



# I+D+i **GIZC** GESTIÓ INTEGRADA DE LA ZONA COSTANERA

Investigació per a la Sostenibilitat de la Zona Costanera de les Illes Balears



Informe de la sessió dedicada a la Gestió Integrada de la Zona Costanera que va tenir lloc a les **V Jornades de Medi Ambient** organitzades per la Societat d'Història Natural de les Balears el dia 7 de febrer de 2008 al Centre de Cultura "Sa Nostra".

Amb motiu de la celebració de les V Jornades de Medi Ambient organitzades per la Societat d'Història Natural de les Illes Balears els dies 6, 7 i 8 de Febrer de 2008, la Unitat de Gestió Integrada de la Zona Costanera, a través del projecte multidisciplinar I+D+i GIZC, va dur a terme una sessió especial d'una horabaixa dedicada a la Gestió Costanera, dins la qual es varen exposar alguns dels projectes que integren aquesta iniciativa conjunta del Govern de les Illes Balears i l'IMEDEA (UIB-CSIC)

Un total de 13 projectes varen ser presentats, sis en format de Pòsters científics i set com a presentacions orals dels investigadors involucrats.

D'aquesta manera es varen poder exposar els avenços aconseguits a cada un dels projectes, donant la oportunitat als assistents de compartir inquietuts científiques amb els investigadors i obrint un espai d'intercanvi d'opinions i d'experiències.

Aquest document recull les comunicacions presentades al congrés, els pòsters exposats així com les presentacions orals desenvolupades pels científics del projecte I+D+i GIZC a les jornades.

Per cada un d'ells s'inclouen algunes imatges obtingudes el mateix dia.

## Continguts

### Pòsters científics

#### **Eix 1: Investigació disciplinar**

##### **Bloc : Medi ambient**

##### **Àrea temàtica: Variabilitat litoral, morfodinàmica de platges i canvi global**

1. Assaig de quantificació del retrocés dels penya-segats tallats als materials del Quaternari de les badies d'Alcúdia i Pollença. Pau Balaguer, Lluís Gómez-Pujol, Joan J. Fornós

#### **Eix 1: Investigació disciplinar**

##### **Bloc: Medi ambient**

##### **Àrea temàtica: Biodiversitat, funcionament d'ecosistemes i canvi global**

2. Patterns of spatial variability of Posidonia oceanica nutrient content and epiphyte load in Palma Bay. Inés Castejon, Jorge Terrados, Beatriz Morales-Nin.

#### **Eix 1: Investigació disciplinar**

##### **Bloc: Medi ambient**

##### **Àrea temàtica: Qualitat d'aigües i seguretat al litoral**

3. Evaluation of an automated acoustic tracking system in a temperate marine protected area David March, Pep Alós, Federico Cardona, Miquel Palmer, Amalia Grau, Elena Pastor, Marta Linde, Antoni Grau.

4. Evaluation of an automatic fish tracking system. Federico Cardon, Miguel Martínez, David March, Josep Alós, Daniel Roig, Alberto Alvarez, Miquel Palmer, Sergi Martino, Gabriel Donaire, Antoni M.Grau.

5. Movilidad de Coris julis: Análisis de datos de marcado externo y recaptura. Miquel Palmer, Antoni Maria Grau, Josep Alós, Sergi Martino, David March, Amalia Grau, Federico Cardona, Margalida Cerda y Marta Linde.

#### **Eix 2: Investigació multidisciplinar. Projectes horitzontals**

6. Propuesta de zonificación de acuerdo con una iniciativa de Gestión Integrada de la Zona Costera. Pau Balaguer, Rafael Sardá, Maurici Ruíz, Amy Diedrich, Guillermo Vizoso y Joaquín Tintoré.

## Continguts

### Presentacions orals

#### Eix 1: Investigació disciplinar

##### Bloc: Medi ambient

##### Àrea temàtica: Biodiversitat, funcionament d'ecosistemes i canvi global

7. Efectos de la disrupción de mutualismos sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros  
Constanza Celedón, Lucía Latorre, Luís Santamaría.
8. Reestablir l'equilibri de les platges, per un ús públic i conservació Anna Traveset, Laura Royo, David March i Jaume Servera.
9. Assessment of the structure of the eukaryotic leaf-epiphytic community of *Posidonia oceanica* using a molecular fingerprinting technique (tgge). Francisco José Medina-Pons, Jorge Terrados, Ramón Rosselló-Mora.
10. Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*. Eduardo Infantes, Jorge Terrados, Alejandro Orfila, Bartolomé Cañellas, Amaya Álvarez

#### Eix 1: Investigació disciplinar

##### Bloc: Societat, economia i cultura

##### Àrea temàtica: Patrimoni natural, recursos naturals, societat i cultura

11. La fotografia com a font documental per a l'estudi del litoral de Mallorca Maria-Josep Mulet, Sílvia Pizarro, Cristina López-Polín, Jaume Muntaner.

#### Eix 2: Investigació multidisciplinar. Projectes horitzontals

12. Zonificación del litoral Balear frente a un posible derrame o vertido de hidrocarburos. Pau Balaguer, Guillermo Vizoso, Maurici Ruíz, Pedro Orfila, Joan J. Fornós, Jesús Satorres, Francesc Xavier Roig i Munar, Joaquín Tintoré.
13. Sistema de Información Ambiental de las Islas Baleares. Virginia Jiménez Serranía y Rafael Sardá Borroy.

## Annexes

- Programa de les V Jornades de medi ambient
- Tríptic de les V Jornades de medi ambient

## Pòsters científics

### 1. Assaig de quantificació del retrocés dels penya-segats tallats als materials del Quaternari de les badies d'Alcúdia i Pollença

Pau BALAGUER<sup>1</sup>, Lluís Gómez-Pujol<sup>1</sup>, Joan J. Fornós<sup>2</sup>

1. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, CSIC-UIB.)

2. Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.

#### Introducció

D'ençà de principis del 2000 en el si del Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears i després des de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), hi ha un renovat interès per la dinàmica geomòrfica de les costes rocoses. Balaguer (2005) caracteritzà des d'un punt de vista descriptiu la tipologia de penya-segats de l'illa de Mallorca i quantificà les velocitats així com els mecanismes evolutius dels penya-segats llavorats al rocam del Miocè Superior del Migjorn i Llevant de Mallorca. No obstant això, encara resten per considerar un ventall ampli de tipus de penya-segats, entre els quals destaquen per la velocitat del seu retrocés el conjunt de penya-segats mitjans i baixos tallats a les seqüències quaternàries de les badies d'Alcúdia i Pollença.

A diferència de les experiències prèvies, la naturalesa del rocam d'aquests penya-segats, permet avaluar des d'una perspectiva diacrònica el desmanegament de la línia de costa a partir de fotografia aèria. Així doncs, el present treball presenta –a mode d'assaig– l'aplicació de les tècniques convencionals de fotointerpretació i anàlisi cartogràfica digital per al càlcul de les taxes d'erosió de la costa rocosa. Així les coses, l'estudi del retrocés de les costes rocoses de les badies d'Alcúdia i Pollença s'ha centrat en tres zones pilot (Figura 1): la zona compresa entre la Penya des Migdia i Bonaire (Badia de Pollença), es Faralló (Alcanada, Badia d'Alcúdia) i el segment comprés entre es Caló (Betlem) i la Colònia de Sant Pere a la badia d'Alcúdia. El conjunt suma 2,4 km de línia de costa a la zona de la Penya des Migdia a Bonaire, al voltant d'uns 300 m a la zona d'es Faralló a Alcanada i prop d'11 km a la zona de Betlem-Colònia de Sant Pere.

#### Marc físic i mètode

Les badies de Pollença i Alcúdia al nord-est de l'illa de Mallorca presenten una varietat de formes i modelats litorals notable. Mentre que al fons de les badies hi trobam sistemes de platja, restinga, albufera i sistemes dunars, als flancs trobam un seguit de penya-segats baixos formats per l'erosió dels dipòsits Pleistocens, així com també els penya-segats estructurals que afecten al rocam juràssic que delimita cada una de les badies. Del conjunt dels 125 km de perímetre litoral de les badies del nord-est, un 21,6% correspon a

costes baixes arenoses, un 30% a costes rocoses llavorades sobre el el rocam Quaternari i un 30% als penya-segats tallats al rocam juràssic.

