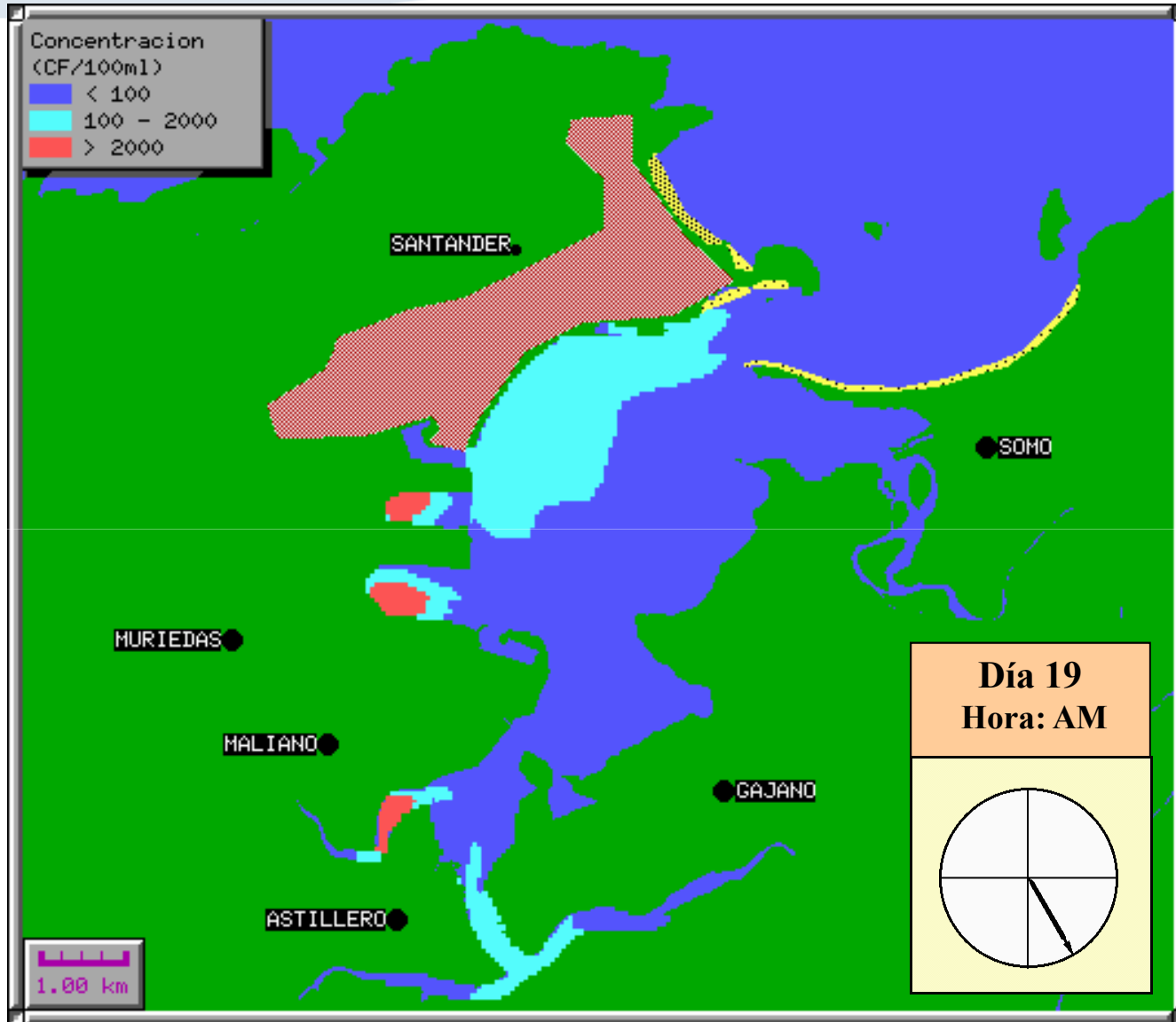


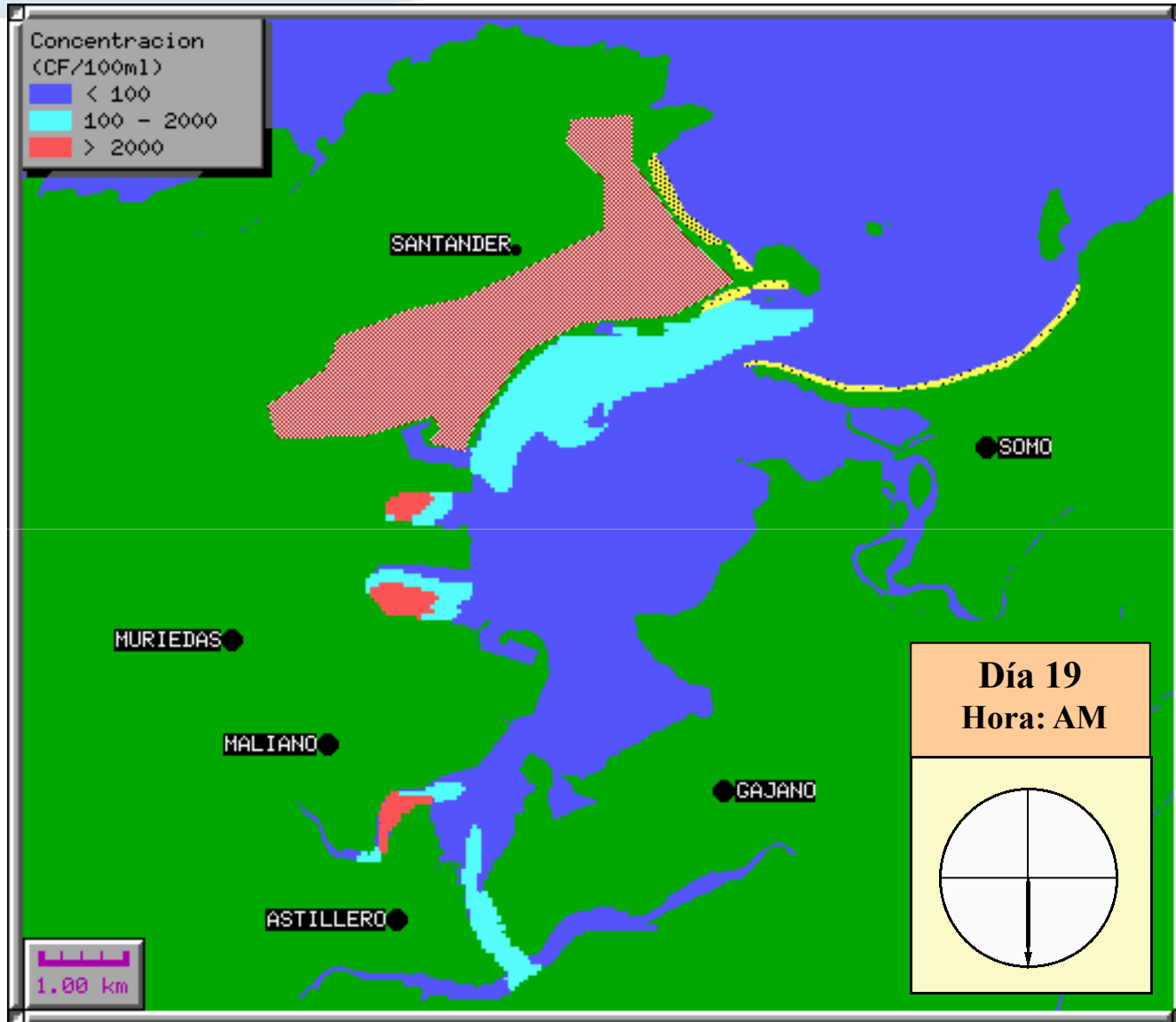


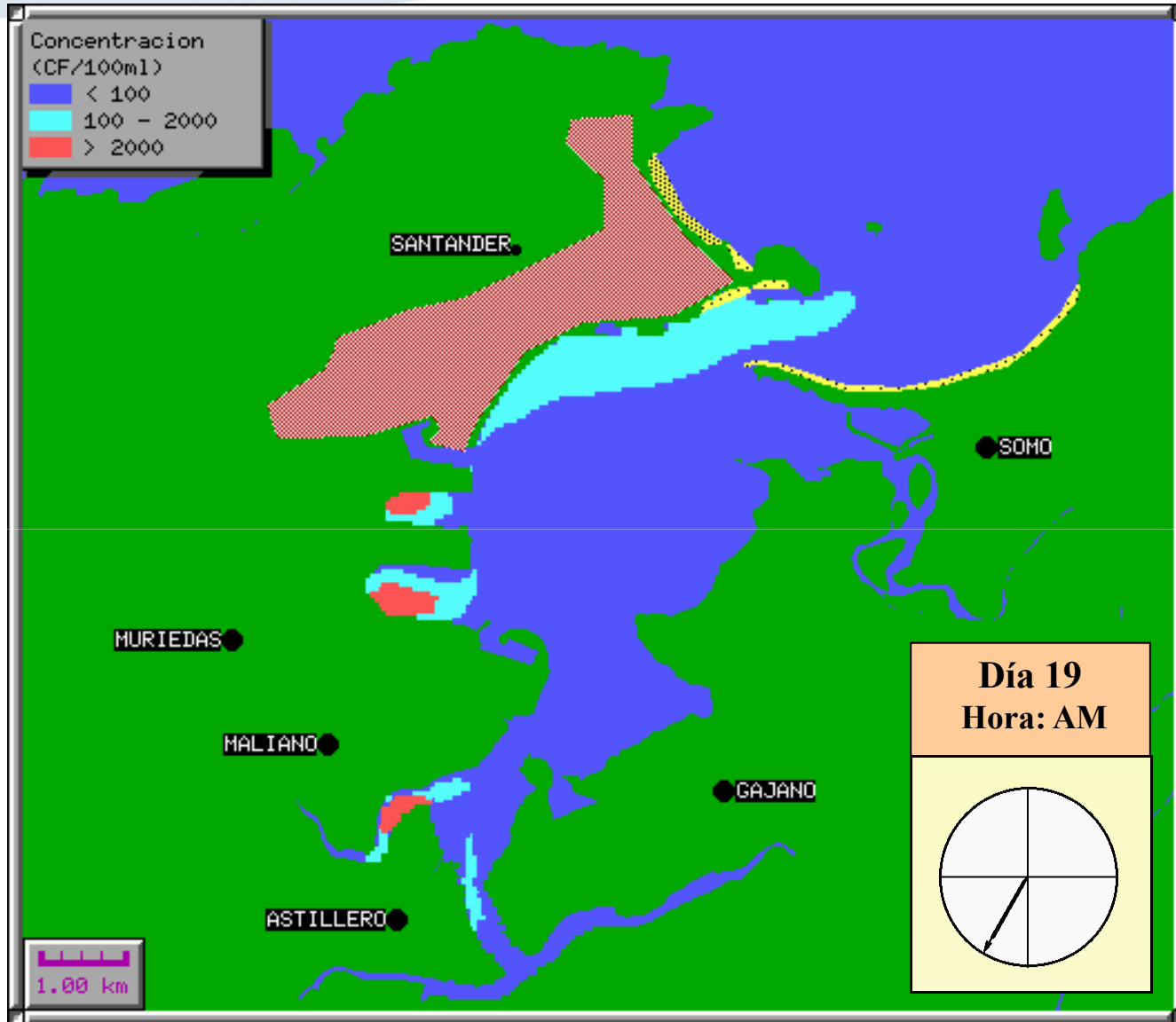


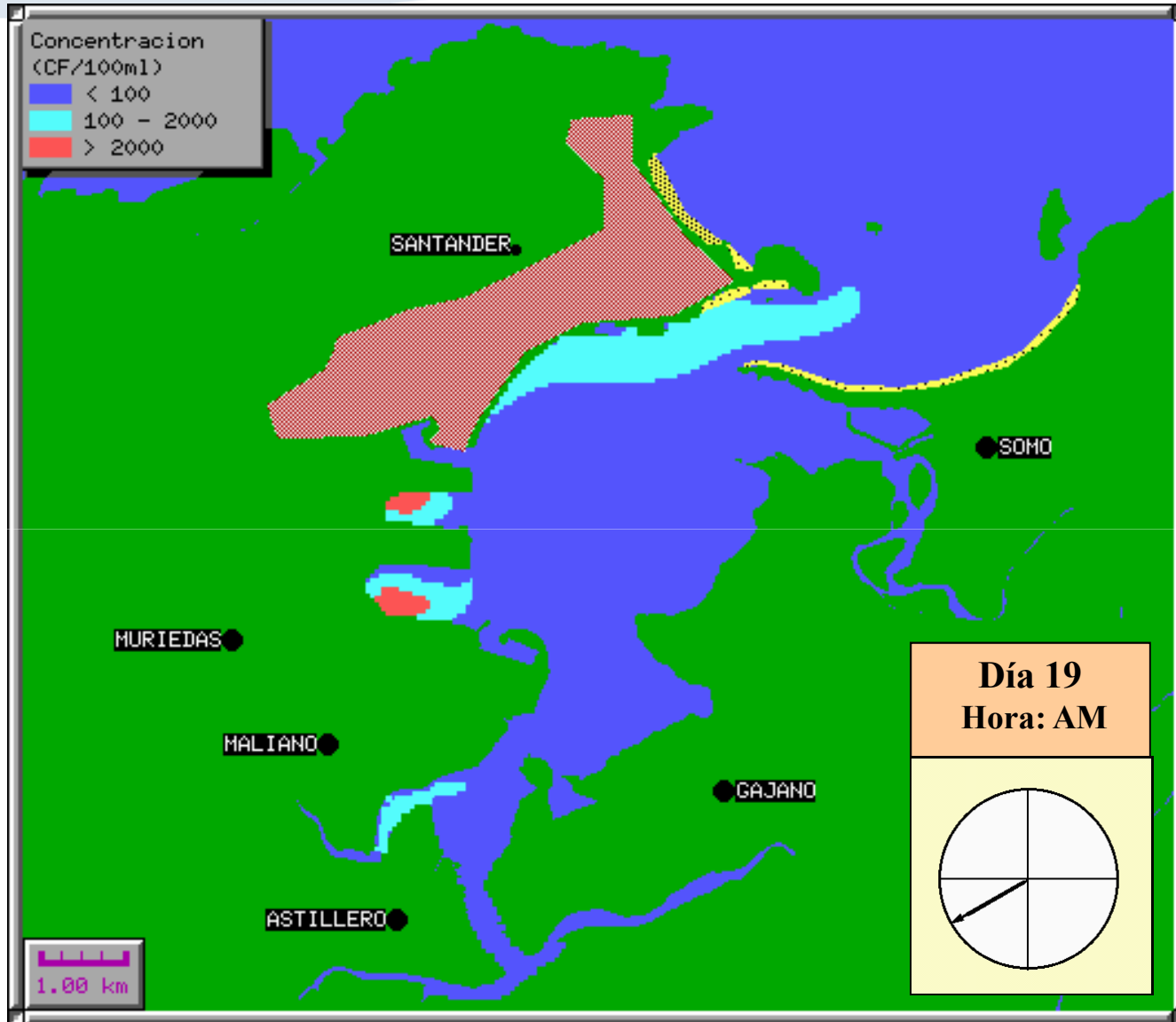


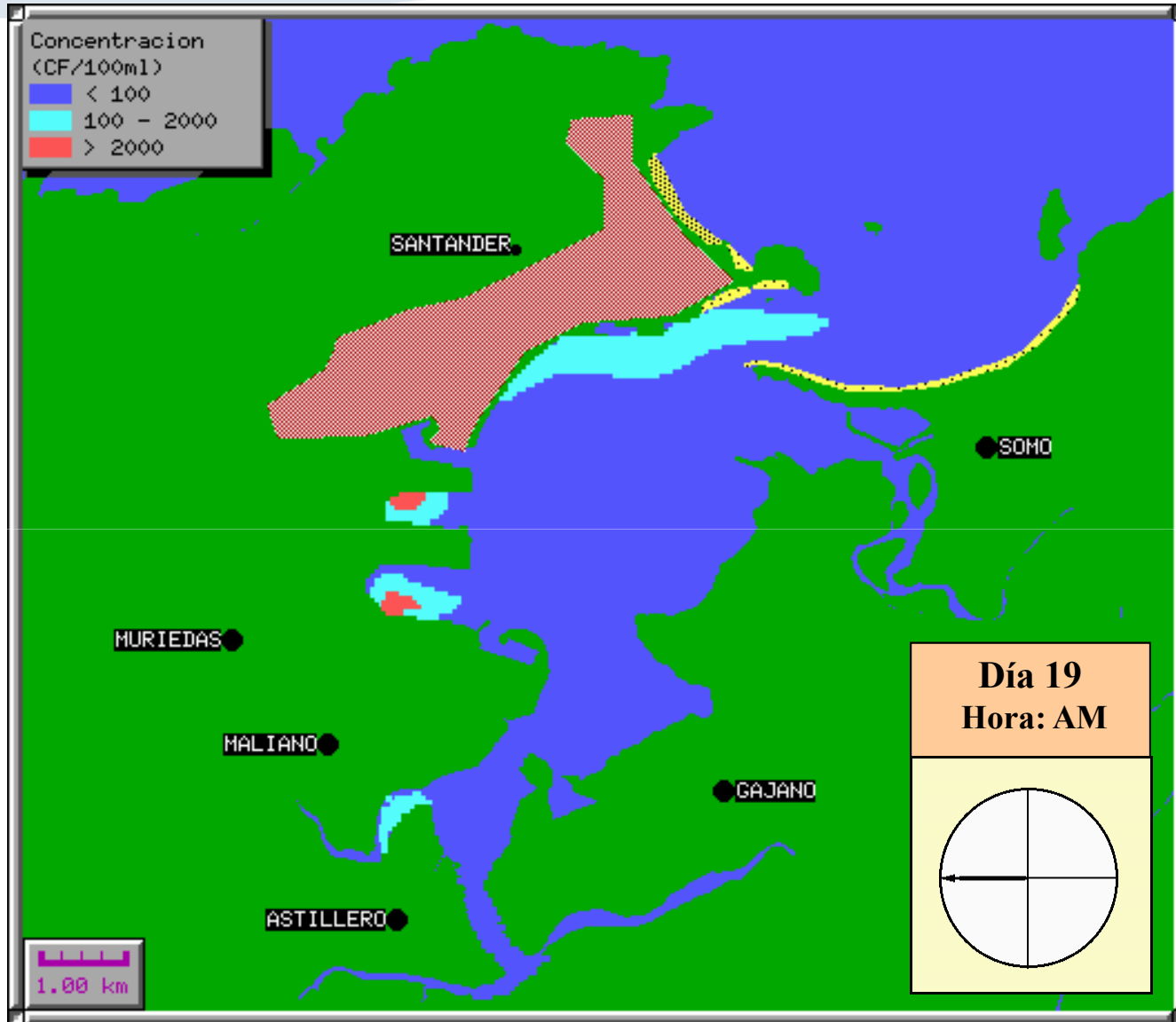


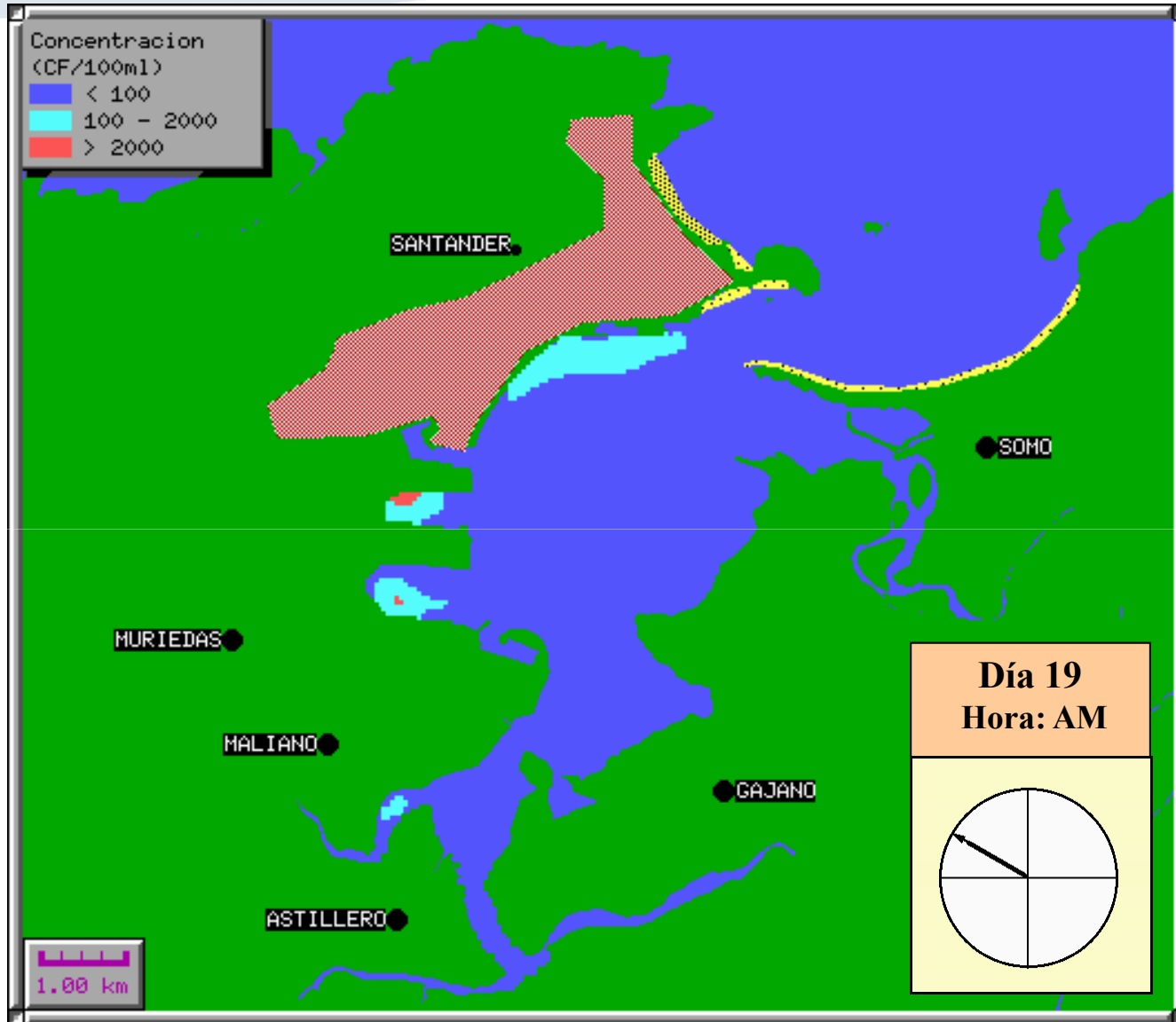


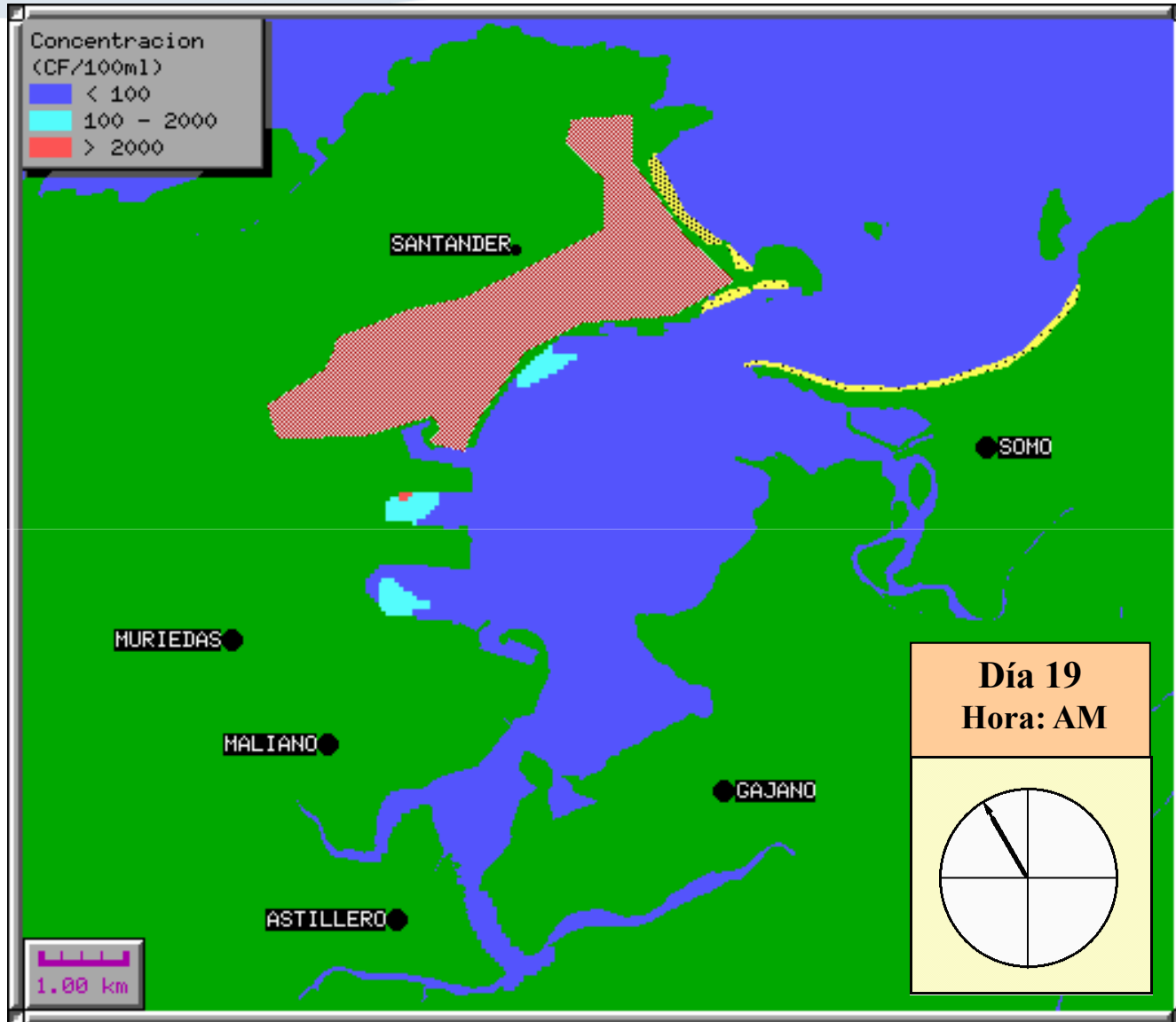


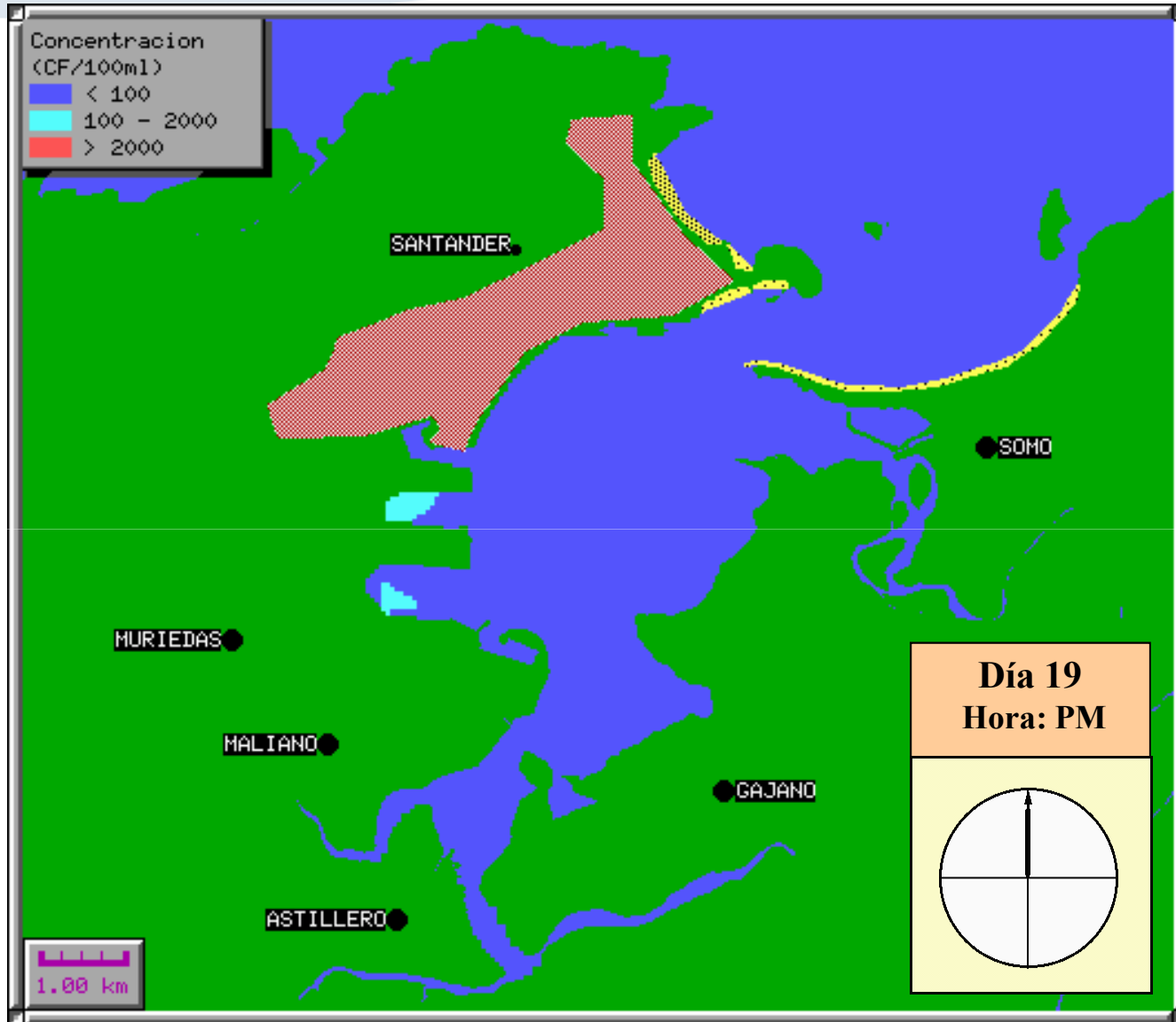