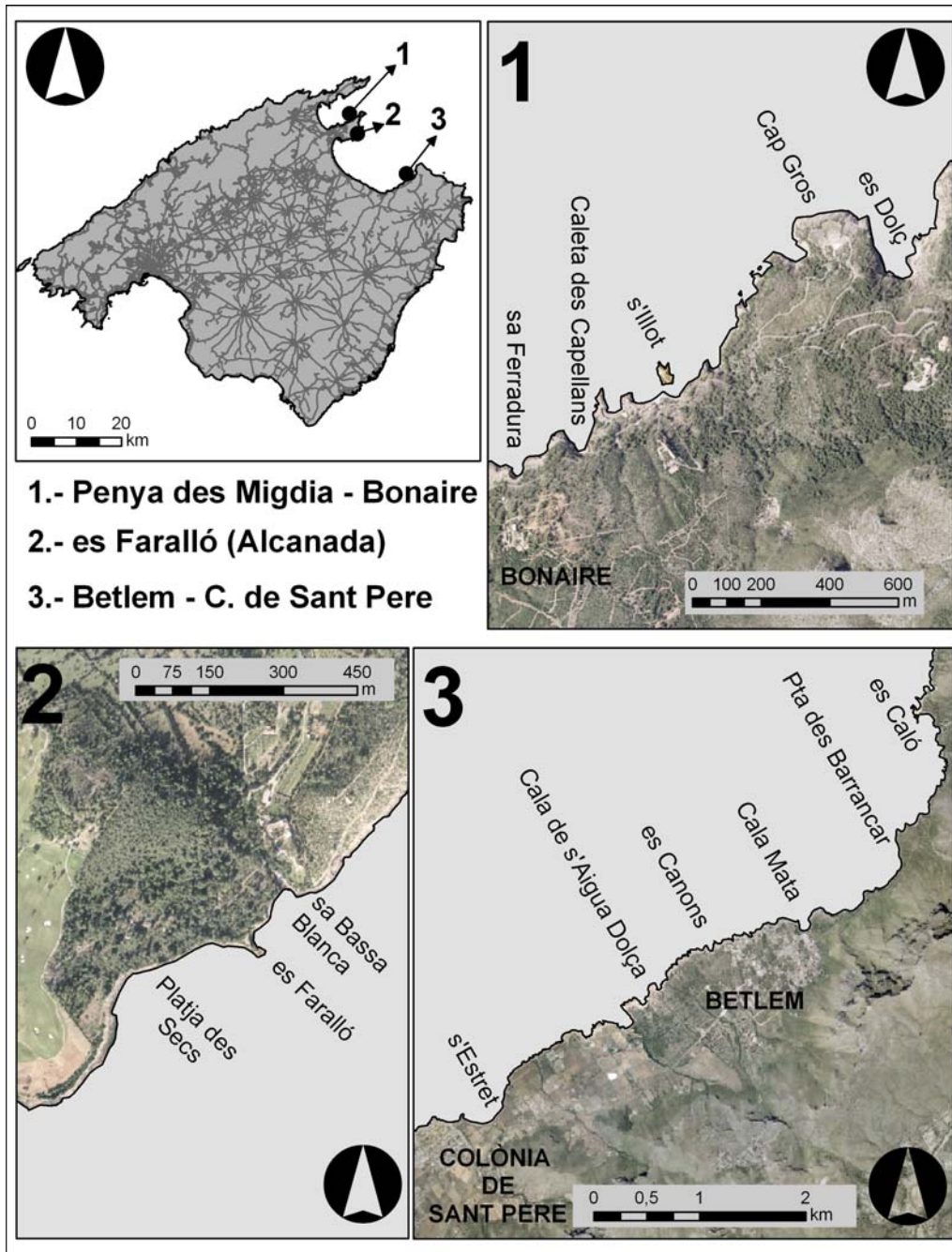


Figura 1: Localització de les zones d'estudi. Les zones de Colònia de Sant Pere-Betlem i de Penya des Migdia – Bonaire s'han desglossat en una sèrie de subzones per a poder quantificar d'una manera més acurada les taxes de retrocés.

El tret característic dels penya-segats de materials quaternaris que apareixen a banda i banda de la badia d'Alcúdia i de la de Pollença, consisteix en la successió de materials de diferent significació estratigràfica i naturalesa geomècnica. Es tracta de penya-segats formats per la successió i interferència de dipòsits eòlics (dunes de front de penya-segat, dunes ascendents i rampes eòlics) amb dipòsits de ventall al·luvial (canals, barres, etc.), coluvials i paleosòls (Gómez-Pujol, 1998; Fornós et al., 2005). Aquesta configuració resulta en una diferent resposta dels materials a l'acció de l'onatge, afavorint els dipòsits rics en materials fins (paleosòls) o poc consolidats l'acció de socavació de la base del penya-segat, tot deixant en fals els materials superiors i accelerant el retrocés del penya-segat.

Per quantificar la velocitat de retrocés dels penya-segats s'han corregit geomètricament els fotogrames de diferents vols aeris (1956, 1983 i 2002), tot considerant la resolució espacial en funció de l'escala, i a partir d'aquí s'ha realitzat un procés de fotointerpretació per tal de delimitar el límit superior del penya-segat, així com, en alguns casos, el límit exterior de les plataformes litorals quan són presents a la base del penya-segat. Les fotografies de l'any 2002 corresponen a les fotografies aèries georeferenciades del Govern de les Illes Balears, la georeferenciació de les fotografies aèries dels anys 1956 i 1983 s'ha realitzat prenent com a referència la fotografia de l'any 2002. Les escales de les fotografies són 1/30.000 per a la de 1956, 1/12.000 per a les de 1983 i 1/5.000 per a les de 2002.

## Resultats

L'assaig de quantificació del retrocés dels penya-segats desenvolupats sobre els materials quaternaris de les badies de Pollença i d'Alcúdia, a partir de la comparació d'una sèrie diacrònica de fotogrames als que s'ha aplicat un procés previ de correcció geomètrica, es presenta com a eina eficaç en l'estimació del desmanegament d'aquesta tipologia de costa rocosa.

A la zona de Betlem – Colònia de Sant Pere, per al període comprès entre 1956-2002, es poden destacar retrocessos 4,5 m ( $\pm 1,1$ m) a 11m ( $\pm 1,4$ m) i per al període 1983-2002 de 3,5( $\pm 1,1$ m) a 8m ( $\pm 1,4$ m). A la zona de sa Penya des Migdia-Bonaire les estimacions per al període 1956-2002 s'enfilen dels 4,3 ( $\pm 1,2$ m) als 9,5m ( $\pm 1,2$ m) i per al període 1983-2002 els valors són de 3,7m ( $\pm 0,8$ m) a 6,2m ( $\pm 0,8$ m). La zona d'es Faralló d'Alcanada és el cas d'estudi més espectacular, alhora que presenta els canvis de fisonomia de la línia de costa més importants. Així doncs, en gairebé 46 anys, es Faralló ha passat d'esser una costa de penya-segat baix (entorn als 3m d'alçària) a esser una plataforma litoral parcialment submergida. Les estimacions de retrocés més accentuades són de 23,9m ( $\pm 2,1$ m) i de 13,8m ( $\pm 0,5$ m), respectivament, per als períodes 1956-2002 i 1983-2002.

## Agraïments

El present treball és una contribució al projecte de recerca I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació

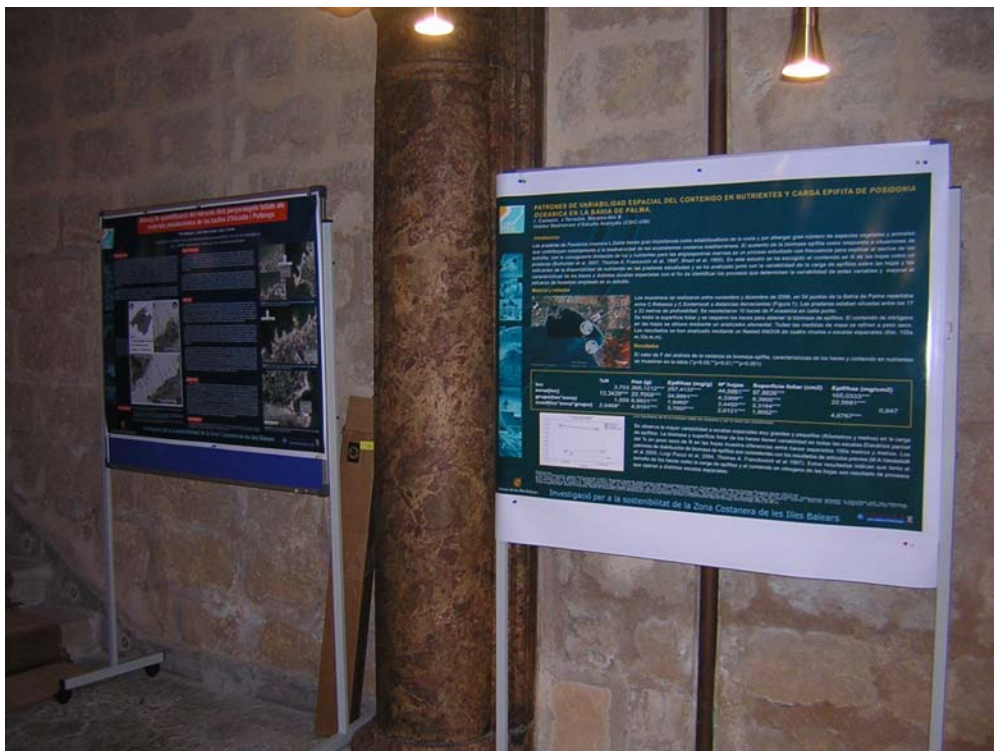
de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) i l'IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de les Illes Balears), així com al El present treball és una contribució al projecte de recerca finançat pel Ministerio de Educación y Ciencia – FEDER, CGL2006-1242-C03/BTE.