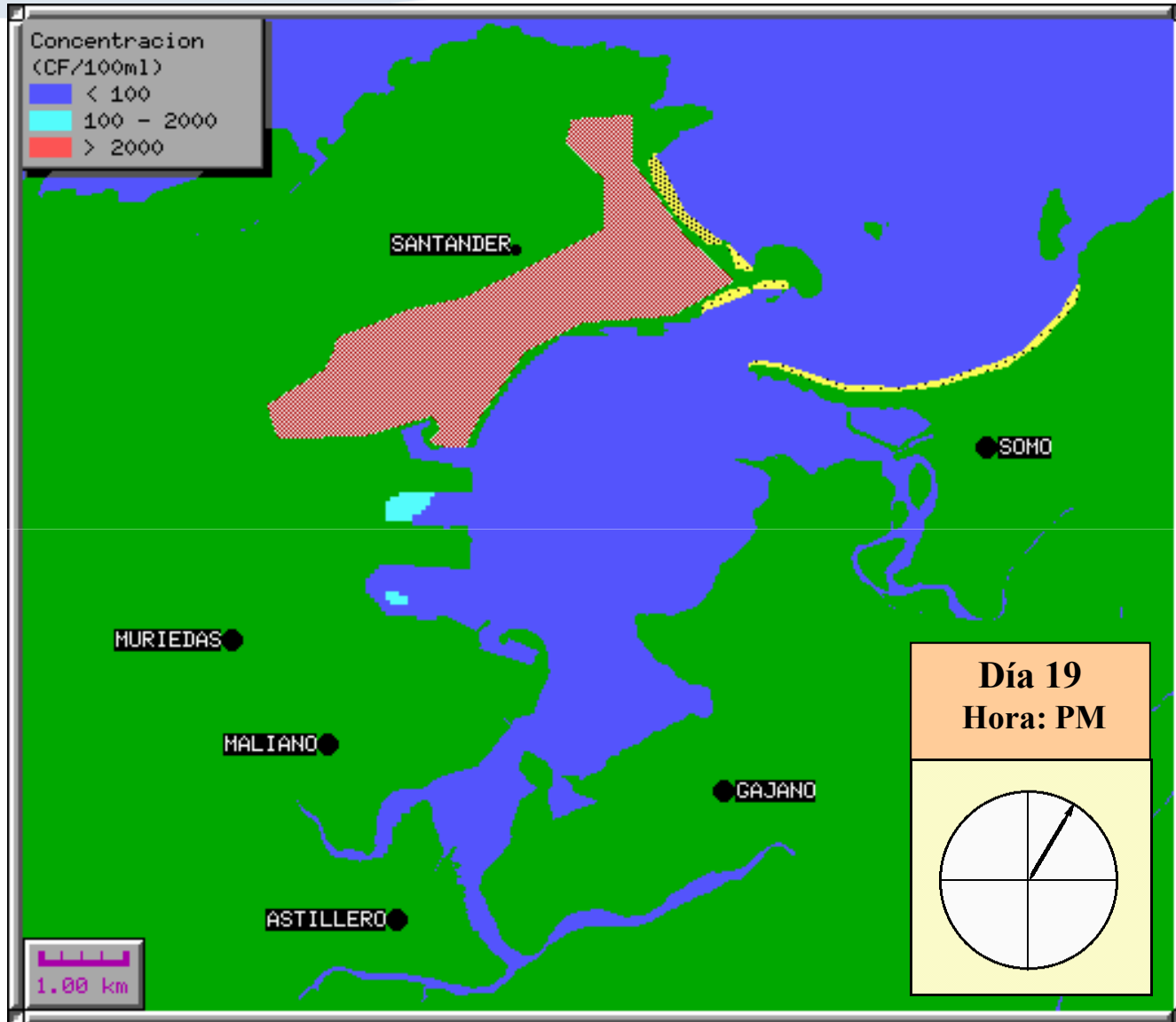


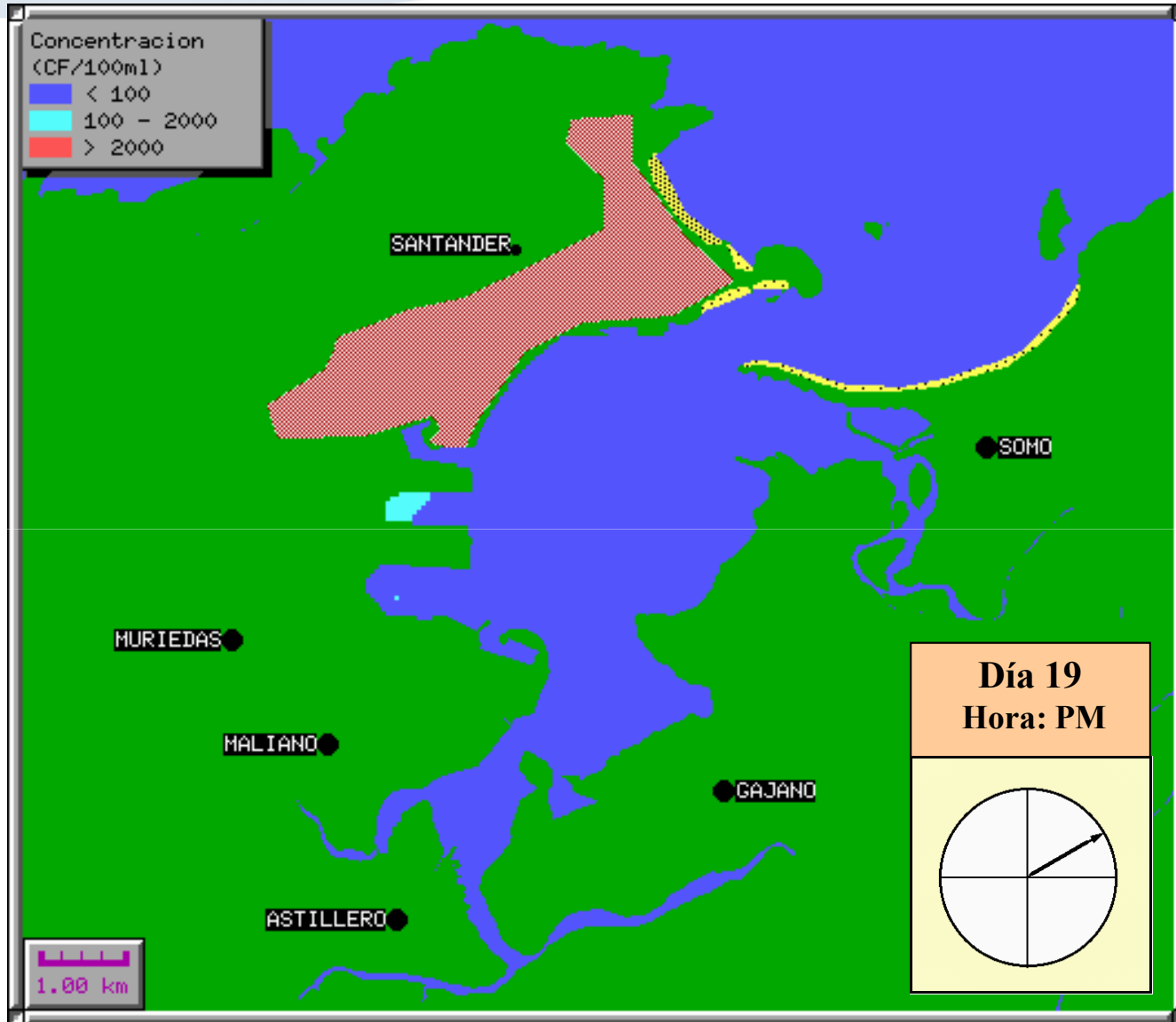


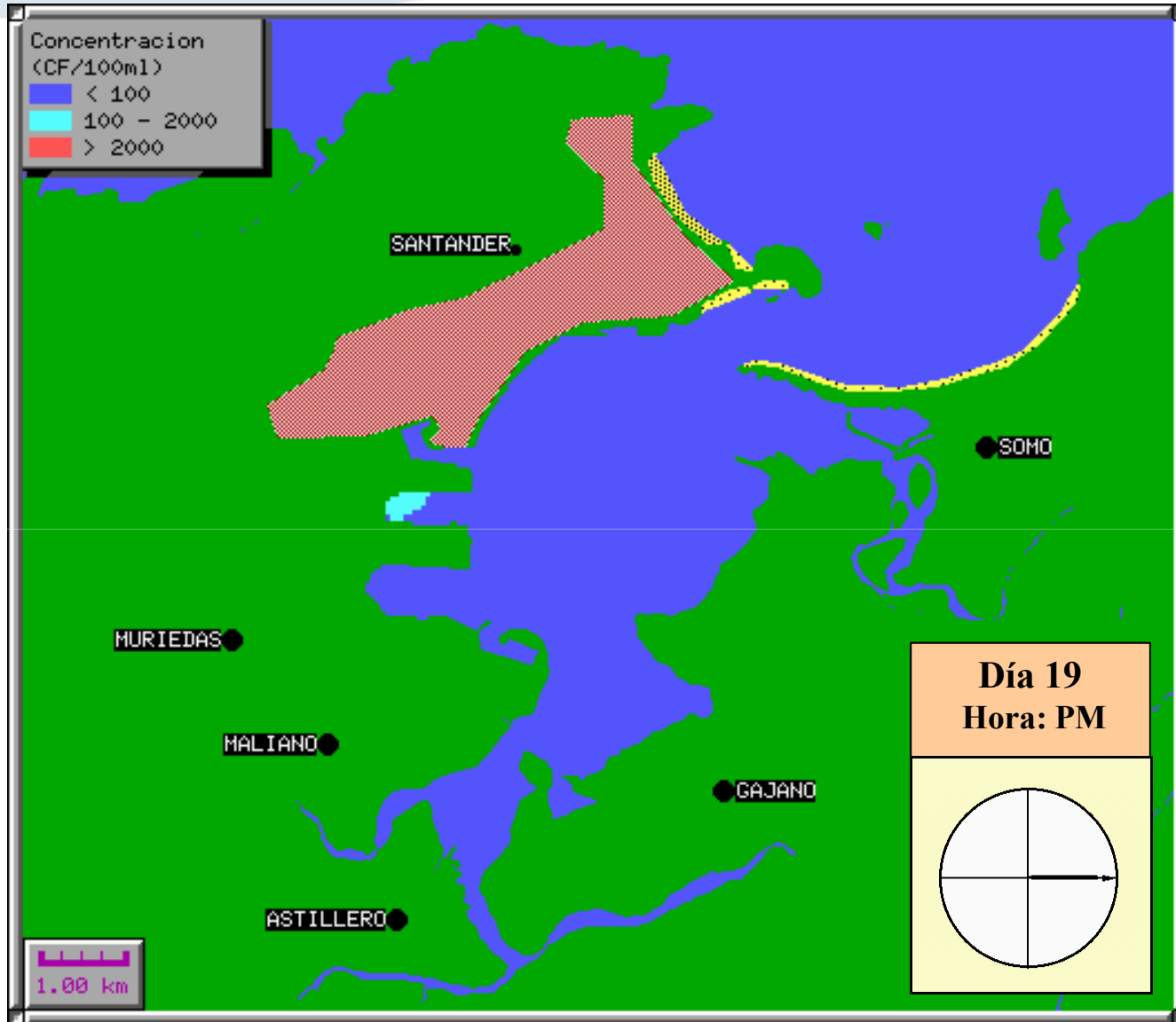


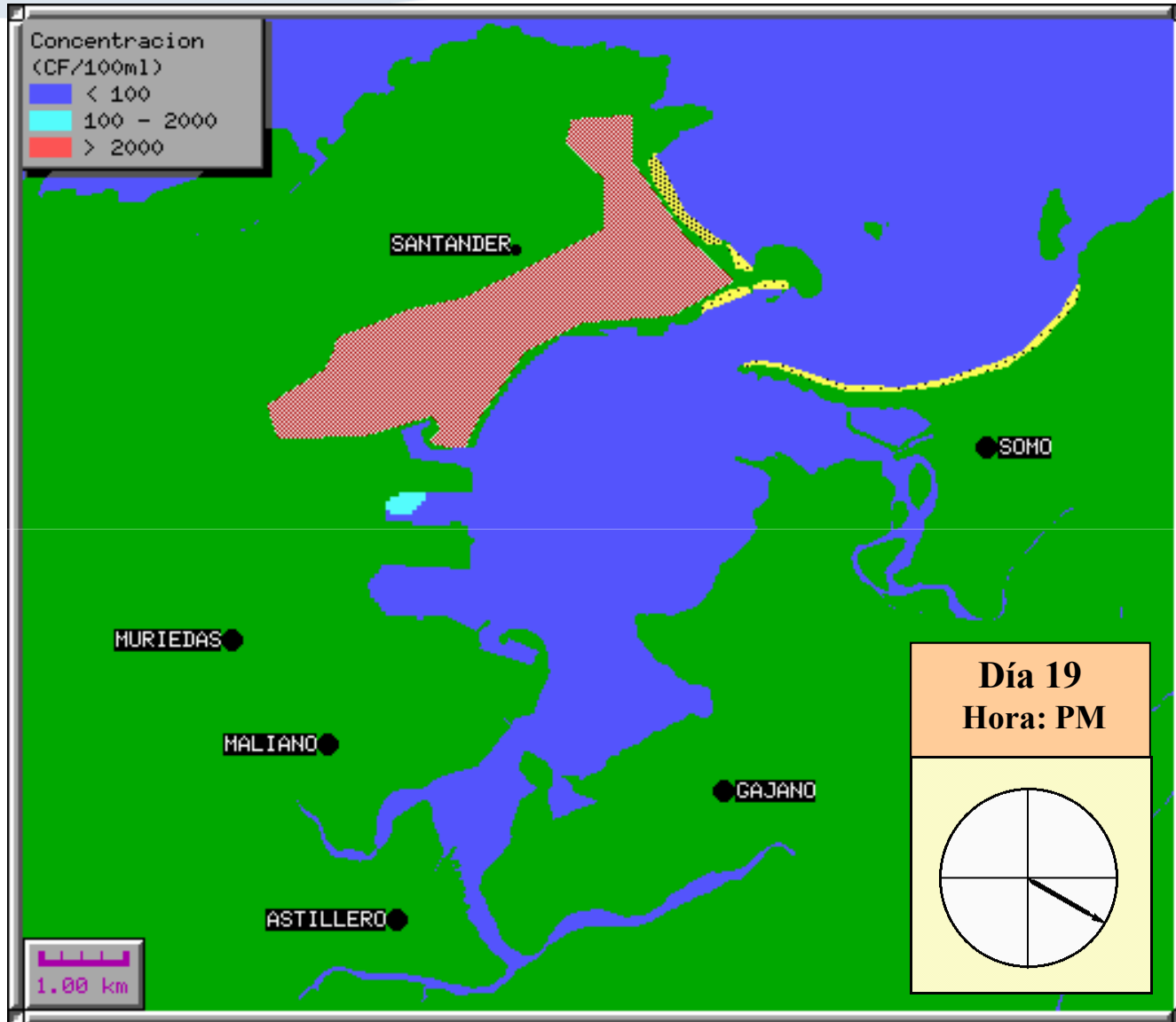


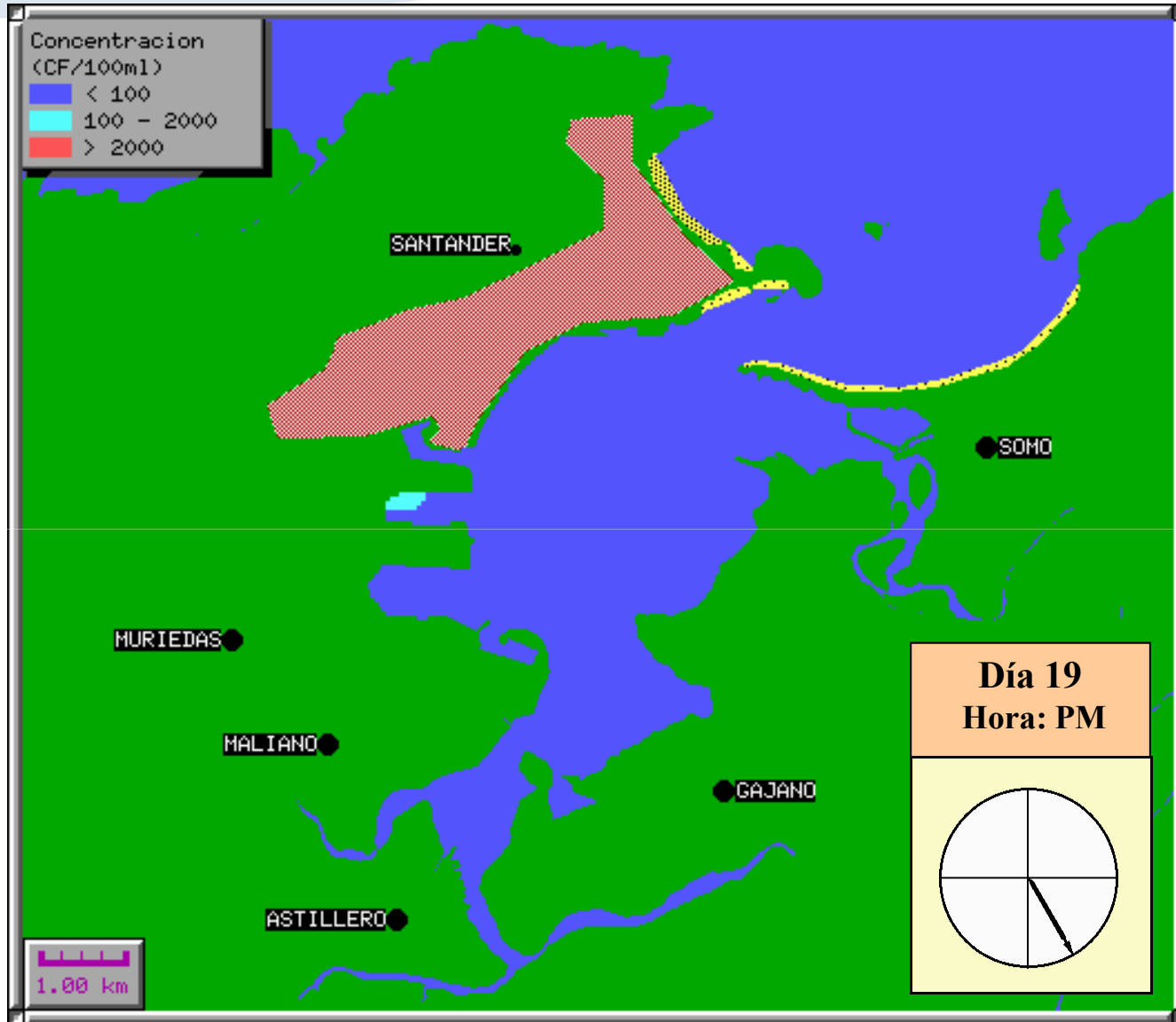


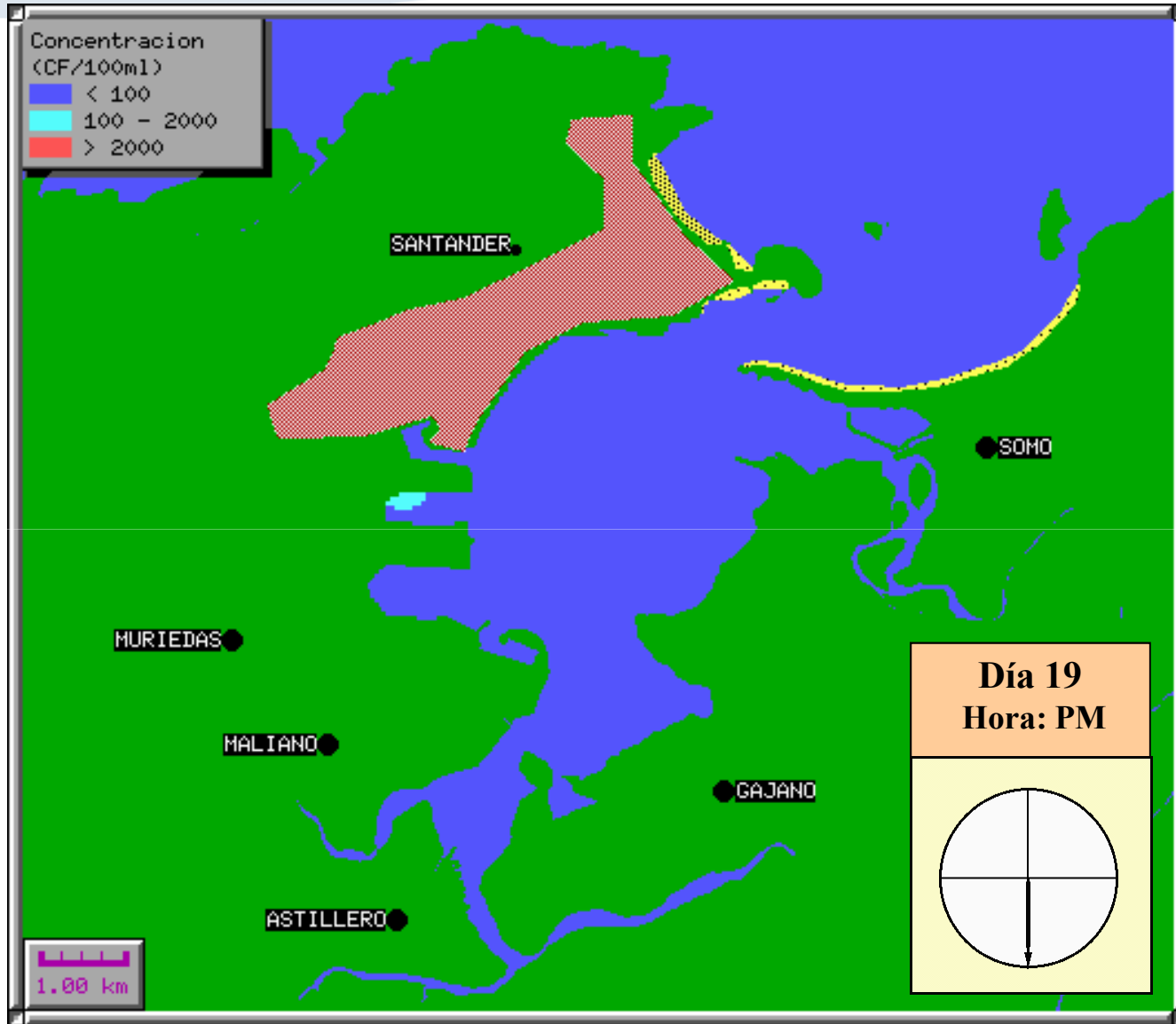


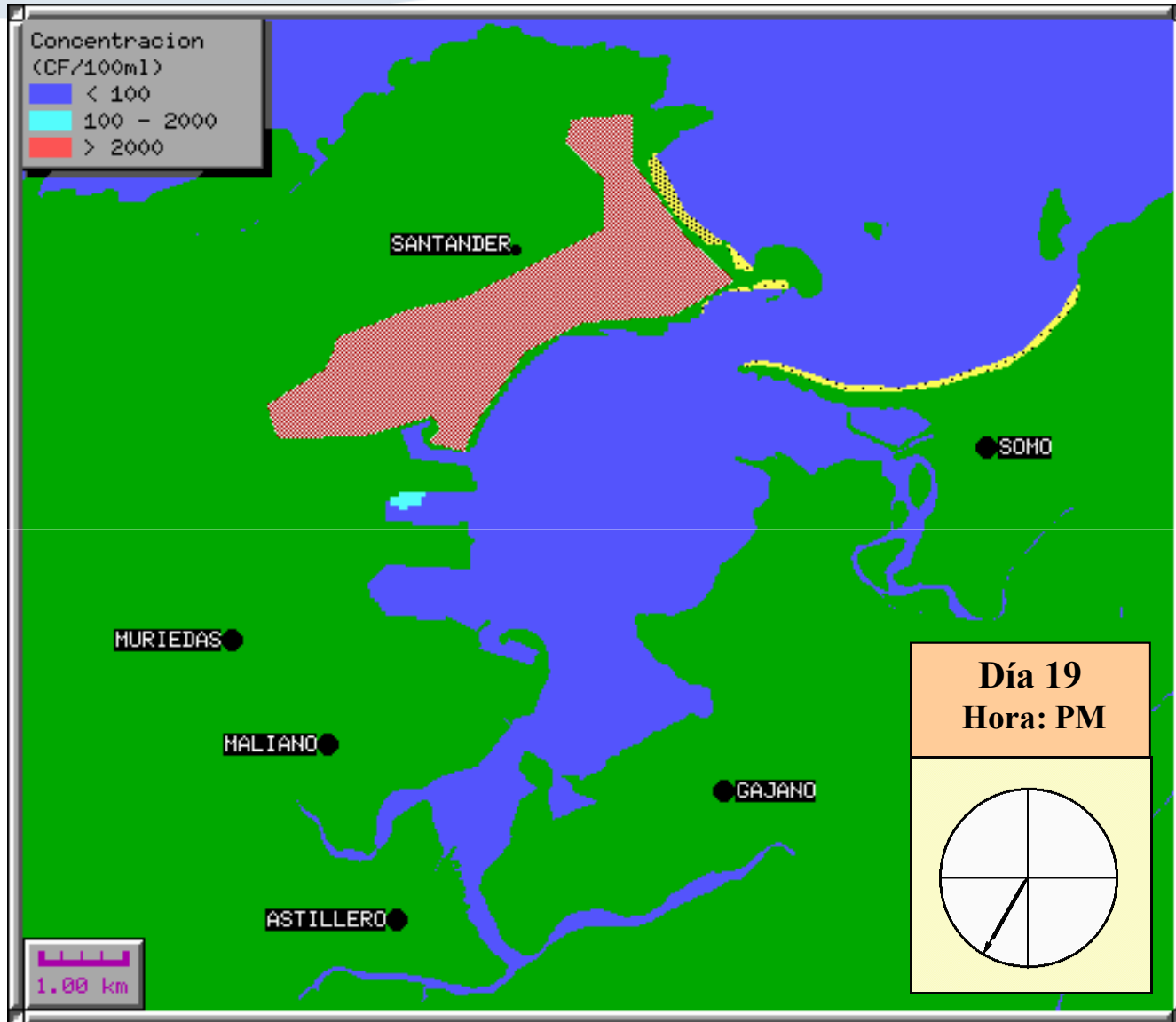


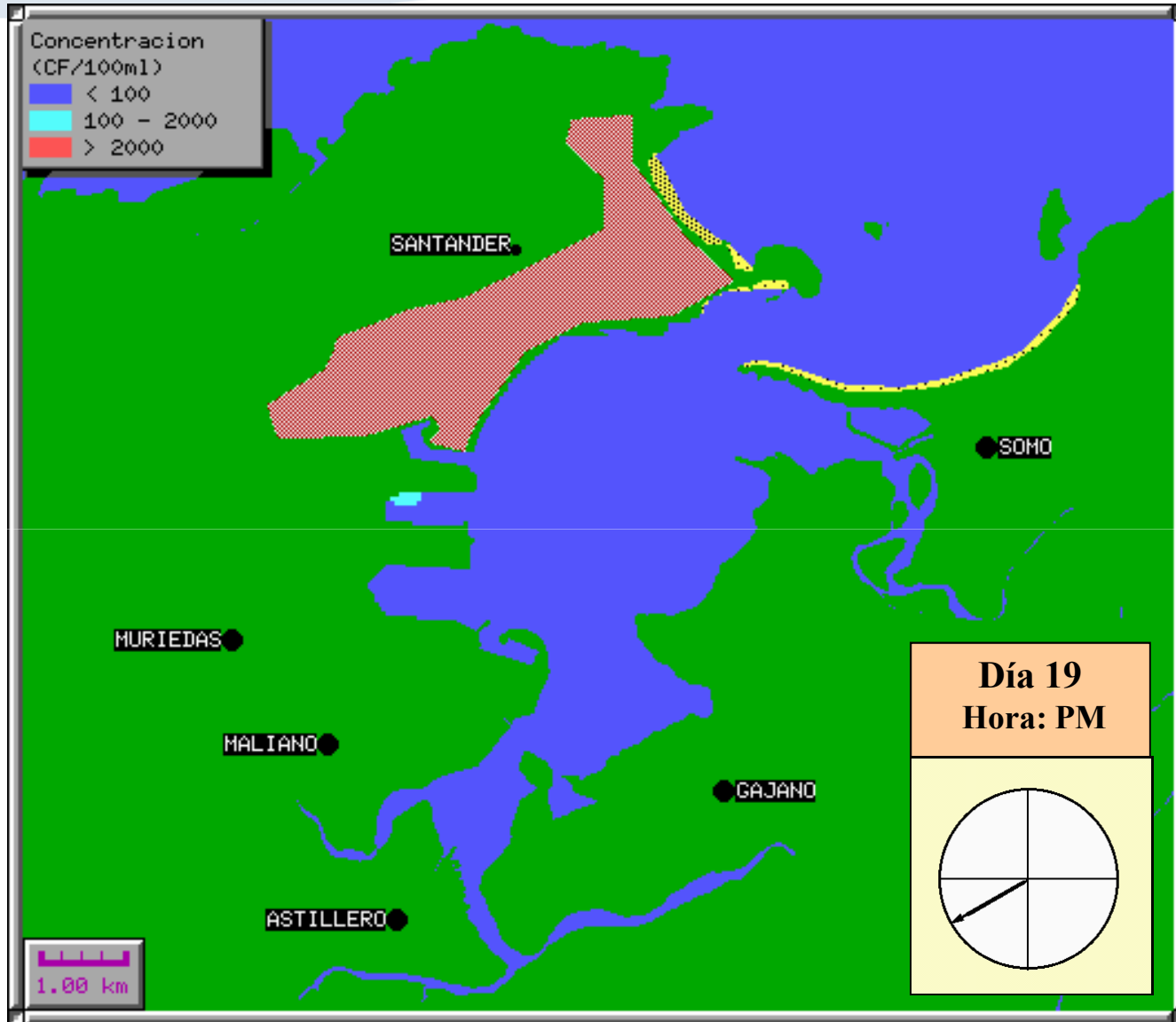


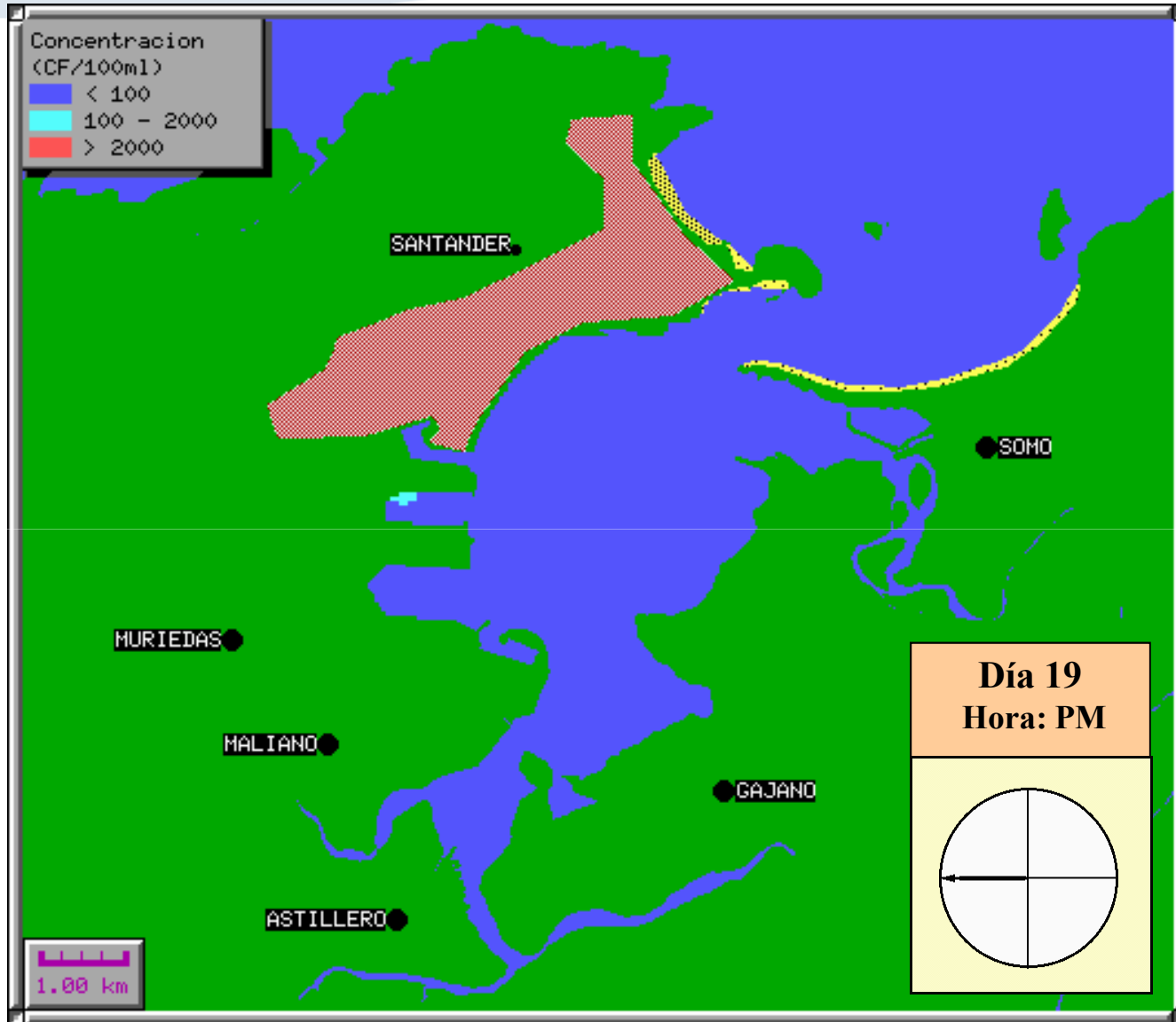












3. Distribuciones, ¿en qué entorno nos movemos?

Importancia de las dinámicas y los procesos → **Evolución continua**

Diferentes escalas espaciales y temporales

Existencia de “factores determinantes” → “forzamientos” “stressors”