## Bibliografia

Balaguer, P. (2005). Tipus i evolució de les costes rocoses de Mallorca. Tesi Doctoral. Dept. de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Inèdita. 373 pp.

Fornós, J.J.; Gómez-Pujol, L.; Clemmensen, L.B. (2004). Facies architecture of interbedded aeolianites and alluvial fans deposits: the Late Pleistocene of Pollença Bay (Mallorca Is., Western Mediterranean). International Association of Sedimentology 23rd Meeting, Coimbra. Portugal.

Gómez-Pujol, L. (1999). Sedimentologia i evolució geomorfològica quaternària del ventall al·luvial des Caló (Betlem, Artà, Mallorca). Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 42: 107-124.



Pòster científic del projecte exposat a les jornades



# Assaig de quantificació del retrocés dels penya-segats tallats als materials pleistocènics de les badies d'Alcúdia i Pollença



Pau Balaguer\*, Lluís Gómez-Pujol i Joan J. Fornós

Pau BALAGUER i Lluís GÓMEZ-PUJOL, Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (IMEDEA, CSIC-UIB. E-mail: [vdctpbh4@uib.es](mailto:vdctpbh4@uib.es)

Joan J. FORNÓS, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.

## INTRODUCCIÓ

D'ençà de principis del 2000 al Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears i després des de l'Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB), hi ha hagut un renovat interès per l'estudi de la dinàmica geomòrfica de les costes rocoses. Fruit d'aquest interès, Balaguer (2005) caracteritzà des d'un punt de vista descriptiu la tipologia de penya-segats de l'illa de Mallorca i quantificà les velocitats tot identificant els mecanismes evolutius dels penya-segats llavorats al rocam del Miocè superior del Migjorn i Levant de Mallorca. Malgrat la feina feta fins ara, encara resten per considerar un ampli ventall de tipus litològics diferents de penya-segats, entre els quals destaquen per la velocitat del seu retrocés el conjunt de penya-segats mitjans i baixos tallats a les seqüències quaternàries de les badies d'Alcúdia i Pollença. A diferència de les experiències prèvies, la naturalesa d'aquests elements, permet avaluar des d'una perspectiva diacrònica el desmanegament de la línia de costa a partir de fotografia aèria. Així doncs, el present treball presenta a mode d'assaig l'aplicació de les tècniques convencionals de fotointerpretació i anàlisi cartogràfica digital per al càlcul de les taxes d'erosió i retrocés de la costa rocosa.

L'estudi del retrocés de les costes rocoses de les badies d'Alcúdia i Pollença s'ha centrat en tres zones d'estudi (Figura 1), la zona compresa entre sa Penya des Migdia-Bonaire (Badia de Pollença), es Faralló (costa d'Alcanada-Badia d'Alcúdia) i el litoral comprès entre es Caló-Betlem i la Colònia de Sant Pere (Badia d'Alcúdia). S'han reconegut 2,4 km de línia de costa a la zona de sa Penya des Migdia-Bonaire, al voltant d'uns 300 m a la zona d'es Faralló d'Alcanada i uns 11 km a la zona de Betlem-Colònia de Sant Pere.

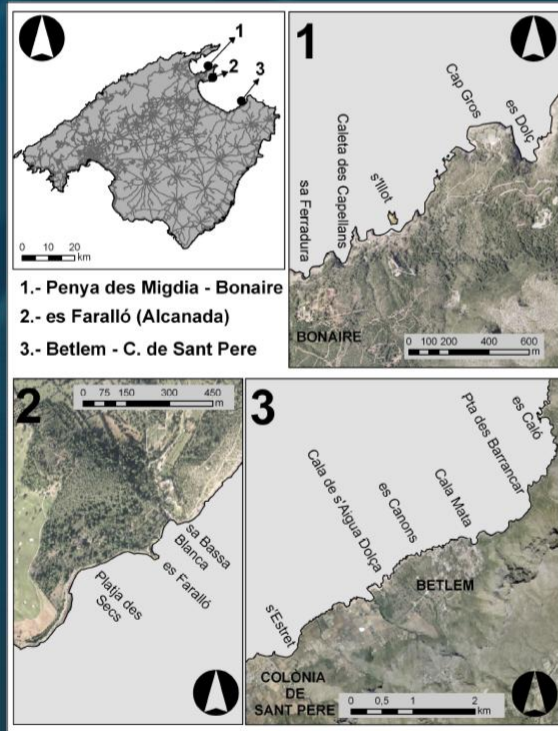


Figura 1: Localització de les zones d'estudi. Les zones de Colònia de Sant Pere-Betlem i de Penya des Migdia Bonaire s'han desglossat en una sèrie de subzones per a poder quantificar d'una manera més acurada les taxes de retrocés.

## BIBLIOGRAFIA

- Balaguer, P. (2005). Tipus i evolució de les costes rocoses de Mallorca. Tesis Doctoral. Dept. de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. Inèdita. 373 pp.
- Fornós, J.J., Gómez-Pujol, L., Clemmensen, L.B. (2004). Facies architecture of interbedded aeolianites and alluvial fans deposits: the Late Pleistocene of Pollença Bay (Mallorca Is., Western Mediterranean). International Association of Sedimentology 23rd Meeting, Coimbra, Portugal.
- Gómez-Pujol, L. (1999). Sedimentología i evolució geomorfològica quaternària del ventall al·luvial des Caló (Betlem, Arà, Mallorca). Bol. Soc. Hist. Nat. Balears, 42: 107-124.

## ÀREA D'ESTUDI

Les badies de Pollença i Alcúdia al nord-est de l'illa de Mallorca presenten una notable varietat de formes i modelats litorals (Figura 1). Mentre que al fons de les badies hi trobam sistemes de platja, restinga, albufera i sistema dunar, als flancs trobam un seguit de penya-segats baixos formats per l'erosió dels dipòsits pleistocènics, així com també els penya-segats estructurals que afecten al rocam Juràssic que delimita cada una de les badies. Del conjunt dels 125 km de perímetre litoral de les badies del nord-est, un 21,6% correspon a costes baixes arenoses, un 30% a costes rocoses llavorades sobre el rocam quaternari i un 30% als penya-segats tallats al rocam Juràssic.

El tret característic dels penya-segats formats per materials quaternaris que apareixen a banda i banda de la badia d'Alcúdia i de la de Pollença, consisteix en la successió de materials de diferent significació estratigràfica i naturalesa geomècnica. Es tracta de penya-segats formats per la successió i interferència de dipòsits eòlics (dunes de front de penya-segat, dunes ascendents i rampes arenoses d'origen eòlic) amb dipòsits de ventall al·luvial (canals, barres, etc.), col·luvials i paleòsols (Gómez-Pujol, 1998; Fornós et al., 2005). Aquesta configuració resulta en una diferent resposta dels materials a l'acció de l'onatge, afavorint els dipòsits rics en materials fins (paleòsols) o poc consolidats l'acció de socavació de la base del penya-segat, tot deixant en fals els materials

## MÈTODE

Per a quantificar la velocitat de retrocés dels penya-segats s'han corregit geomètricament els fotogrames de diferents vols aeris (1956, 1983 i 2002), tot considerant la resolució espacial en funció de l'escala, i a partir d'aquí s'ha realitzat un procés de fotointerpretació per tal de delimitar el límit superior del penya-segat, així com, en alguns casos, el límit exterior de les plataformes litorals quan són presents a la base del penya-segat. Les fotografies de l'any 2002 corresponen a les fotografies aèries georeferenciades del Govern de les Illes Balears, la georeferenciació de les fotografies aèries dels anys 1956 i 1983 s'ha realitzat prenent com a referència la fotografia de l'any 2002. De manera que hem considerat que la fotografia de l'any 2002 té un error quasi nul. Les escales de les fotografies són 1/30.000 per a la de 1956, 1/12.000 per a les de 1983 i 1/5.000 per a les de 2002.

Els trams litorals estudiats (Fig. 1) s'han desglossat en una sèrie de subzones per tal de facilitar la quantificació del retrocés de la línia de costa. La zona d'es Faralló d'Alcanada constitueix una zona única d'estudi a on el desmantellament del faralló que identifica aquest tram de costa ha estat molt marcat. La zona de Betlem-Colònia de Sant Jordi s'ha desglossat en 10 subzones, aquestes són (de Nord a Sud): zona d'es Caló - Na Jordia, es Vells Marins Alts, es Barrancar, la costa d'es Canons, Cala de s'Aigua Dolça, Cala des Camps Vells, Caló des Corb Mari, Punta des Tavermer, s'Estret i la Punta d'es Retaulo. La zona de sa Penya des Migdia-Bonaire s'ha desglossat en 2 subzones, aquestes són (de NE a SW): es Dolç i el tram de costa comprès entre la platja d'enfront s'Illot fins a sa Ferradura.

El procés de georeferenciació s'ha basat en la utilització de fotografies aèries que abracen trams de costa reduïts per tal de que la línia de costa no sofreixi deformacions que puguin desvirtuar el resultat final de l'anàlisi. D'acord amb això, a la zona de Betlem-Colònia de Sant Jordi s'han utilitzat 4 imatges corresponents al vol de 1956 amb una mitjana de l'error quadràtic (RMS) que oscil·la entre 1,8 m i 1,13 m, la justificació d'aquests valors, que poden ésser considerats prou alts, és la gran escala geogràfica que presenta aquest vol. Pel que fa al vol de 1983 s'han utilitzat fins a 6 imatges parcials amb la intenció de comprendre petits trams de costa i així disminuir l'error, de fet l'error d'aquestes oscil·la entre 1,4 m i 0,56 m. A la zona de sa Penya des Migdia-Bonaire s'han utilitzat 2 imatges parcials tant pel que fa al vol de 1956 com de 1983, l'error és de 1,3 m i 1,2 m per les de 1956 i de 1,1 m i 0,8 m per les de 1983. A la zona d'es Faralló d'Alcanada només s'ha emprat una imatge per a cada any, de manera que l'error de la imatge o fotografia aèria de 1956 és de 2,1 m i el de la fotografia de 1983 és de 0,5 m.

## RESULTATS

Abans d'interpretar qualsevol taxa que es pugui desprendre d'aquest treball, s'ha de tenir en compte que es tracten d'estimacions de taxes de retrocés a una sèrie de zones a on aquest és evident. A la zona de Betlem Colònia de Sant Pere (Figura 2), per al període comprès entre 1956-2002, podem destacar retrocessos d'11 m ( $\pm 1,4$  m) a na Jordia, 4,5 m ( $\pm 1,1$  m) a la Cala de s'Aigua Dolça i 6,3 m ( $\pm 1,5$  m) a s'Estret, i per al període 1983-2002 destaquen el retrocés de 8 m ( $\pm 1,4$  m) a sa Punta des Barrancar, 3,5 m ( $\pm 1,1$  m) a la Cala de s'Aigua Dolça i 3,14 m ( $\pm 0,8$  m) a la Punta d'es Tavermer. A la zona de sa Penya des Migdia-Bonaire (Figura 3) les estimacions de retrocés més notables es constaten a sa Caleta d'es Capellans, sa Punta Llargia i a la Platja d'enfront s'Illot, els valors per al període 1956-2002 són de 9,5 m ( $\pm 1,2$  m), 4,3 m ( $\pm 1,2$  m) i 7,6 m ( $\pm 1,2$  m) respectivament i per al període 1983-2002 els valors són 5 m ( $\pm 0,8$  m), 3,7 m ( $\pm 0,8$  m) i 6,2 m ( $\pm 0,8$  m) respectivament. La zona d'es Faralló d'Alcanada (Figura 4) és el cas d'estudi més espectacular alhora que presenta els canvis de fisonomia de la línia de costa més importants, en gairebé 46 anys el faralló ha passat a ésser una costa amb penya-segat baix (entorn als 3 m) a ésser una plataforma litoral parcialment submergida. Les estimacions de retrocés més significatives són de 23,9 m ( $\pm 2,1$  m) i de 13,8 m ( $\pm 0,5$  m) per als períodes 1956-2002 i 1983-2002 respectivament.

## AGRAÏMENTS

El present treball és una contribució al projecte de recerca I + D + I GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) i l'IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de las Illes Balears).



Figura 2: Posició de la línia de costa (tancament de pendent dels escaps i penya-segats) de la zona de Betlem - Colònia de Sant Pere (Arà).

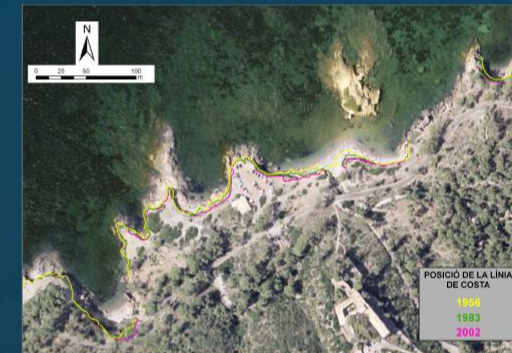


Figura 3: Posició de la línia de costa (tancament de pendent dels escaps i penya-segats) de la zona de Penya des Migdia - Bonaire (Alcúdia).



Figura 4: Posició de la línia de costa (tancament de pendent dels escaps i penya-segats) de la zona d'es Faralló (Alcanada - Alcúdia).



## 2. Patterns of spatial variability of *Posidonia oceanica* nutrient content and epiphyte load in Palma Bay.

I. Castejon, J. Terrados, Morales-Nin B.  
Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB) Miquel Marqués, 21 07190, Esporles, Mallorca, Spain

Light reduction due to epiphyte and macroalgae overgrowth on seagrasses leaves has been demonstrated to be an important mechanism affecting the decline seagrass response to eutrophication (Short et al, 1985; Hauxwell and Valine, 2003). Many works have been focused on establishing patterns of epiphyte load spatial variations through a gradient of nutrient availability (Francovich T.A et al, 1997; Piazzini et al, 2004, Rolf Karez et al, 2001), frequently measured by analyzing nutrient content of the seagrasses leaves.

The main goal of this study was to assess the variability of epiphyte load on *Posidonia oceanica* leaves at a hierarchy of spatial scales (1, 10, 102, 103meters) in Palma Bay and the relationship with carbon, nitrogen and hydrogen content in the plant.

We have found that epiphyte load, expressed as dry weight (leaf surface)<sup>-1</sup>, varies significantly at bigger and smaller scales (thousand meters, tens of meters and units of meters). This was the same pattern found by Piazzini L. et al (2004) and Tim N. Moore et al (2006).

However, our results don't show any gradient or significant spatial variation of nutrient content at any of the sampled scales, suggesting similar nutrient availability along the sampling area. Further investigations will be needed about other processes modulating the epiphyte load on *P.oceanica* leaves.

### Acknowledgments:

This work has been carried out within the framework of the project called: Proyecto Piloto para la Elaboración de una Estrategia Balear de Gestión Costera Integrada I + D + i GIZC in agreement with Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació of the Conselleria d'Economia, Hacienda i Innovació (Govern de les Illes Balears) and IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de les Illes Balears).



Póster científic del projecte exposat a les jornades

# PATRONES DE VARIABILIDAD ESPACIAL DEL CONTENIDO EN NUTRIENTES Y CARGA EPIFITA DE *POSIDONIA OCEANICA* EN LA BAHIA DE PALMA.

I. Castejón, J. Terrados, Morales-Nin B.  
 Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB)

## Introduccion

Las praderas de *Posidonia oceanica* L. Delile tienen gran importancia como estabilizadoras de la costa y por albergar gran número de especies vegetales y animales que contribuyen notablemente a la biodiversidad de los ecosistemas costeros mediterráneos. El aumento de la biomasa epífita como respuesta a situaciones de eutrofia, con la consiguiente limitación de luz y nutrientes para las angiospermas marinas es un proceso estudiado con frecuencia para explicar el declive de las praderas (Burholder et al, 2007, Thomas A. Francovich et al, 1997, Short et al, 1995). En este estudio se ha escogido el contenido en N de las hojas como un indicador de la disponibilidad de nutrientes en las praderas estudiadas y se ha analizado junto con la variabilidad de la carga de epífitos sobre las hojas y las características de los haces a distintas escalas espaciales con el fin de identificar los procesos que determinan la variabilidad de estas variables y mejorar el esfuerzo de muestreo empleado en su estudio.

## Material y métodos



Los muestreos se realizaron entre noviembre y diciembre de 2006, en 54 puntos de la Bahía de Palma repartidos entre C.Rebassa y C.Enderrocat a distancias decrecientes (Figura 1). Las praderas estaban situadas entre los 17 y 22 metros de profundidad. Se recolectaron 10 haces de *P.oceanica* en cada punto.