Búsqueda de relaciones entre variables físicas y distribuciones bióticas

Concepto de “Hábitat potencial”

Macroescala

- Regiones biogeográficas: **NE Atlántico** → **N-NW Península**

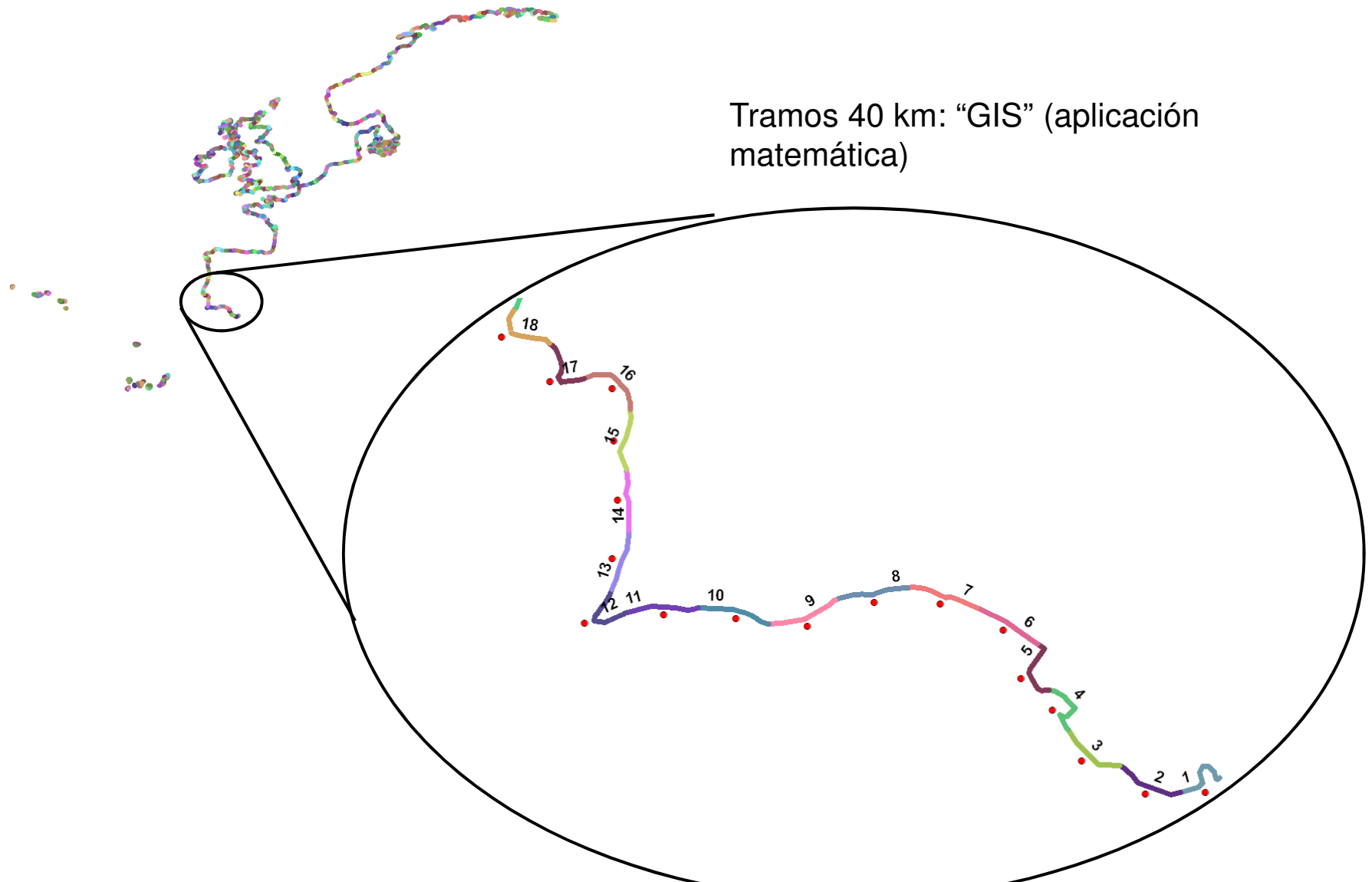
Mesoescala

- Gradientes ambientales: **Zonación submareal Cantabria**

Microescala

- Mosaicos locales: Hábitats potenciales en estuarios

Distribución a MACROESCALA: NEA / NW-N ES



SELECCIÓN VARIABLES: Criterios

- Cuantificación espacial continua y homogénea
- Resolución espacial representativa de cada escala
- Reducción de variables redundantes



VARIABLES	FUENTE	INDICADOR	RESOLUCIÓN TEMPORAL
SST	Satélite (AVHRR Pathfinder v.5.0.)	Máxima Mínima	1981 – 2008
PAR	Satélite (SeaWiFS)	Media Mínima	1997 – 2009
Altura de ola	Reanálisis GOW (modelo WaveWatch III)	Media	1949 – 2008
Rango mareal	Satélites (TOPEX/Poseidon)	Media	2007 – 2008

Clasificación física: Datos

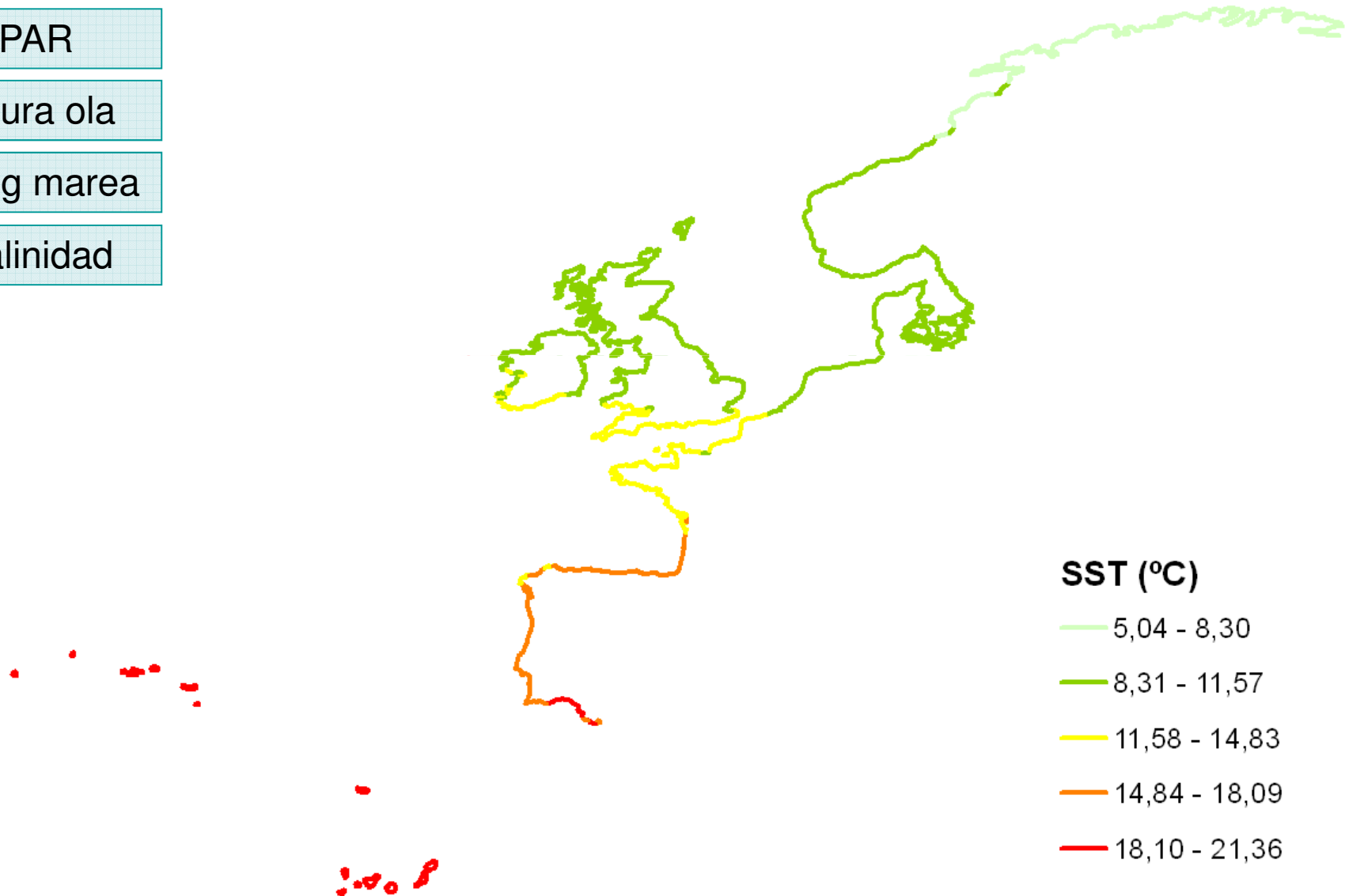
SST

PAR

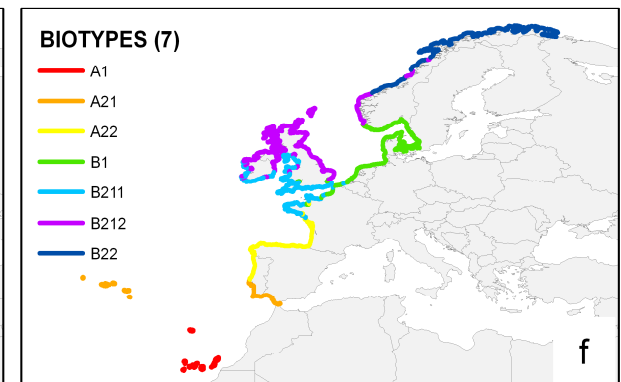
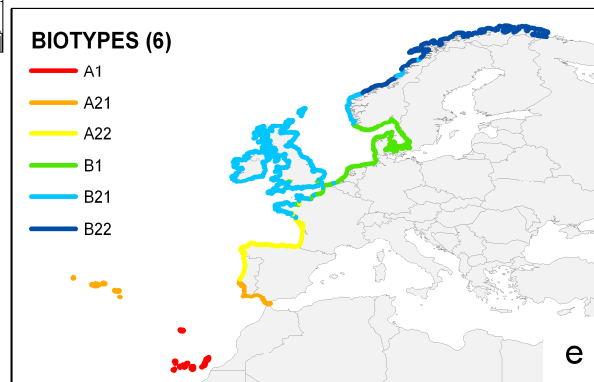
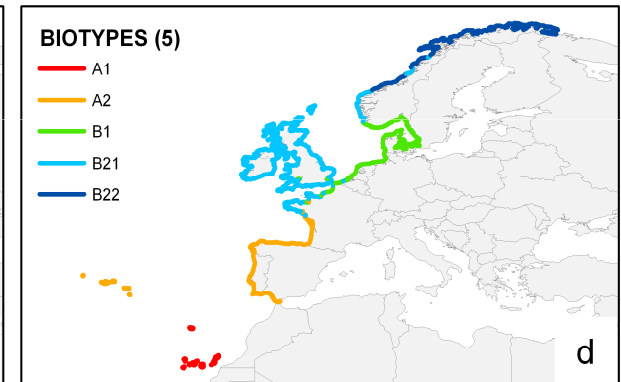
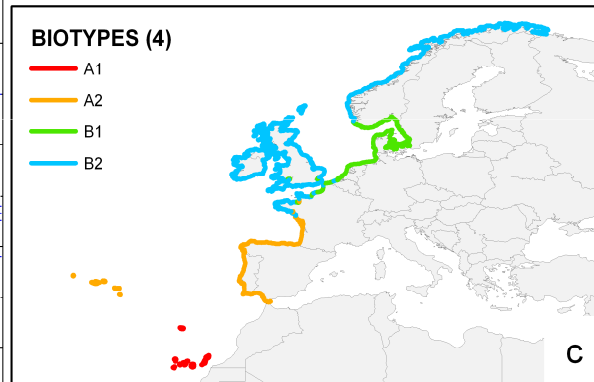
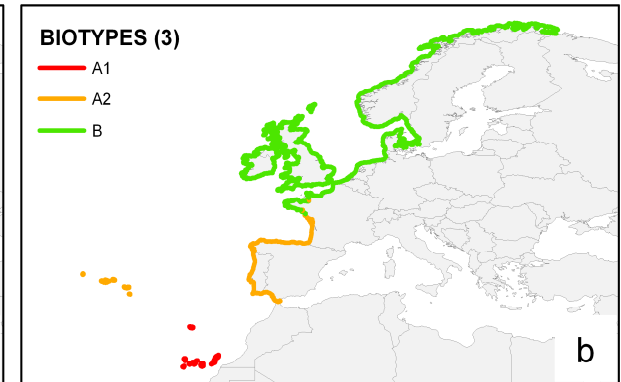
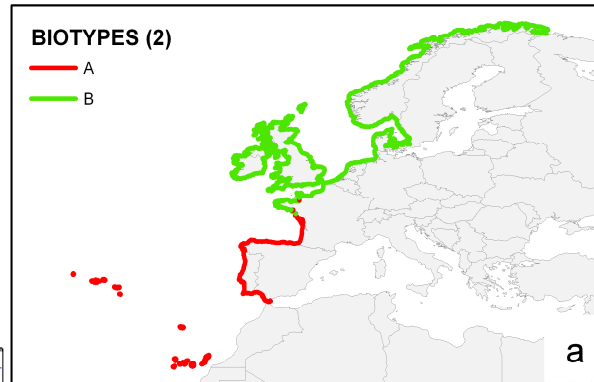
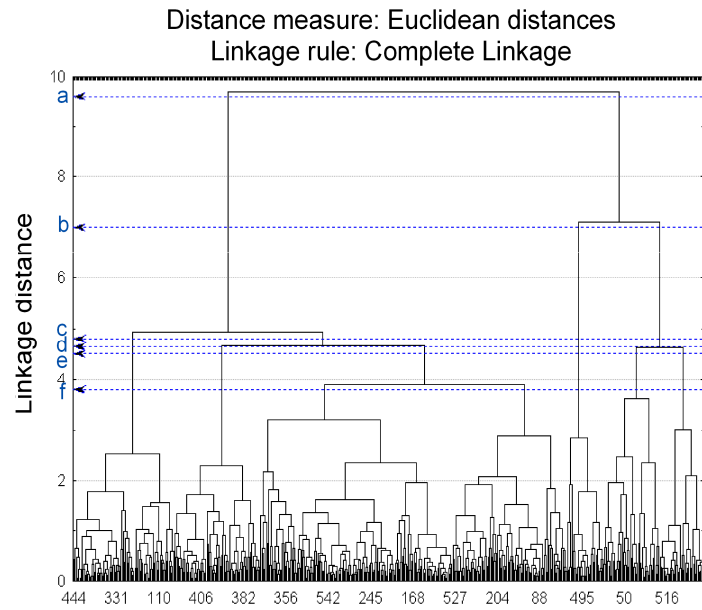
Altura ola

Rang marea

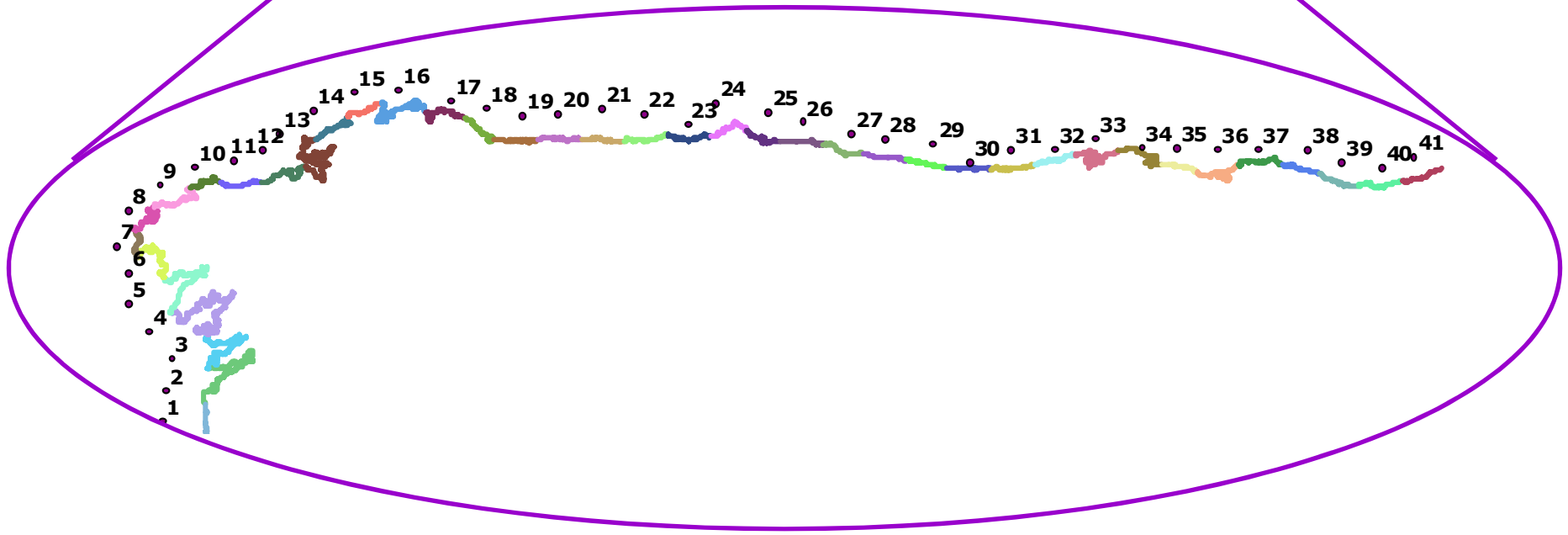
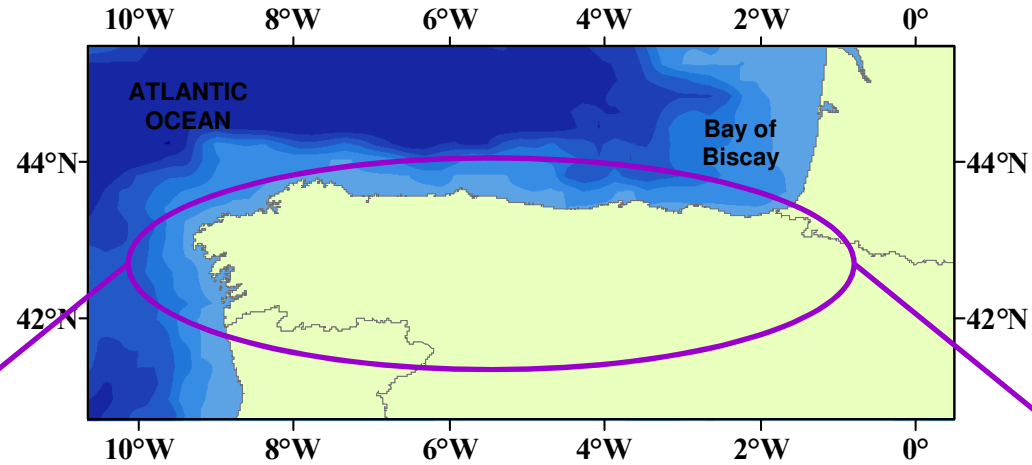
Salinidad