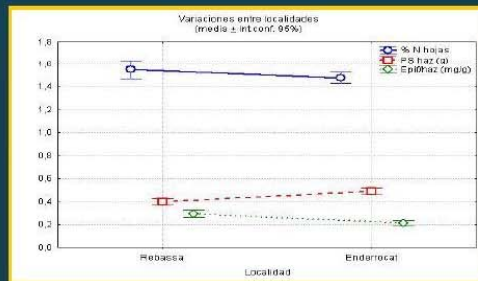
Se midió la superficie foliar y se rasparon los haces para obtener la biomasa de epífitos. El contenido de nitrógeno en las hojas se obtuvo mediante un analizador elemental. Todas las medidas de masa se refieren a peso seco. Los resultados se han analizado mediante un Nested ANOVA de cuatro niveles o escalas espaciales (Km, 100s m, 10s m, m).

## Resultados

El valor de F del análisis de la varianza de biomasa epífita, características de los haces y contenido en nutrientes se muestran en la tabla (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$ )

	%N	Haz (g)	Epif/haz (mg/g)	Nº hojas	Superficie foliar (cm <sup>2</sup> )	Epif/haz (mg/cm <sup>2</sup> )
loc	3,753	265,1212***	257,4137***	44,5861***	97,8826***	165,0333***
zona(loc)	13,3429**	22,7009***	34,8891***	4,3369**	6,3905***	22,5681***
grupo(loc*zona)	1,555	6,9831***	1,9460*	3,4450***	3,3164***	0,847
cuad(loc*zona*grupo)	2,0469*	4,9191***	3,7697***	2,0121***	1,9052**	4,6767***

Los resultados de N no incluyen todas las muestras y por lo tanto son preliminares.



Se observa la mayor variabilidad a escalas espaciales muy grandes y pequeñas (Kilómetros y metros) en la carga de epífitos. La biomasa y superficie foliar de los haces tienen variabilidad en todas las escalas. El análisis parcial del % en peso seco de N en las hojas muestra diferencias entre haces separados 100s metros y metros. Los patrones de distribución de biomasa de epífitos son consistentes con los resultados de artículos previos (M.A. Vanderklift et al 2000, Luigi Piazzì et al, 2004, Thomas A. Francovich et al 1997). Estos resultados indican que tanto el tamaño de los haces como la carga de epífitos y el contenido en nitrógeno de las hojas son resultado de procesos que operan a distintas escalas espaciales.

Referencias  
 Thomas A. Francovich, James W. Fourqurean (1997). Seagrass epiphyte loads along a nutrient availability gradient, Florida Bay, USA. Marine Ecology Progress Series 159:37-50  
 Luigi Piazzì, David Balata, Francesco Cinelli and Lisandro Benedetti Cecchi (2004). Patterns of spatial variability in epiphytes of *Posidonia oceanica*: Differences between a disturbed and two reference sites. Marine Ecology Progress Series 262:127-135  
 M.A. Vanderklift, P.S. Lavery (2000). Patchiness in assemblages of epiphytic macroalgae on *Posidonia coriacea* at hierarchical or spatial scales. Marine Ecology Progress Series 192:127-135  
 Short F.J., Burdick D.M., Kaly J.E. (1995). Mesocosm experiments quantify the effects of eutrophication on eelgrass, *Zostera marina*. Limnol. Oceanogr. 40: 740-745  
 JoAnn M. Burkholder, David A. Tomasko, Brant W. Touchette (2007). Seagrasses and eutrophication. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 350(1,2): 46-72

### 3. Evaluation of an automated acoustic tracking system in a temperate marine protected area

David March<sup>1</sup>, Pep Alós, Federico Cardona<sup>1</sup>, Miquel Palmer<sup>1</sup>, Amalia Grau<sup>2</sup>, Elena Pastor<sup>2</sup>, Marta Linde<sup>1</sup>, Antoni Grau<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UIB-CSIC IMEDEA, Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Balears, Spain

<sup>2</sup> Laboratori de Investigacions Marines i Aqüicultura

<sup>3</sup> DG Pesca i Cultius Marins, Foners 10, 07006 Palma – Balears, Spain.

Examining movement and spatial patterns of recreational targeted fishes within a marine protected area is essential for understanding population dynamics and constitutes a potential tool to evaluate spillover effects. Experimental approaches to analyse spatial movement patterns of *Serranus scriba* were conducted using traditional tags, manual tracking (unidirectional hydrophone) and automated tracking. The purpose of this work is to evaluate the efficiency/suitability of the automated acoustic tracking system.

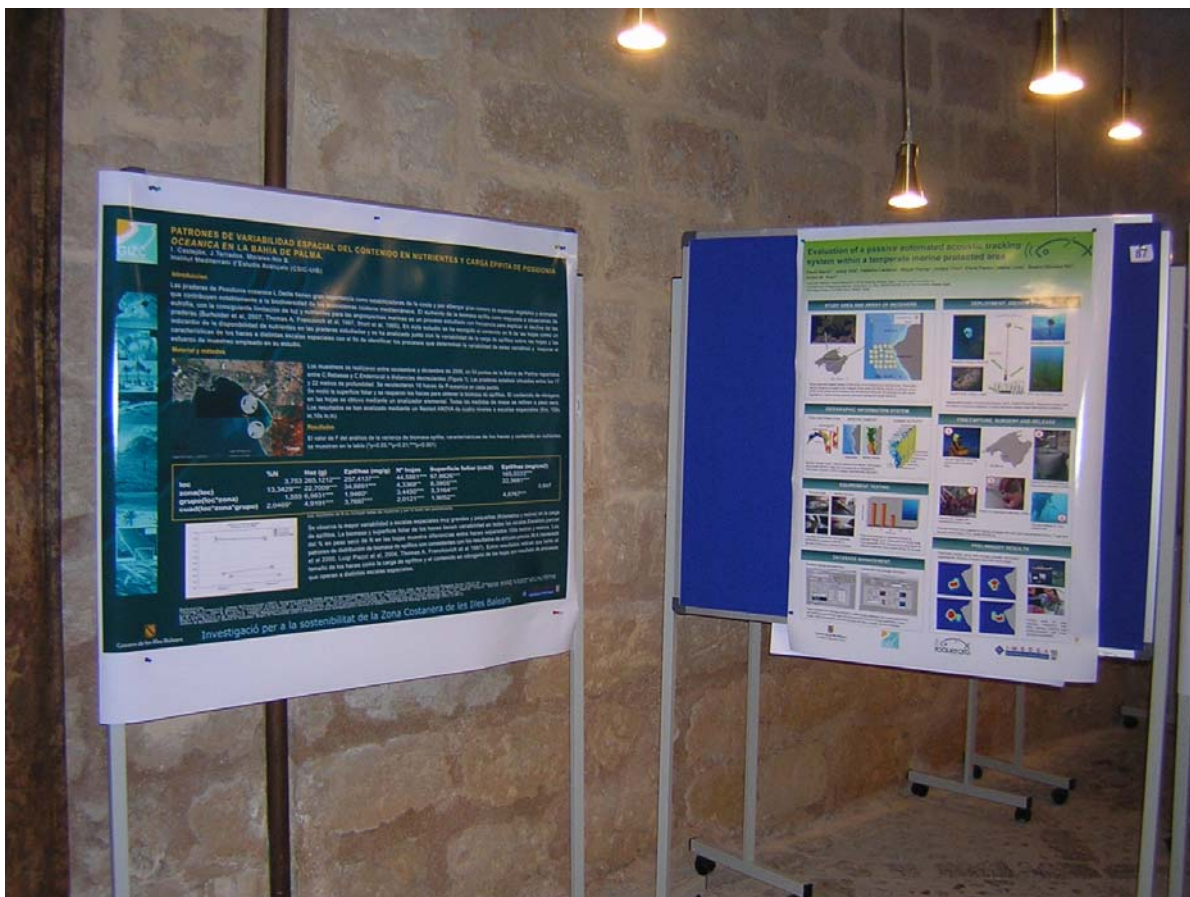
The Marine Reserve consists of an Integral Reserve where all fishing activity is banned, and a Buffer Zone where both artisanal and recreational fisheries are allowed but with some regulations. An array of 25 submersed omnidirectional units (SUR-01, Sonotronics) was deployed between 17m and 30m depth to optimize range detection, with some units inside the integrated zone and others outside. Receivers were moored with vertical orientation at 1-2 m near the bottom. Testing equipment within study site was conducted to evaluate detection range and false detections.

Fish tracked were captured with hook and line in the study area. After capture, transmitters (PT-3, 19mm X 7.8mm, 21 days autonomy, Sonotronics) were surgically inserted into the peritoneal cavity. Fish were released at their capture site.