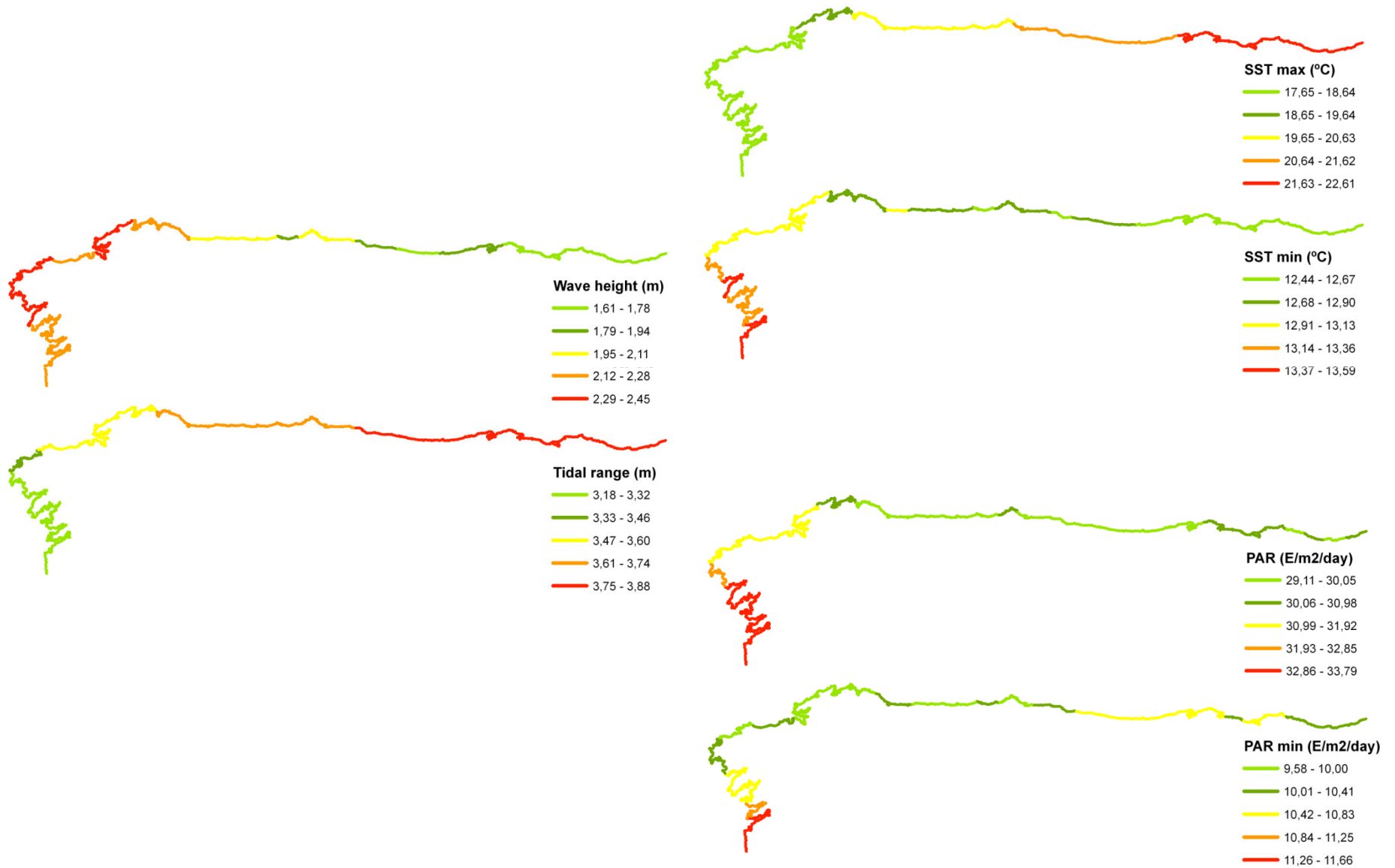


Clasificación física: Ecotopos / "Biotypes"

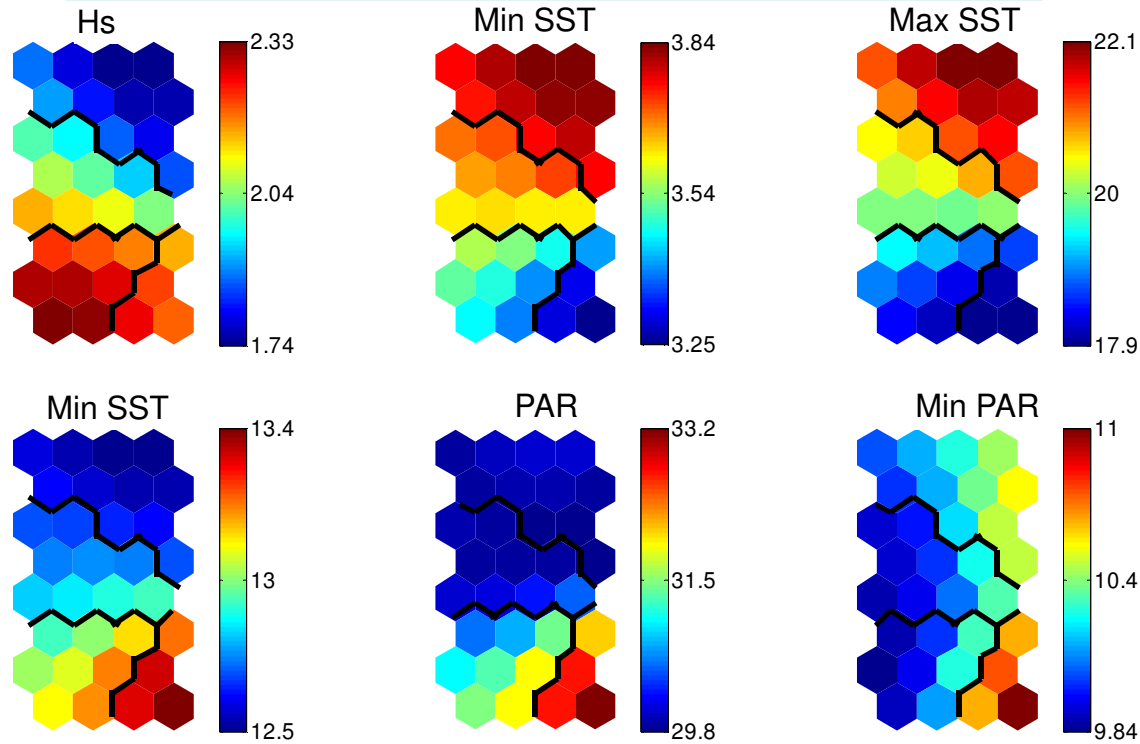


41 Tramos (20 km)
150 m prof

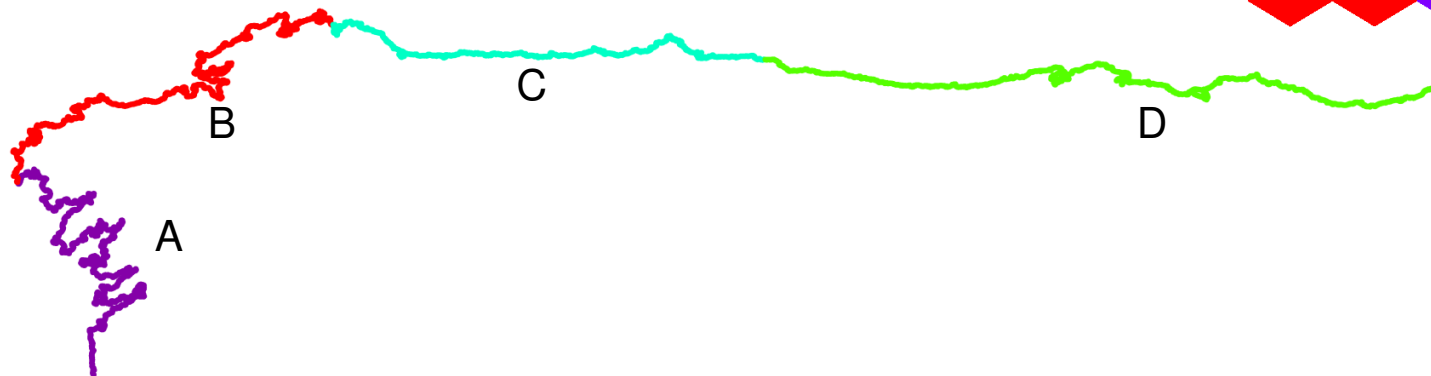
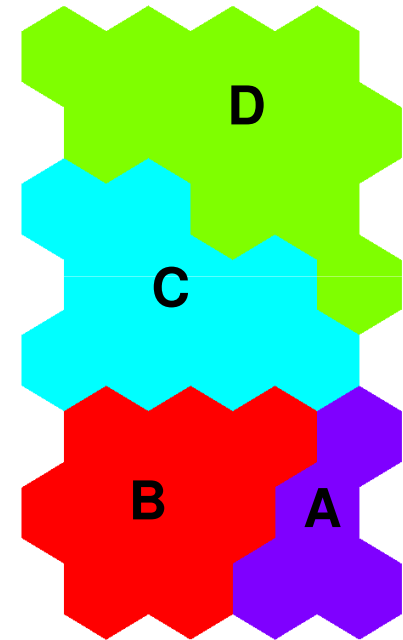




SOM UNITS $M = 5\sqrt{41} = 32$ Map size: 8 x 4
(QE 0.15, TE 0)



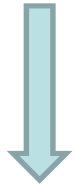
K-MEANS
4 clusters (DBI 0.54)



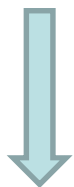
15 – 20 Abril
2011



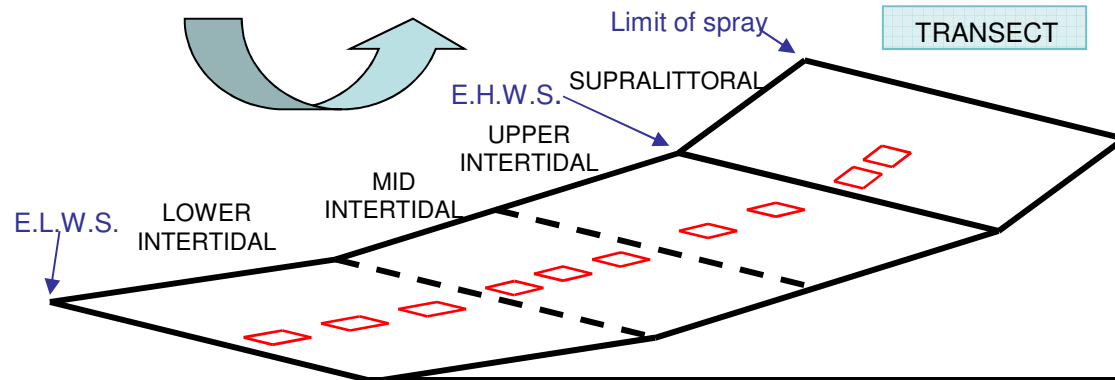
22
SITIOS



3 TRANSECTOS

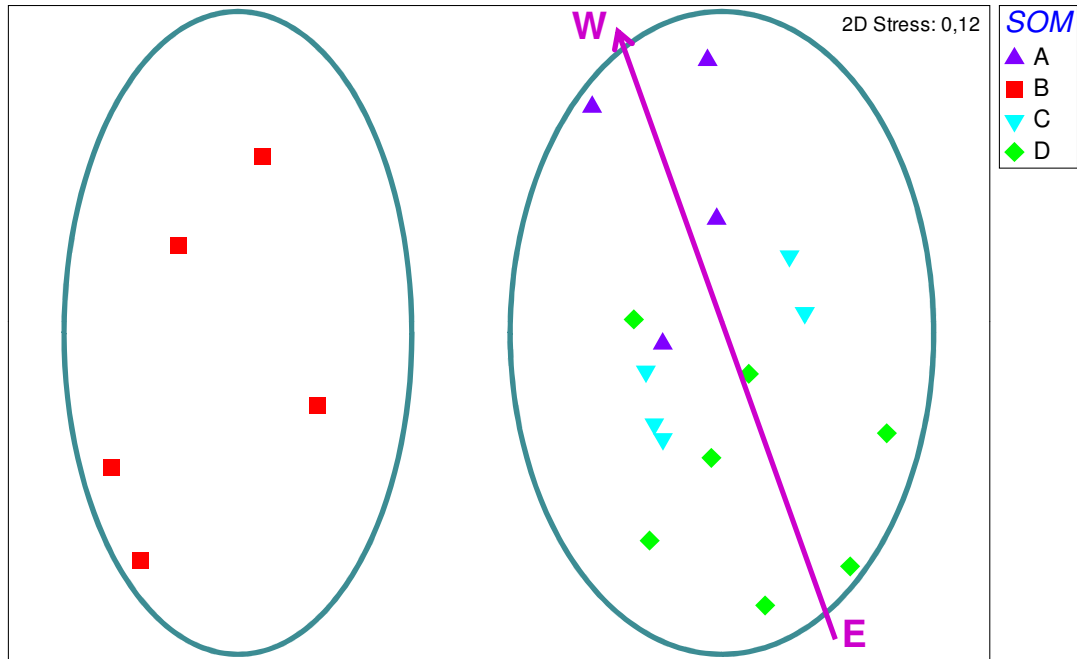


10 MUESTRAS



= 50 x 50 cm quadrat

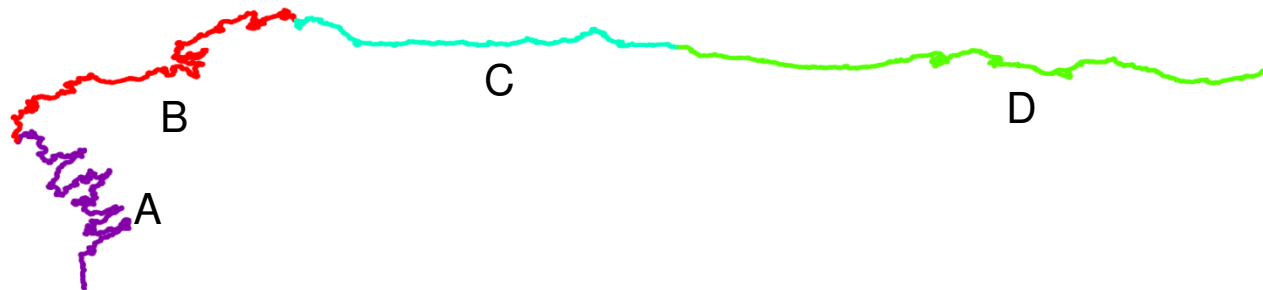
MDS



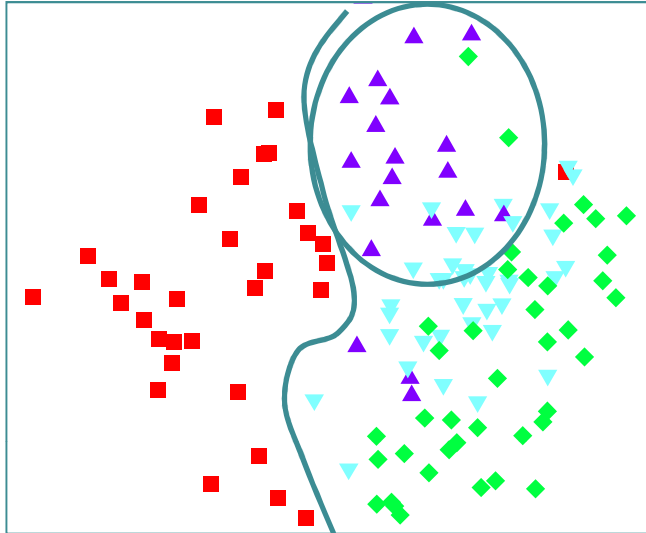
ANOSIM

R: **0.595**
p: **0.1%**

PAIRWISE TESTS		
Groups	R statistic	Level %
A, C	0.55	1.6*
A, B	0.963	0.8*
A, D	0.579	0.3*
C, B	0.956	0.8*
C, D	0.023	38.5
B, D	0.982	0.1*



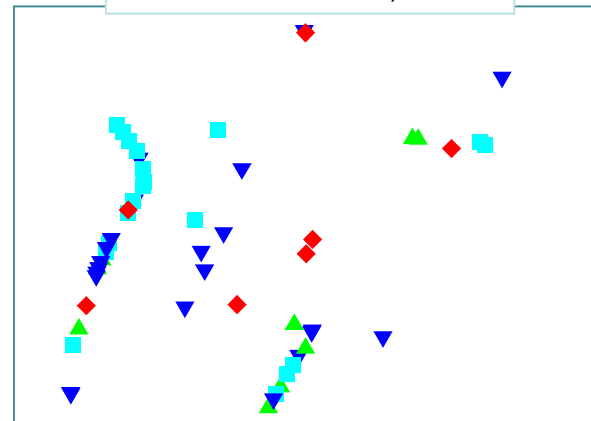
INTERMAREAL BAJO
(2D Stress: 0.24)



ANOSIM
R: 0.46*

Groups	R
A, C	0.49*
A, B	0.67*
A, D	0.43*
C, B	0.66*
C, D	0.14*
B, D	0.66*

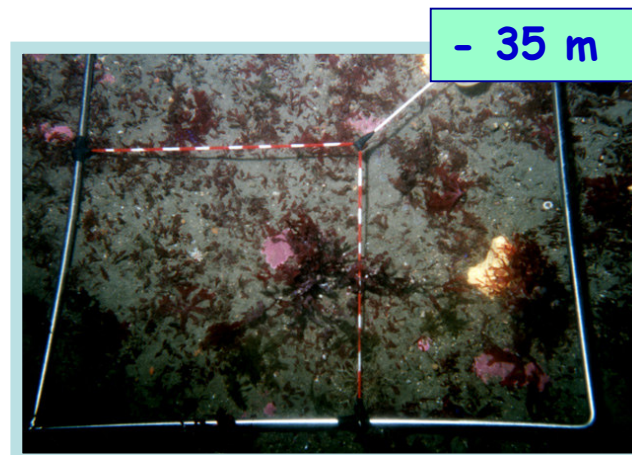
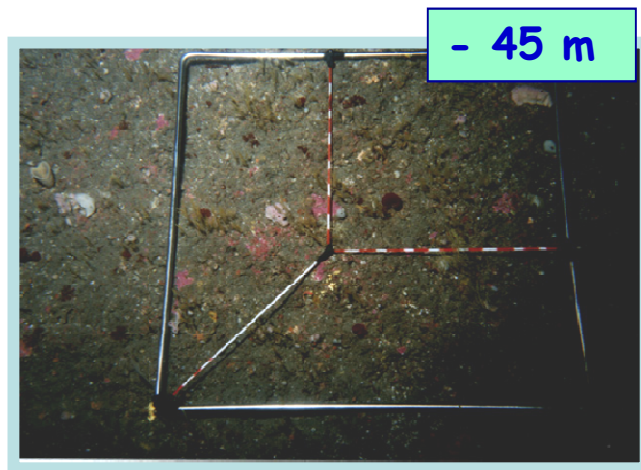
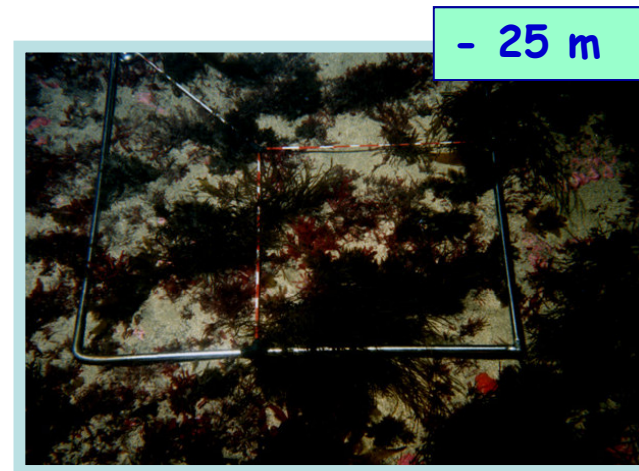
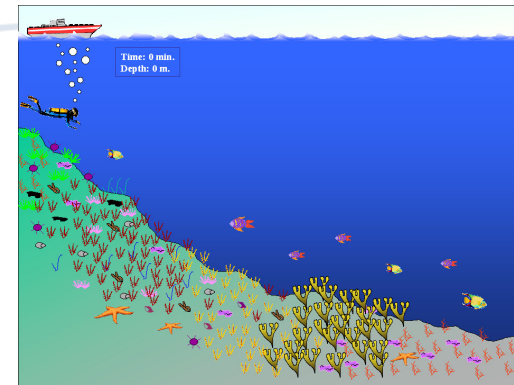
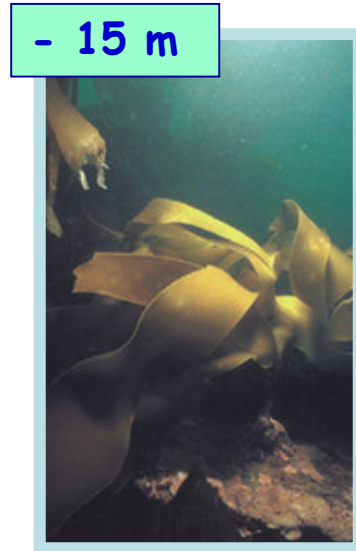
SUPRALITORAL (2D
Stress: 0.07)

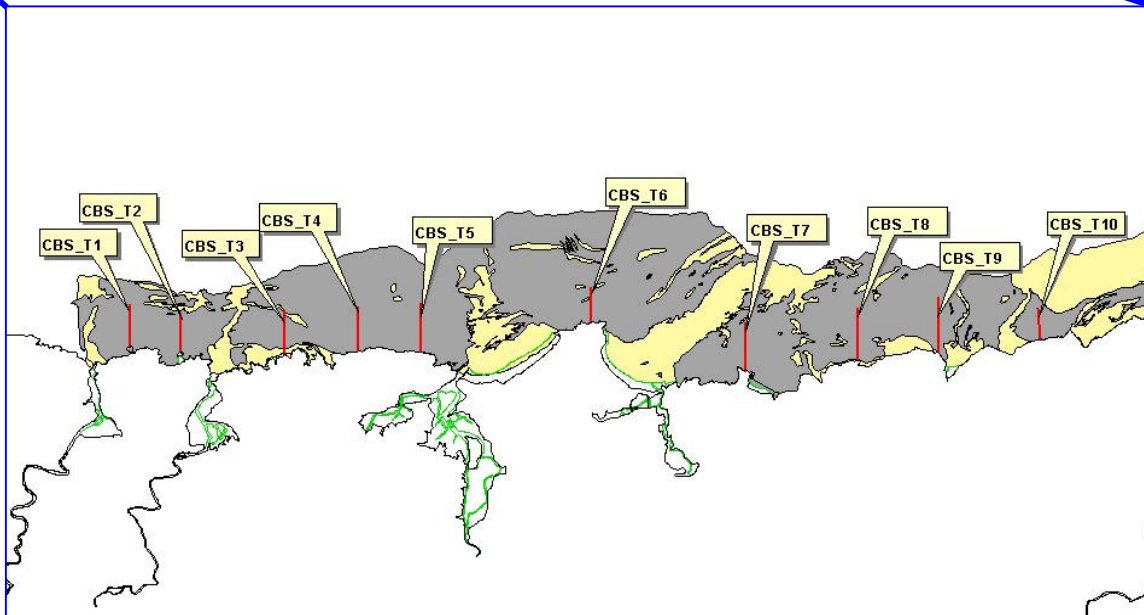
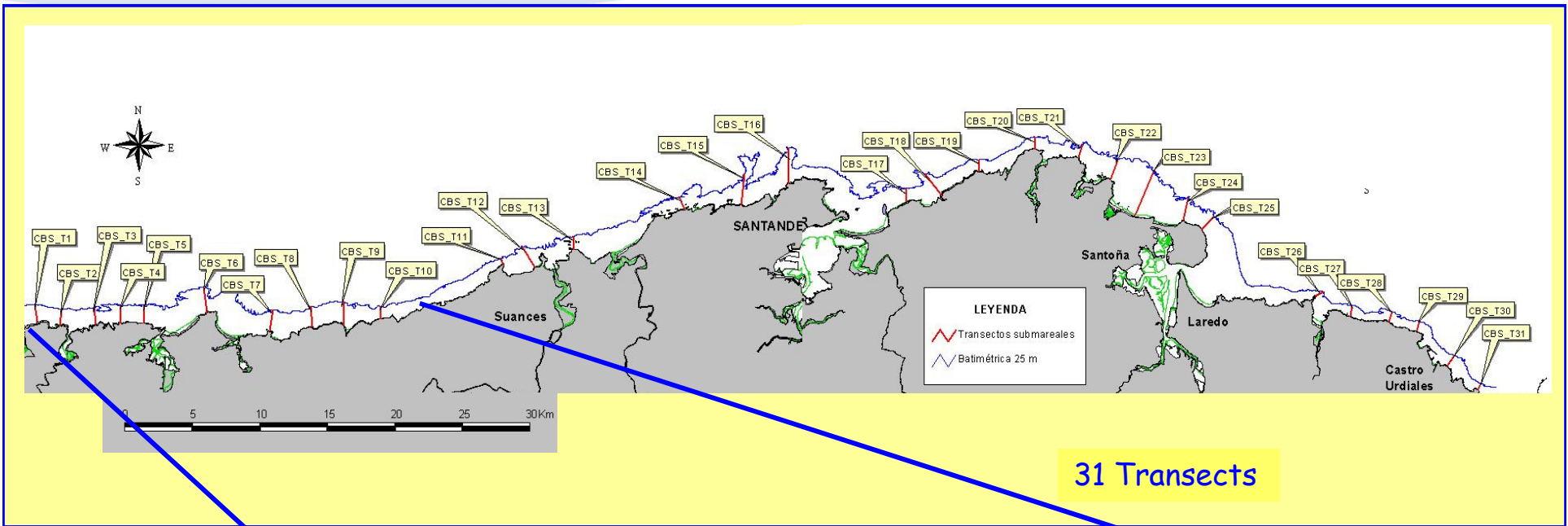


ANOSIM
R: 0.05

Groups	R
A, C	0.06
A, B	0.12
A, D	-0.07
C, B	0.03
C, D	0.04
B, D	0.05

Distribución a MESOESCALA: Gradientes

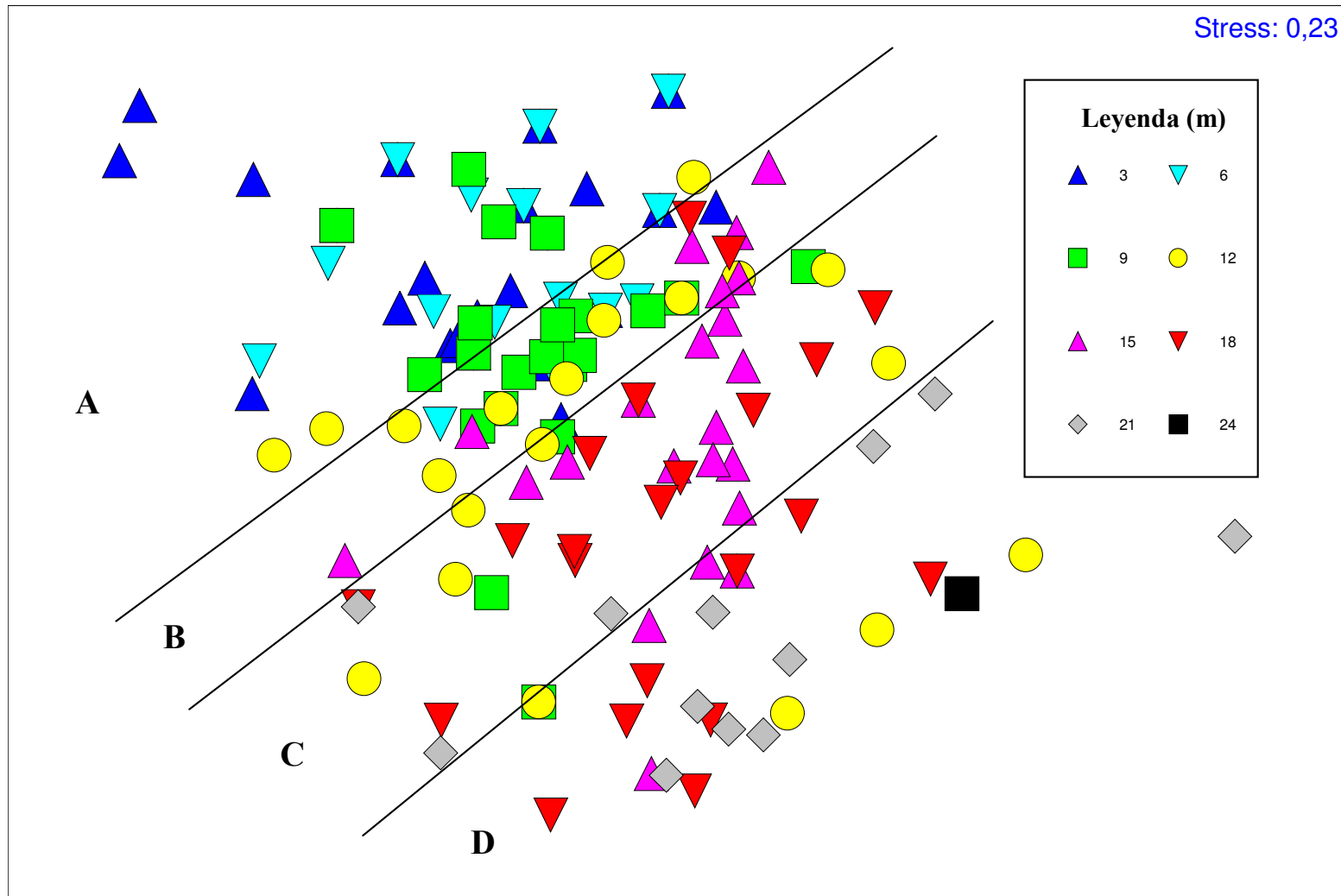




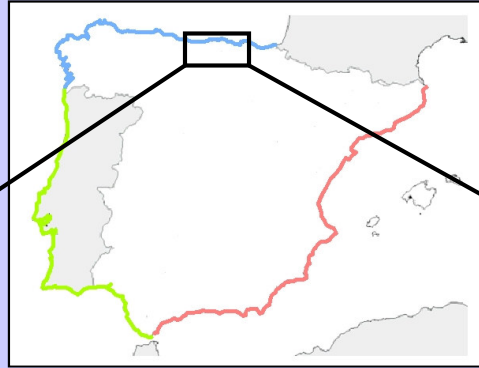
Distribución de “Poblaciones características” por rangos de profundidad

	<u>Species</u>	<u>Av. Abund</u>	<u>Av. Sim</u>	<u>Sim/SD</u>	<u>Contrib%</u>	<u>Cum. %</u>
3 m	Gelidium	3,30	22,79	1,48	47,63	47,63
	Codium	1,74	9,96	0,97	20,83	68,46
	Cystoseira	1,48	5,62	0,62	11,74	80,20
	Corallina	1,30	4,96	0,57	10,38	90,57
12 m	<u>Species</u>	<u>Av. Abund</u>	<u>Av. Sim</u>	<u>Sim/SD</u>	<u>Contrib%</u>	<u>Cum. %</u>
	Gelidium	2,19	11,59	0,93	34,74	34,74
	Cystoseira	2,05	10,53	1,02	31,55	66,29
	Saccorhiza	1,19	3,90	0,53	11,68	77,97
	Laminaria	0,67	2,36	0,46	7,08	85,05
	Codium	0,52	1,21	0,37	3,63	88,67
Dictyota	0,48	0,80	0,31	2,40	91,08	
18 m	<u>Species</u>	<u>Av. Abund</u>	<u>Av. Sim</u>	<u>Sim/SD</u>	<u>Contrib%</u>	<u>Cum. %</u>
	Cystoseira	2,18	10,15	0,90	26,32	26,32
	Gelidium	1,82	8,99	0,80	23,31	49,63
	Spatoglossum	1,27	5,32	0,71	13,79	63,42
	Laminaria	1,05	4,16	0,67	10,78	74,20
	Saccorhiza	0,91	2,59	0,47	6,72	80,92
	Halidrys	0,91	2,33	0,44	6,05	86,97
Phyllophora	0,73	1,54	0,41	3,98	90,95	

Distribución Global de “Poblaciones características”



NIVEL 1

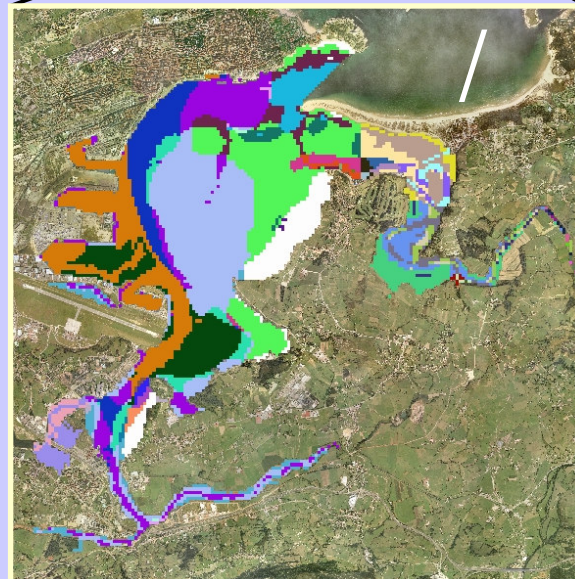


NIVEL 2

4



NIVEL 3



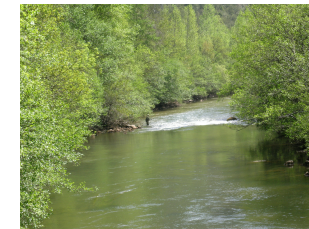
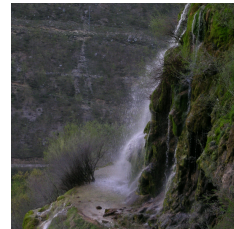
4. Diversidad, ¿cuál es la organización social?

Perspectivas muy distintas, todas ellas complementarias

Herramientas y escalas de análisis muy variadas

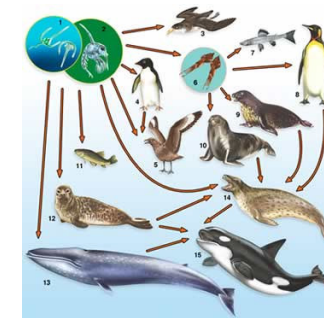
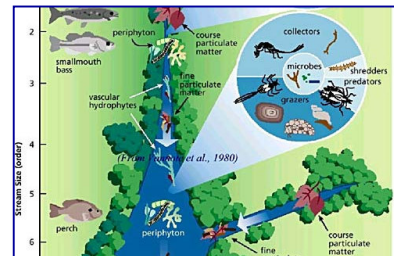
Perceptual: Macroescala

Paisajes



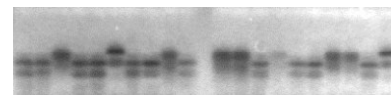
Ecológica: Mesoescala

Hábitats / Grupos tróficos...

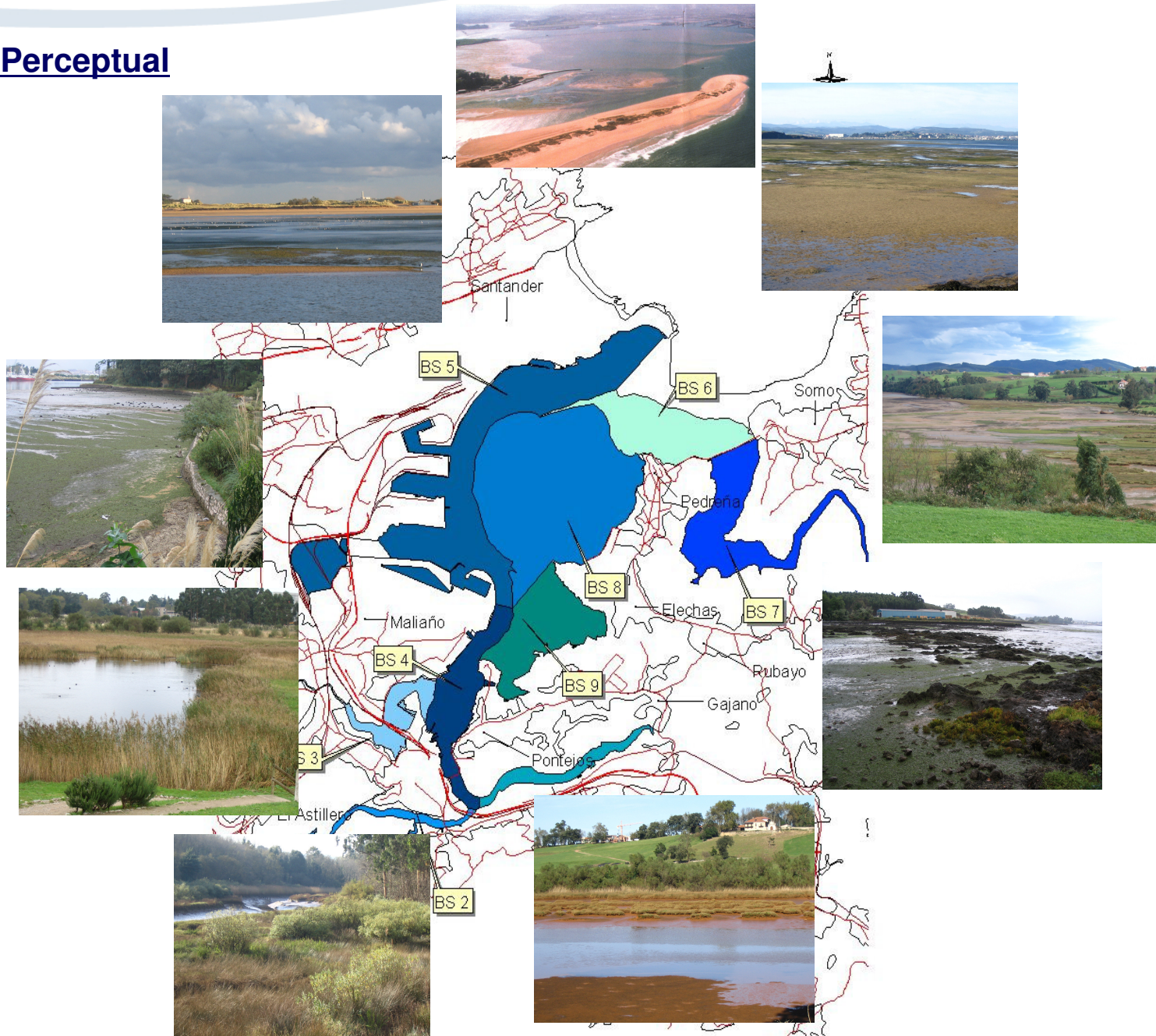


Genética: Microescala

Razas / estirpes....