Data collected was stored in a MS Access database with customized queries to summarize data into temporal bins. Spatial (benthic habitat, marine reserve, depth, recreational fishing effort) and temporal (moon phase, water temperature) environmental parameters were included into the database.

Acknowledgments:

This work has been carried out within the framework of the project called: Proyecto Piloto para la Elaboración de una Estrategia Balear de Gestión Costera Integrada I + D + i GIZC in agreement with Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació of the Conselleria d'Economia, Hacienda i Innovació (Govern de les Illes Balears) and IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de les Illes Balears).



Pòster científic del projecte exposat a les jornades

# Evaluation of a passive automated acoustic tracking system within a temperate marine protected area



David March<sup>1\*</sup>, Josep Alós<sup>1</sup>, Federico Cardona<sup>1</sup>, Miquel Palmer<sup>1</sup>, Amalia Grau<sup>2</sup>, Elena Pastor<sup>2</sup>, Marta Linde<sup>1</sup>, Beatriz Morales-Nin<sup>1</sup>, Antoni M. Grau<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UIB-CSIC IMEDEA, Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Balears, Spain. \* Email: david.march@uib.es

<sup>2</sup> Laboratori de Investigacions Marines i Aquicultura. Av. Eng. Gabriel Roca 69, 07157 Port d'Andratx, Balears, Spain

<sup>3</sup> DG Pesca, Foners 10, 07006 Palma, Balears, Spain.

### STUDY AREA AND ARRAY OF RECEIVERS

Study area and spatial design of the array of omnidirectional hydrophones. Palma Bay Marine Reserve consists of an Integral Zone where all fishing activity is banned, and a Buffer Zone where both artisanal and recreational fisheries are allowed but with some regulations. Yellow circles around receivers represents range detection

### DEPLOYMENT: ANCHOR SYSTEM

Deployment system to anchor the receiver (SUR, SONOTRONICS). Receivers remain near the bottom to optimize detection of necto-benthonic fishes under thermocline conditions.

### GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Benthic habitat maps, marine reserve boundaries, bathymetry and human activity maps are included into a Geographic Information System (GIS) to design hydrophones allocation

### FISH CAPTURE, SURGERY AND RELEASE

Process followed from capture to release of tagged fish with both conventional anchor-T tags and acoustic transmitters (PT3, SONOTRONICS)

### EQUIPEMENT TESTING

Preliminar testings on receivers present a detection range up to 100m within the study area. One transmitter (PT3, Sonotronics) was placed at different distances from a SUR during 10 minutes.

### PRELIMINARY RESULTS

Further work on data analysis, integration with other tracking systems and experimentation with other species is expected.

### DATABASE MANAGEMENT

Data collected from devices is stored in a MS Access database with customized forms and queries to summarize data into temporal bins. Environmental parameters (moon phase, water temperature, and photoperiod) are also included into the database.

## 4. Evaluation of an automatic fish tracking system

Federico Cardona<sup>1</sup>, Miguel Martínez<sup>1</sup>, David March<sup>1</sup>, Josep Alós<sup>1</sup>, Daniel Roig<sup>2</sup>, Alberto Alvarez<sup>1</sup>, Miquel Palmer<sup>1</sup>, Sergi Martino<sup>3</sup>, Gabriel Donaire<sup>2</sup>, Antoni M.Grau<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UIB-CSIC IMEDEA, Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Balears, Spain

<sup>2</sup> Albatros Marine Technologies, S.L., Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Balears, Spain

<sup>3</sup> DG Pesca, Foners 10, 07006 Palma, Balears, Spain.

Examining movement and spatial patterns of recreational targeted fished within a marine protected area is essential for understanding population dynamics and constitutes a potential tool to evaluate spillover effects. Experimental approaches to analyse spatial movement patterns of *Serranus scriba* were conducted using traditional tags, manual tracking (unidirectional hydrophone) and automated tracking.

The aim of this work is to test an automatic tracking system developed by IMEDEA which makes possible to follow fish movements at fine spatial and temporal scale. This tracking system consists in 1) a mechanical part with two motors to control the heading (360°) and pitch (10° to 80°) of a directional hydrophone (Model DH-4, SONOTRONICS®), and the electronic needed to control and sensor those movements; and 2) a software (FishFinder 2.7.3, Albatros Marine Technologies S.L.) that process the audio received from the hydrophone receiver (USR-96, SONOTRONICS®), and acts on the hydrophone mechanical part using a standard interface. The algorithm used processes the audio signal received from all the configured angles (i.e., a 360 scanning), and allow to select the angle for which the maximum power of the transmitter signal is received. Therefore, to achieve a single target position (i.e., transmitter location) is necessary to repeat this elemental step (i.e., 360 scanning) after moving the boat. Successive target positions are determined by intersecting  $n$  and  $n-1$  maximum power angles. The aim of the software is to facilitate continuous tracking on board. Therefore, after each 360 scanning, the software provides a new position in which the precision of the target location will be maximized. These “where-to-go” position as well as successive target position and boat positions are plotted on a screen to facilitate the boat manoeuvres.

Experimental tests have been conducted with the tracking system described with positive results. Two different transmitter models (PT-3 SONOTRONICS® with 200m range; mantrak tag SONOTRONICS® with 1km range) have been used. Submarine audio disturbances have been found in the tests performed. Some examples of such disturbances are some rebounding when the search is carried out close to the shore, attenuation of the signal transmitted due to large distances, attenuation due to the thermocline and high environmental noise.

Acknowledgments:

This work has been carried out within the framework of the project called: Proyecto Piloto para la Elaboración de una Estrategia Balear de Gestión Costera Integrada I + D + i GIZC in agreement with Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació



of the Conselleria d'Economia, Hacienda i Innovació (Govern de les Illes Balears) and IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de les Illes Balears).

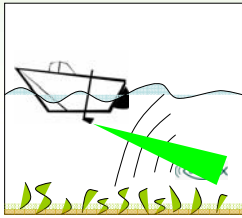
# Evaluation of an automatic fish tracking system



Federico Cardona<sup>1</sup>, Miguel Martínez<sup>1</sup>, David March<sup>1</sup>, Josep Alós<sup>1</sup>, Daniel Roig<sup>2</sup>, Alberto Álvarez<sup>1</sup>, Miquel Palmer<sup>1</sup>, Sergi Martino<sup>3</sup>, Gabriel Donaire<sup>2</sup>, Antoni M.Grau<sup>3</sup>

<sup>1</sup> IMEDEA, Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Illes Balears, Spain  
<sup>2</sup> Albatros Marine Technologies, S.L., Miquel Marqués 21, 07190 Esporles, Illes Balears, Spain  
<sup>3</sup> DG Pesca, Foners 10, 07006 Palma de Mallorca, Illes Balears, Spain

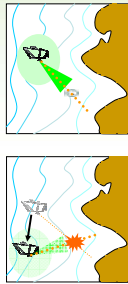
## INTRODUCTION



Albatros Marine Technologies S.L. in cooperation with IMEDEA has developed an automatic fish tracking system.

This system bases on the processing of the audio signal received from a pinger located inside the targeted fish, selecting the angle for which the maximum power of the transmitter signal is received.

In order to determine a single target position (i.e., transmitter location) is necessary to repeat this process after moving the boat to another location. Successive target positions are determined by intersecting n and n-1 maximum power angles.



## THE SYSTEM

This system is separated in three main blocks:

- A software running in a computer called "FishFinder 2.7.3" (Albatros Marine Technologies S.L.) that process the signal received and controls all the steps of the process.
- A directional hydrophone (12° Beam Width DH4 Directional Hydrophone, SONOTRONICS ®) connected to a electronic receiver (Narrow Band Scanning Receiver USR-96, SONOTRONICS ®);
- A mechanical part screwed on the boat, that controls the orientation of the hydrophone.



Sealed box where are inserted the computer, the USR-96, the GPS, and all the connections.

## THE SYSTEM

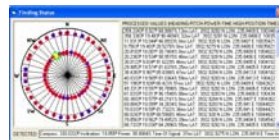
### SOFTWARE

The program "FishFinder 2.7.3" (Albatros Marine Technologies S.L.) process the signal received from the USR-96 recording the audio and filtering it through Matched Filters (low Signal/Noise ratios reject use of frequency filtering).

In order to obtain the maximum power angle with high precision orders the mechanical part to move the hydrophone to one desired angle and wait there a configured time.

Because of the non-continuous signal transmitted by the pinger the orientation of the hydrophone must be constant over a time (equal to the maximum interval time of the pinger code).

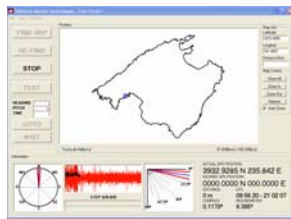
Processing all the pitch and heading configured angles (i.e. 360° yaw and from 10° to 80° pitch by steps of 10°) gives a maximum crosscorrelation at one angle. If maximum reaches a configured threshold (obtained by measuring noise correlation at startup) then the software gives a new position of the boat to the user (processed in order to obtain the best triangulation of maximum angles).