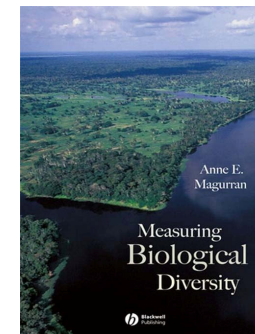
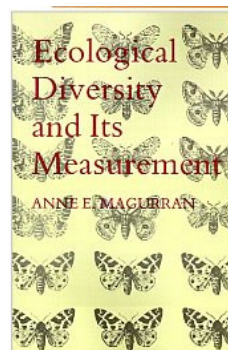
Diversidad Perceptual



Diversidad Ecológica

□ Parámetros que caracterizan una comunidad:

- Riqueza: número de especies que forman parte de una comunidad.
- Dominancia: especies que ejercen un mayor control sobre el resto de la comunidad debido a su tamaño, número o a la función que realizan.
- Equitatividad: grado en el que las diferentes especies son similares en cuanto a su abundancia
- Diversidad: riqueza y abundancia relativa de los individuos de cada especie



Índice de Dominancia de Simpson (Simpson, 1949) (D): representa la **probabilidad** de que dos individuos, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Índice de Diversidad Margalef (Margalef, 1968) (d) : se basa en la **distribución del número** de individuos de las diferentes especies en función del número total de individuos.

$$d = (s-1)/\ln N$$

- Índice de equitatividad de Pielou (J) (Pielou, 1969): valora la **uniformidad** de la comunidad en cuanto a la distribución de las **abundancias**

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad H'_{\max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \ln \frac{1}{S} = \ln S.$$

□ Diversidad

- Índice de Shannon- Wiener (Shannon-Weaver, 1963) (H): considera el número de especies presentes (**riqueza de especies**), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (**abundancia**)

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

donde:

S - número de especies (la riqueza de especies)

p_i - proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

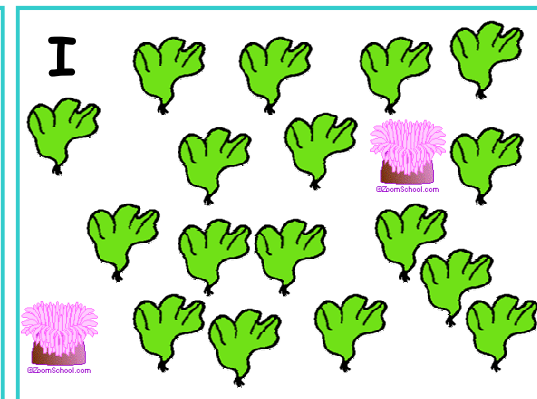
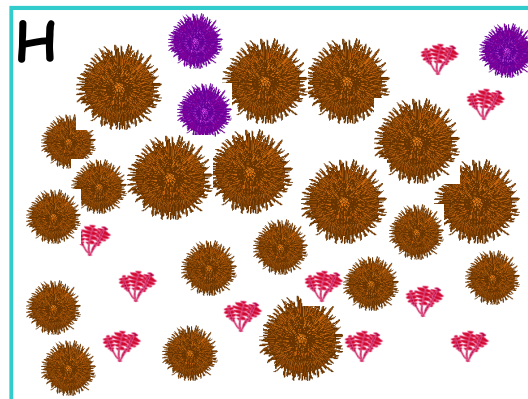
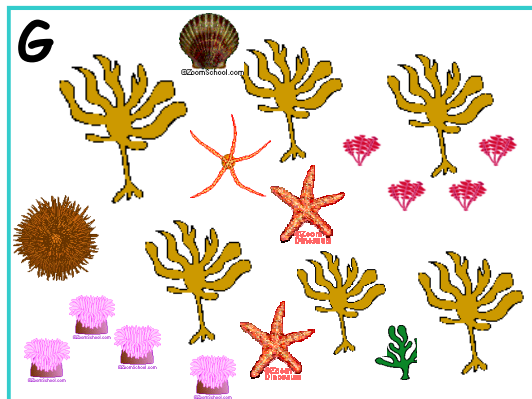
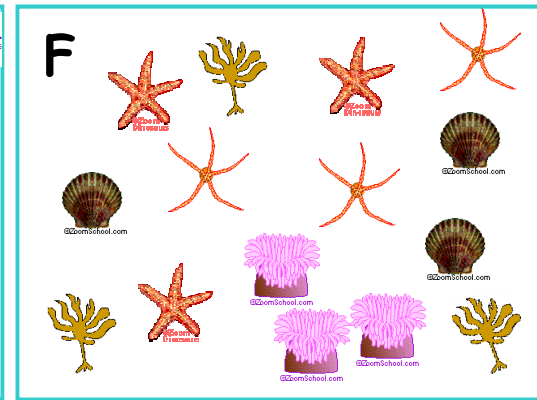
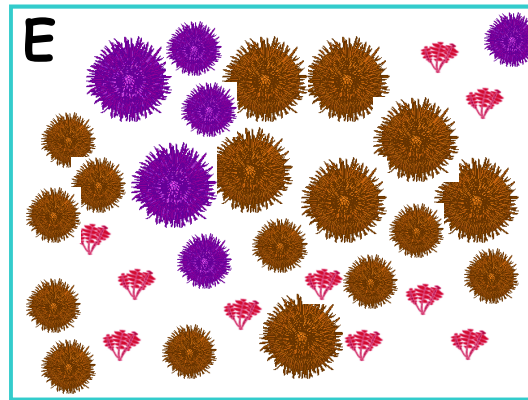
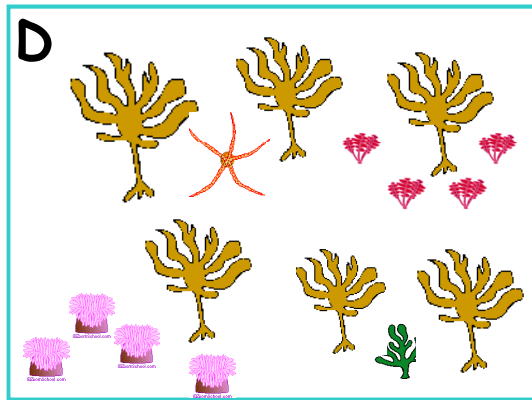
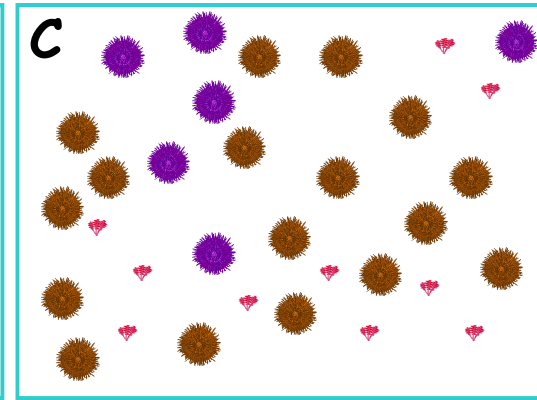
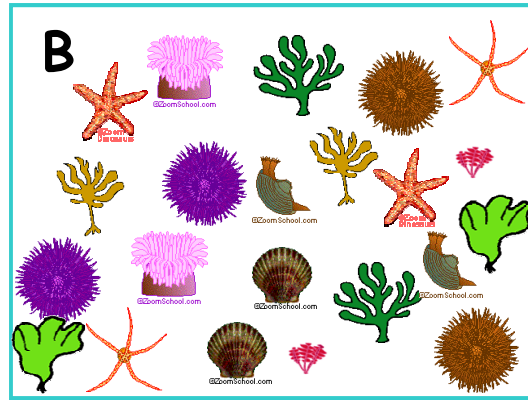
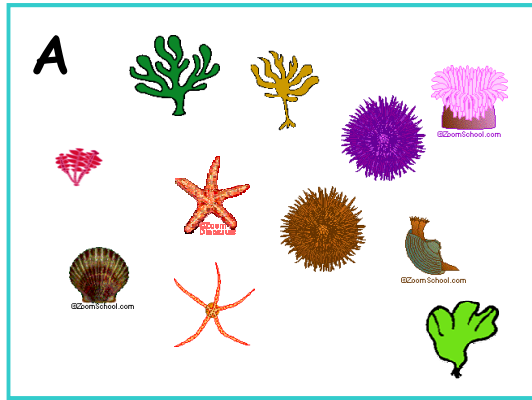
$$\frac{n_i}{N}$$












n_i - número de individuos de la especie i

N - número de todos los individuos de todas las especies

¿qué comunidad es más rica? ¿A o B? ¿A o F? ¿D o F?
 ¿qué comunidad es más diversa? ¿B o F? ¿D o G?
 ¿qué comunidad tiene mayor dominancia? ¿E o C? ¿E o H?

¿qué comunidad tiene mayor abundancia? ¿E o C? ¿E o H?
 ¿qué comunidad tiene mayor biomasa? ¿E o C?
 ¿cuál estaría en mejor y en peor estado de conservación?



	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	1	2	10	4	10		4	10	
	1	2					1		
	1	2		6		3	6		
	1	2							17
	1	2		1		3	1		
 <small>©ZornSchool.com</small>	1	2				3	1		
 <small>©ZornSchool.com</small>	1	2				3	2		
	1	2	17		17		1	20	
 <small>©ZornSchool.com</small>	1	2							
	1	2	6		6			3	
 <small>©ZornSchool.com</small>	1	2		4		3	4		2
S	11	11	3	4	3	5	8	3	2
N	11	22	33	11	33	15	20	33	19
H	3,5	3,5	1,5	1,8	1,5	2,3	2,6	1,3	0,5
d	4,2	3,2	0,6	1,1	0,6	1,5	2,3	0,6	0,3
D	0,1	0,1	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,8

5. Decisiones, ¿cómo determinamos su estado?

Necesitamos “indicadores” e “índices”

Disciplina basada en experiencias sociológicas (PIB, IPC....”Gini”)

Aproximaciones muy diversas con requerimientos comunes

Conocimiento de la variabilidad natural

Estandarización de indicadores (escalas homogéneas)

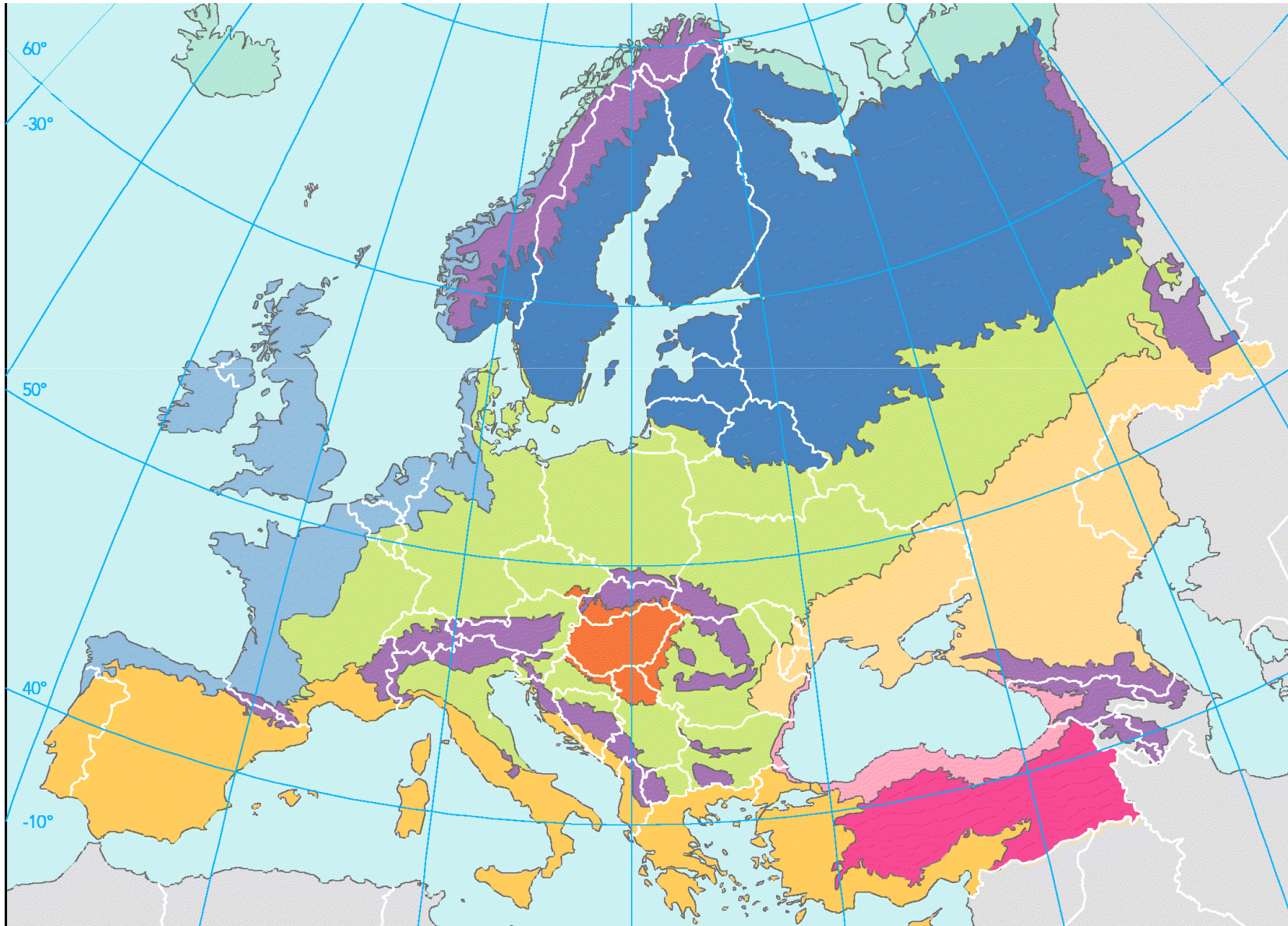
Establecimiento de las “condiciones de referencia”

Definición de “umbrales”

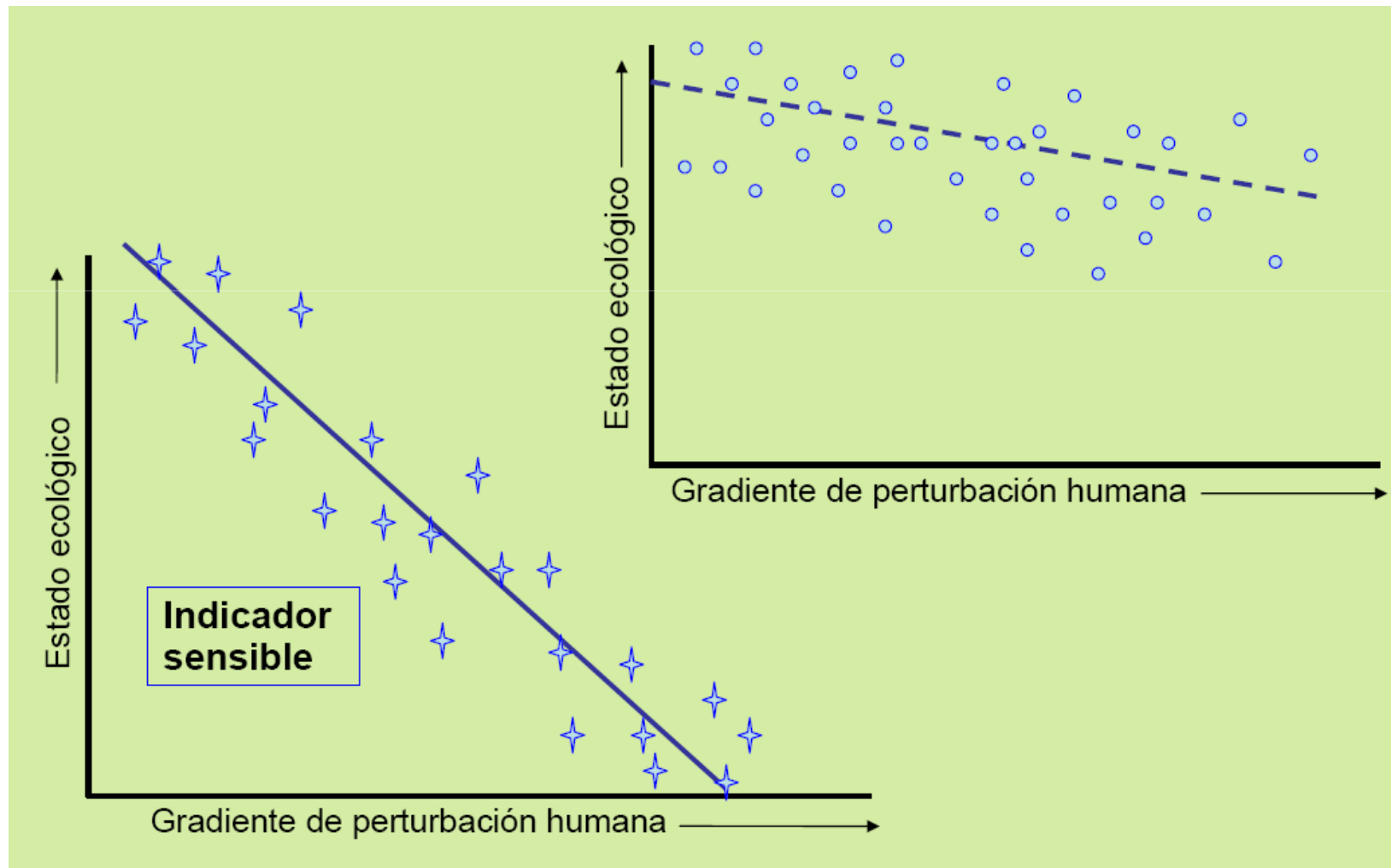
Sistemas de integración de indicadores

Intercalibración de índices

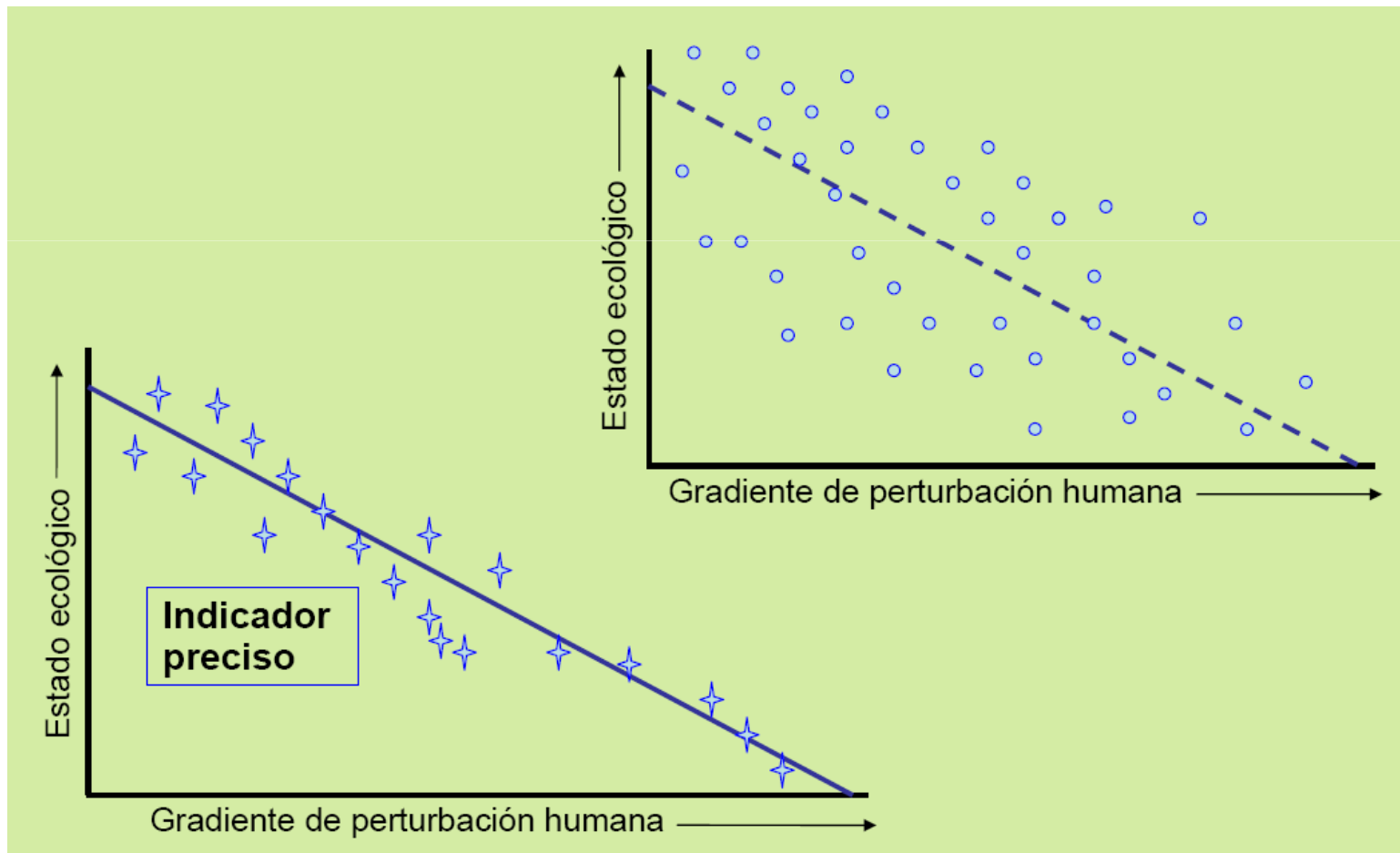
Regiones Biogeográficas ("Reino Paleártico")



- Deben responder a la presión o actuación que se quiere evaluar (*)



- Variabilidad del indicador conocida y documentada (**)



CONDICIONES DE REFERENCIA

CR= estadístico de una serie de datos

Cálculo del p90 / p10 como nivel óptimo.

Sólo estaciones de referencia

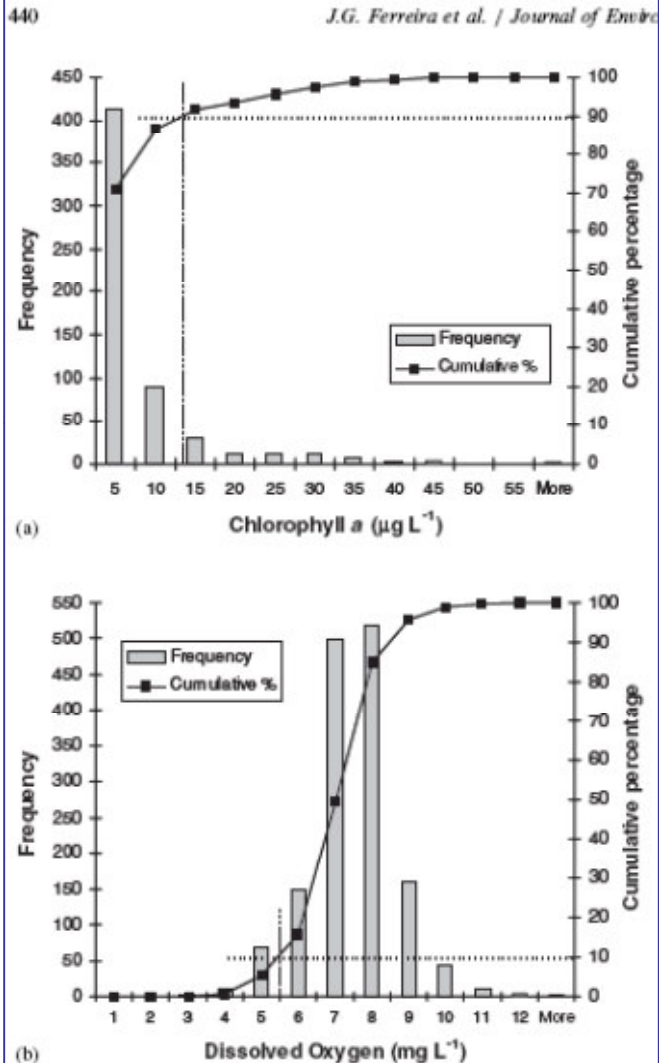
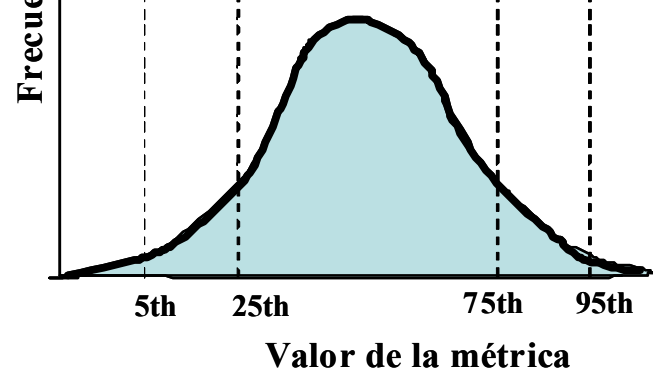
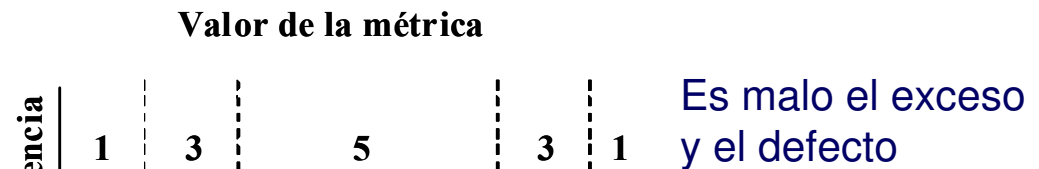
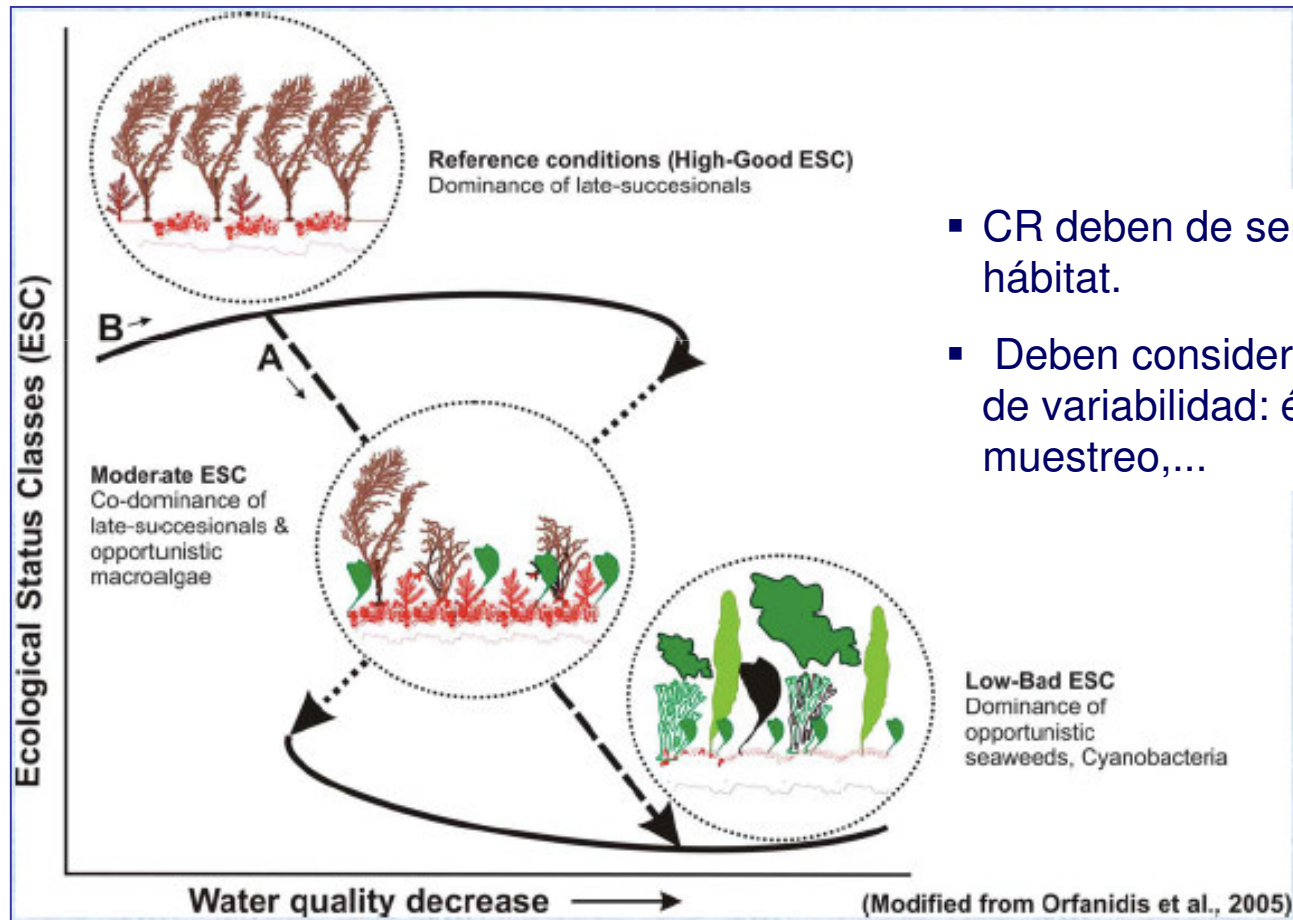


Fig. 5. (a) Percentile 90 for chlorophyll *a* values and (b) percentile 10 for the dissolved oxygen values, in the seawater zone of the Tagus estuary.



Establecimiento de condiciones óptimas teóricas basadas en el conocimiento



- CR deben de ser específicas para cada hábitat.
- Deben considerarse las diferentes fuentes de variabilidad: época, método de muestreo,...

ESTABLECIMIENTO DE UMBRALES

Desviaciones respecto a las condiciones de referencia

Nutrientes: + 50%
Clorofila: + 100%
Turbidez: + 100%
Oxígeno: - 5%
Bact: Exponencial

Umbrales de calidad: $\pm \Delta$

	CR Muy Buena	MB-B	B-Mod	Mod-D	D-M	CR Mala
Sat. Oxígeno (%)	95	90	85	80	75	70
Turbidez (NTU)	5	10	15	20	25	30
Amonio ($\mu\text{Mol/l}$)	6	9	12	15	18	21
Nitratos ($\mu\text{Mol/l}$)	4	6	8	10	12	14
Fosfatos ($\mu\text{Mol/l}$)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Clorofila ($\mu\text{g/l}$)	1	2	3	4	5	6
Colif. Fecales (UFC/100 ml)	0	250	500	1000	2000	4000
Estrept. Fecales (UFC/100 ml)	0	100	200	400	800	1600

EQR	Calidad
1	Muy Buena
$= 0.8 \text{ y } < 1$	Buena
$= 0.6 \text{ y } < 0.8$	Moderada
$= 0.4 \text{ y } < 0.6$	Deficiente
< 0.4	Mala

MarMAT "Marine Macroalgae Assessment Tool"

Rui Gaspar, Leonel Pereira & João Magalhães Neto



IMAR – Institute of Marine Research
Department of Life Sciences
Faculty of Sciences and Technology
University of Coimbra, Portugal

Water Framework Directive
**Helgoland Phytobenthic Index
HPI**
(CW – Germany; water body N5 Helgoland)

Summary prepared by:
Inka Bartsch - AWI, Ralph Kühlenkamp - Phycomarin
in charge of State Agency for Agriculture, Environment and Rural Areas, Flintbek, Germany
Contact: Inka.Bartsch@awi.de
ralph.kuehenkamp@phycomarin.de
Roel.Karez@tur.landsh.de
Wilfried.Heiber@NLWKN-BRA.Niedersachsen.de (German NEA-GIG representative mar)



CCO
"Cover - Characteristic species - Opportunistic species"

U30
UNIVERSITÉ DE BRETAGNE
29200 BREST

Erwan AR GALL & Michel LE DUFF
Lébihan / Lérmar UMR 6539, IUEM – University of Brest
Brittany, France

UEM
UNIVERSITÉ DE BRETAGNE
29200 BREST

Other contributors:
Marie-Noëlle DE CASAMAYOR, Ifremer Anglet
Pierre-Guy SAURIAU, CNRS La Rochelle
Serge SIMON, CSLN Normandy
François GEVAERT, University of Lille

Ifremer

ONEMA
Office National de l'Eau et de Milieu

IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

CFR

"Quality of Rocky Bottoms"

(V-3.0. Continuous EQR Scale)

Summary prepared by:

José A. Juanes*, Xabier Guinda & Araceli Puente

Institution: Environmental Hydraulics Institute "IH Cantabria". Universidad de Cantabria, Spain.

*Contact: juanesj@unican.es

RICQI

"Rocky Intertidal Communities Quality Index"

Diez I.¹, Bustamante M.², Santolaria A.¹, Tajadura J.², Mugerza N.¹, Borja Á.³, Muxika I.³, Salz-Sallinas, J.I.², Gorostiaga J.M.¹

(1) Department of Plant Biology and Ecology, University of the Basque Country/ PO Box 644, 48080 Bilbao, Spain.
(2) Department of Zoology and Celular Biology, University of the Basque Country/ PO Box 644, 48080 Bilbao, Spain.
(3) AZTI—Tecnalia, Marine Research Division, Muelle de la Herrera s/n, 20110 Pasajes, Spain.

Norways Methods for Macroalgae in Coastal Waters:

1. Reduced Species List (RSL) and Reduced Species List incl. Abundance (RSLA)
2. Multi Species Maximum Depth Index (MSMDI)

Contact: Are Pedersen
Mail: are@niva.no



REASSESSING REDUCED SPECIES LIST

Ricardo Bermejo, Juan José Vergara, Gina de la Fuente & Ignacio He



INDEX

5) Indicators description:

C: Coverage of "Characteristic Macroalgae"

% Total Coverage of characteristic macroalgae populations (CM).

F: Fraction of opportunistic species

Relative coverage of opportunistic species with respect to the total vegetated surface, according to:

$$F = \left(\frac{O}{C+O} \right) \cdot 100$$

F: Fraction of Opportunistics (%)
 O: Coverage of Opportunistics (%)
 C: Coverage of CM (%)

R: Richness of "Characteristic Macroalgae"

Number of different CM populations with a significant coverage (>1%)

1) General information

2) Description of the method

3) Necessary information

4) Reference conditions

5) Indicators description

6) How to apply the index

2) Description of the method:

$$CFR = 0.45 \cdot C + 0.35 \cdot F + 0.2 \cdot R$$

C: Coverage of "Characteristic Macroalgae" (Table 1)

F: Fraction of opportunistic species (Table 1)

R: Richness of "Characteristic Macroalgae"

"Abundance"

"Composition"

CFR - EQR	Status
0.0 - 1	High
0.6 - 0.8	Good
0.4 - 0.6	Moderate
0.2 - 0.4	Poor
0 - 0.2	Inf

6.3. Identification of intertidal/subtidal types:

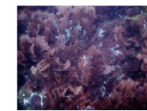
Semiexposed Intertidal (slope <45°)



Exposed Intertidal (slope >45°)



Subtidal 5 - 15 m



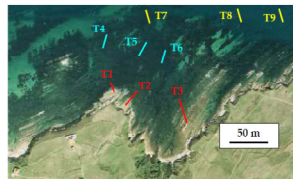
Subtidal 15 - 25 m



6.2. Location of the transects

Transects should be located on stable rocky substrates, suitable for macroalgae colonization:

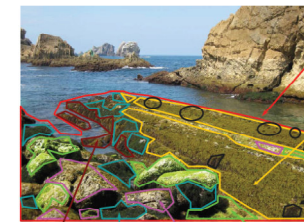
- Intertidal predefined transect belts (e.g. 10 m width) from mid-intertidal to low-intertidal.
- Subtidal predefined transect belts (e.g. 2-5 m x 25 m) at homogeneous depths



(see next slide for types)

- T1: Exposed intertidal
- T2: Semiexposed intertidal
- T3: Semiexposed intertidal
- T4-T6: Subtidal 5-15m
- T7-T9: Subtidal 15-25m

6.4. Visual estimation of coverage values



Surveyed area (80 m²)

Bifurcaria bifurcata
32 m²=40%

Stylocaulon scoparium
1 m²=1.25%

Gelidium spp.
10 m²=12.5%

Codium tomentosum
15 m²=19%

Corallina sp.
4 m²=5%

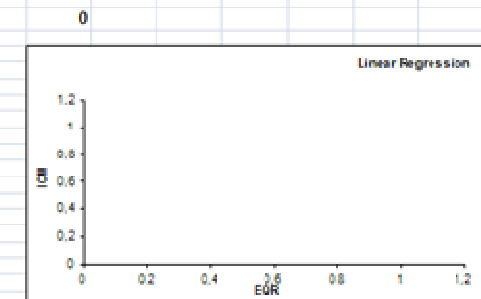
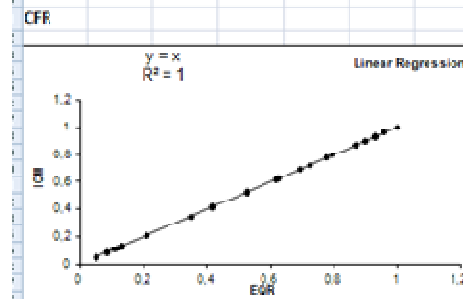
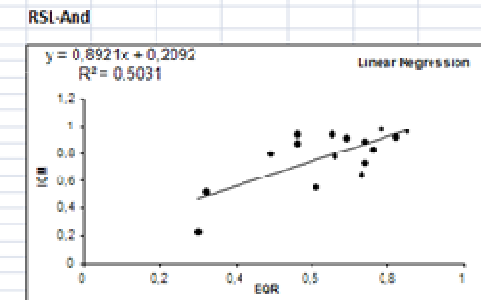
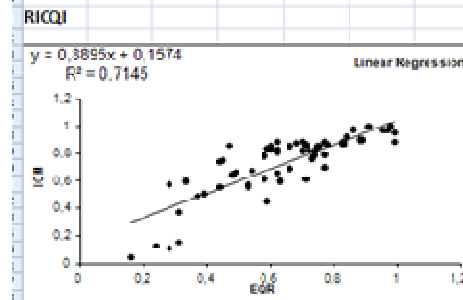
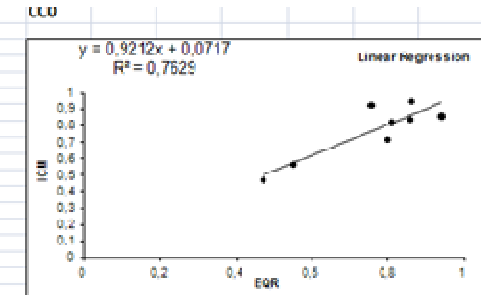
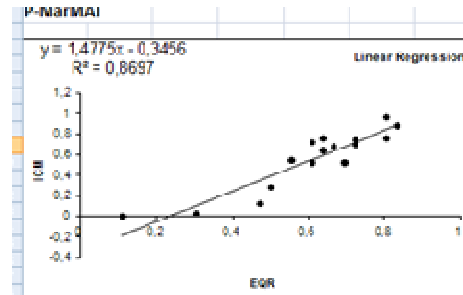
Ulva/Enteromorpha spp.
10 m²=12.5%

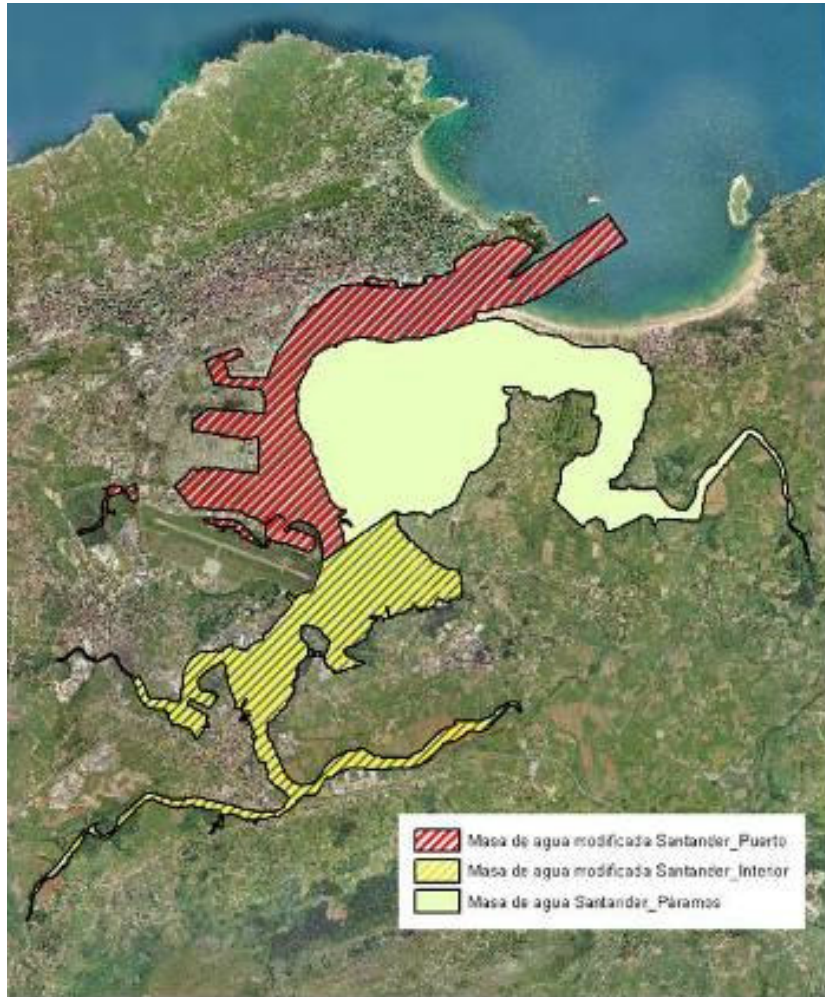
Type:
Semiexposed Intertidal

NEA 1/26, biotype A2 (ES-FR-PT):

Option 2 using CFR as ICM

Not Adjusted	MarMAT	CCO	RICQI	RSL-And	CFR
	H/G bias_CW	0,029	-0,033	-0,303	0,553	-0,274
G/M bias_CW	-0,284	0,051	-0,031	0,686	-0,226
intercept (c)	-0,346	0,072	0,157	0,209	0,000
slope (m)	1,478	0,921	0,890	0,892	1,000
slope manual					
Pearson's r	0,933	0,873	0,845	0,709	1,000
R ²	0,870	0,763	0,714	0,503	1,000
Adjusted					
H/G	0,800	0,800	0,820	0,750	0,810
G/M	0,610	0,600	0,600	0,480	0,600
H/G bias_CW	0,030	-0,033	-0,225	0,225	-0,236
G/M bias_CW	-0,247	0,051	-0,028	0,215	-0,215





	AGUAS					SEDI- MENTOS	BIOTA	
	oxígeno disuelto	materia orgánica	nutrientes	aceites y grasas	Indicadores fecales	metales pesados	Inverte- brados	fito- plancton
Tina Mayor	●	●	●	●	●	●	●	●
Tina Menor	●	●	●	●	●	●	●	●
San Vicente	●	●	●	●	●	●	●	●
Oyambre	●	●	●	●	●	●	●	●
San Martín	●	●	●	●	●	●	●	●
Mogro	●	●	●	●	●	●	●	●
San Juan	●	●	●	●	●	●	●	●
La Maruca	●	●	●	●	●	●	●	●
Bahía de Santander (puerto)	●	●	●	●	●	●	●	●
B. Santander (interior)	●	●	●	●	●	●	●	●
B. Santander (páramos)	●	●	●	●	●	●	●	●
Galizano	●	●	●	●	●	●	●	●
Ajo	●	●	●	●	●	●	●	●
Joyel	●	●	●	●	●	●	●	●
Victoria*	●	●	●	●	●	●	●	●
M. Santoña	●	●	●	●	●	●	●	●
Orión	●	●	●	●	●	●	●	●

● Buen estado

● Estado mejorable

● Mal estado



Suerte y muchas gracias.....

juanesj@unican.es