Scanning result screen

Once when successive maximum angles have been detected, the software intersects those angles and the positions where they were obtained. The intersections are done between the two last angles (n-1 and n maximum angles) in order to detect possible movements of the target.

This software gives also a graphical interface with boat tracking (using a GPS receiver) and coastal line representation in order to help the user.



"FishFinder 2.7.3" main screen

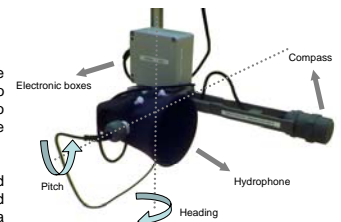
### HARDWARE



Boat installation



Hardware underwater images



Movements and components

The hardware of this system permits to control the orientation of the directional hydrophone. In order to adjust this orientation it uses a electronic compass to control the heading and a potentiometer to control the pitch, and two motors that control those axis.

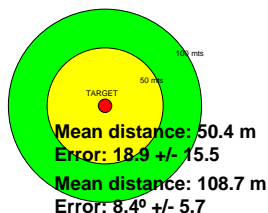
This mechanical part composites in two sealed metallic boxes that contains the electronic boards and motors, a external container for the compass, and a moving mast where the hydrophone is inserted. This system is connected to the boat using a 1,5 meters long bar screwed to one of the electronic boxes.

## TESTING RESULTS

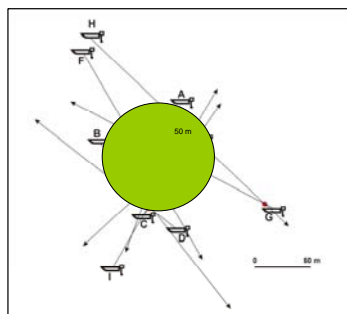
### ERROR ESTIMATE

In order to determine the system error in meters and degrees one anchored transmitter (Model SIT Sonotronics ®) was tried to locate from nine different positions. We couldn't receive the signal further on 121 meters.

LAT	LOX	Compass (degrees)	Distance (mts)	Real Compass	ERROR
39°29.657	2°32.609	130.2543	121	147	16.75
39°29.652	2°32.604	147.9813	116	141	6.98
39°29.585	2°32.723	295.3403	103	289	6.34
39°29.558	2°32.622	33.6543	95	30	3.65
39°29.612	2°32.614	139.7163	61	107	32.72
39°29.574	2°32.666	304.5233	55.2	343	38.48
39°29.629	2°32.665	203.5283	51.2	197	6.53
39°29.580	2°32.641	38.0663	47.2	26	12.07
39°29.614	2°32.677	231.9693	37.4	237	5.03



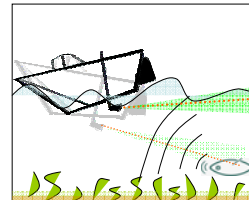
This graphic compares the average angle error between the three fastest detections and the others. The farthest detections have less angle error than the nearest.



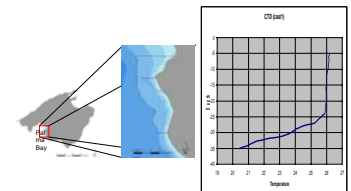
In the upper graphic we can see in red the different locations calculated by the system. The current position of the target is represented by the green fish. Average error in this test mission was 45.1 meters with a standard deviation of 23.9 meters.

### POSSIBLE CAUSES

**A)** The most important factor is the movement of the boat. Despite that the system treats to keep the orientation and the pitch the waves are the main source of error



**B)** During spring and summer season the thermocline is well developed at 20-30 m. Thermocline can reflect the acoustic signal proceeding from the transmitter disabling a good reception on the surface



**C)** Near the shore rebounds of the acoustic signal are possible. Moreover with shallow waters, bottom structure can create acoustic channels by where sound waves can travel faster. In the graphic on the right we can see one mission where the sound wave rebounds into an islet and then probably uses the shallow waters to move



**D)** In order to develop these tests the system needs transmitters with high power. Transmitters used were PT-3 and SIT (Sonotronics ®). The best results were obtained with SIT

## 5. Movilidad de *Coris julis*: Análisis de datos de marcado externo y recaptura.

Miquel Palmer<sup>1</sup>, Antoni Maria Grau<sup>2</sup>, Josep Alós<sup>1,2</sup>, Sergi Martino<sup>2</sup>, David March<sup>1</sup>, Amalia Grau<sup>2</sup>, Federico Cardona<sup>1</sup>, Margalida Cerda<sup>2</sup> y Marta Linde<sup>1</sup>

1. Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC-UIB). C/ Miquel Marqués 21, 07190, Esporles, Illes Balears, Spain

2. Direcció General de Pesca, Govern de les Illes Balears, C/ Foners 10, 07006 Palma de Mallorca, Illes Balears, Spain

### Introducción

El análisis del movimiento de los peces es un campo complejo relacionado con el estudio del comportamiento y de la ecología de las especies (Turchin, 1998). Conocer el rango espacial dentro del que se mueve habitualmente un individuo es esencial para una correcta interpretación de los patrones de distribución espacial, de su variación y de sus posibles causas. Además, solo en el caso de que un individuo se mantenga relativamente fiel a un área concreta se podrá asumir que experimentará durante un periodo de tiempo relevante unas mismas condiciones ambientales. Solo en este supuesto cabe preguntarse si la presión pesquera u otras variables ambientales pueden modificar o modular ciertas características de la historia vital individual. Finalmente, la movilidad es un aspecto clave en la dinámica de las poblaciones (balance emigración-inmigración).

En este póster se presentan de manera sucinta los datos generados en los proyectos UGIZC, DONZELLA, ROQUER y BADIA. El estudio del movimiento se ha centrado en la utilización de transmisores acústicos internos y en la utilización de marcas externas. Aquí se presentan exclusivamente los resultados relacionados con marcas externas. El programa de marcado de peces, además de sus objetivos intrínsecos, ha permitido establecer una buena colaboración con los pescadores recreativos ya que para promover la devolución de peces marcados se ofrecen diferentes incentivos (<http://www.roquer.org/recreativa-sorteos.php>). Se han impartido charlas divulgativas en Clubs de pesca y asociaciones de pescadores que sin duda facilitarán la colaboración entre investigación, pescadores y gestores. Un buen ejemplo ha sido la participación del IMEDEA en el primer trofeo de captura y suelta, que ha tenido una importante repercusión mediática.

### Métodos

El rango de movimiento de *Coris julis* se ha estimado mediante el método de captura y recaptura, utilizando marcas externas en forma de "T" (Floytag ©). Dichas marcas contienen un número de serie y un teléfono de contacto. Su inserción se realizó sobre la zona dorsal, con una pistola provista de una aguja suministrada por el mismo fabricante de las marcas.

El marcado de peces se realizó durante el periodo comprendido entre Febrero de 2006 hasta Mayo de 2007, en diferentes puntos de la Bahía de Palma. Durante dicho periodo, se marcaron un total de 689 individuos de *Coris julis*. Para una parte importante de las pescas de marcado se contó con la colaboración de pescadores voluntarios

pertenecientes a la Federació Balear de Pesca i Casting. En el momento de notificarse una recaptura, se tomaron datos sobre la posición de recaptura, fecha y datos del pescador. Para algunas recapturas se recogieron datos precisos de la posición de recaptura (si el pescador llevaba un dispositivo GPS o si la pesca se había realizado desde costa). Sin embargo, la precisión de otras recapturas es menor dado que sólo se disponían datos aproximados de la zona. En estos casos se aplicó un buffer de 500m de precisión.

Para el análisis de los datos de distancia entre el punto de marcado y de recaptura se ha utilizado un método basado en simulaciones matemáticas. Normalmente se asume que las distancias recorridas en un intervalo de tiempo prefijado (en nuestro caso, una semana) están distribuidas de forma exponencial (Turquin, 1998). La distancia media entre dos posiciones sucesivas viene determinada por un solo parámetro (GEO). Si además se asume que el ángulo entre dos posiciones sucesivas es aleatorio, se obtiene un tipo de movimiento muy característico denominado "paseos de Levins" (Turquin, 1998). En nuestro caso se ha asumido que el ángulo entre dos posiciones sucesivas no es aleatorio sino que tiene como media la dirección a un "centro del área de campeo" (home range; Turquin, 1998) y como varianza un segundo parámetro del modelo (SIGMA). Se ha evaluado la verosimilitud de un amplio rango de valores de GEO y SIGMA para determinar la combinación de parámetros que mejor se ajusta a los datos obtenidos.

#### Resultados

El número total de *Coris julis* recapturados ha sido de 30. Esto supone una tasa de recaptura del 4,4%. La gran mayoría de recapturas se realizó en localidades muy cercanas al punto de suelta (menos de 1000 m). Una sola de las capturas supera esta distancia (10537m en 86 días). La mayoría de recapturas se realizaron al poco tiempo de la suelta pero en varias ocasiones se recapturaron individuos marcados más de un año antes, siendo 409 días el caso más extremo.

Los valores de GEO y SIGMA que presentan máxima verosimilitud para explicar los datos obtenidos son GEO=100 y SIGMA=10 (Figura 1). Asumiendo, estos parámetros, se han completado diferentes simulaciones que indican que *Coris julis* se mantiene dentro de un radio de 344.6 metros del centro del home range durante el 95% del tiempo.

#### Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la movilidad de *Coris julis* es reducida. La mayor parte de las recapturas se encuentran en el intervalo comprendido entre los 0 y 500m. Es indicativo que el individuo recapturado tras 409 días (el mayor período de tiempo) se hubiese pescado a poco más de 1 km del punto en que fue marcado y liberado.

La magnitud del rango de movimiento de *Coris julis* es del mismo orden que el rango de agregación encontrados para el esfuerzo de pesca ([www.roquer.org](http://www.roquer.org) y otro póster de estas jornadas). Esto indicaría que las doncellas encontradas dentro de las zonas de mayor presión de pesca son residentes de esa zona y, por tanto, pueden ser indicadoras de los efectos de la pesca recreativa ([www.roquer.org](http://www.roquer.org) y otro póster de estas jornadas). Por otra parte, la relativa poca movilidad encontrada en esta especie, confiere una mejora cualitativa en la fiabilidad de los mapas de distribución generados para esta especie ([www.roquer.org](http://www.roquer.org) y otro póster de estas jornadas).

### Agradecimientos

Han colaborado en este trabajo Xisco Riera (DGPGB), Elena Pastor (LIMIA), Jose Maria Valencia (LIMIA), Enric Massuti (LIMIA), Juana Duran (LIMIA), Pedro Quesada (Reserva Marina de Cap Enderrocat), Irene Maggulli (Reserva Marina de Cap Enderrocat) y Federació

Balear de Pesca i Casting. El trabajo presentado es una contribución al proyecto de investigación I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació

(Govern de les Illes Balears) y el IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears). El trabajo presentado es también una contribución de los proyectos I+D DONZELLA (Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació;

Govern de les Illes Balears), ROQUER (Plan Nacional de I+D, Ministerio de Educación y Ciencia) y BADIA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas).

### Bibliografía

Turquin, P. Quantitative analysis of movement. 1988. Sinauer Ass. Sunderland, USA. 396.

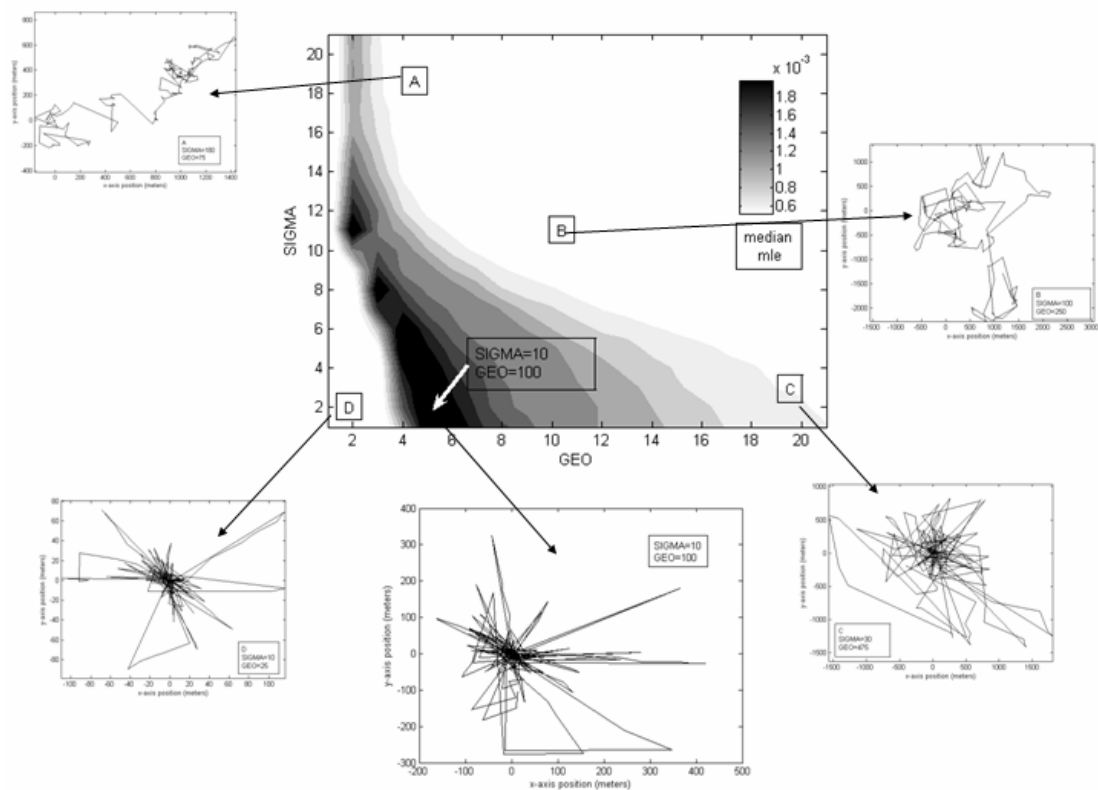


Figura 1: Gradiente de verosimilitud de que los datos observados puedan haber sido generados por diferentes combinaciones de GEO y SIGMA (colores oscuros indican

mayor verosimilitud). La combinación con máxima verosimilitud se indica con una flecha blanca. Además, se muestra una simulación del movimiento a lo largo de un año para 5 combinaciones de GEO y SIGMA, como ejemplos de diferentes tipos de patrón de movimiento. Es interesante destacar que para valores altos de SIGMA se obtienen “paseos de Levins” convencionales.



# Movilidad de *Coris julis*: Análisis de datos de marcado externo y recaptura

Miquel Palmer<sup>1</sup>, Antoni Maria Grau<sup>2</sup>, Josep Alós<sup>1,2</sup>, Sergi Martino<sup>2</sup>, David March<sup>1</sup>, Amalia Grau<sup>2</sup>, Federico Cardona<sup>1</sup>, Margalida Cerdà<sup>2</sup> y Marta Linde<sup>1</sup>

1) Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA (CSIC-UIB).  
 2) Direcció General de Pesca, Govern de les Illes Balears

## Introducción

El análisis del movimiento de los peces es un problema complejo relacionado con el estudio del comportamiento y de la ecología de las especies (Turchin, 1998). Conocer el rango espacial dentro del que se mueve habitualmente un individuo es esencial para una correcta interpretación de los patrones de distribución espacial, de su variación y de sus posibles causas. Además, sólo en el caso de que un individuo se mantenga relativamente fiel a un área concreta se podrá asumir que experimentará durante un periodo de tiempo relevante unas mismas condiciones ambientales. Sólo en este supuesto cabe preguntarse si la presión pesquera u otras variables ambientales pueden modificar o modular ciertas características de la historia vital individual. Finalmente, la movilidad es un aspecto clave en la dinámica de las poblaciones (balance emigración-inmigración).



## Objetivos

En los proyectos de investigación UGIZC, DONZELLA, ROQUER y BADIA se ha estudiado el movimiento de varias especies de peces objetivo de la pesca recreativa en las Baleares. Estos estudios se ha centrado en la utilización de telemetría acústica y en la utilización de marcas externas. Aquí se presentan exclusivamente los resultados relacionados con marcas externas para la especie *Coris julis*.

Además, el programa de marcado de peces ha permitido establecer una buena colaboración con los pescadores recreativos. Un buen ejemplo de colaboración entre investigadores, pescadores y gestores ha sido el primer trofeo de captura y suelta realizado en el club Náutico del Arenal en 2007.



## Métodos: Marcado

El rango de movimiento de *Coris julis* se ha estimado mediante el método de captura y recaptura, utilizando marcas externas en forma de "T" (Floytag ©).

Dichas marcas contienen un número de serie y un teléfono de contacto. Su inserción se realizó sobre la zona dorsal. El marcado de peces se realizó durante el periodo comprendido entre Febrero de 2006 hasta Mayo de 2007, en diferentes puntos de la Bahía de Palma. Durante dicho periodo, se marcaron un total de 689 individuos de *Coris julis*. En el momento de notificar una recaptura, se tomaron datos de la posición, fecha de recaptura y datos del pescador.



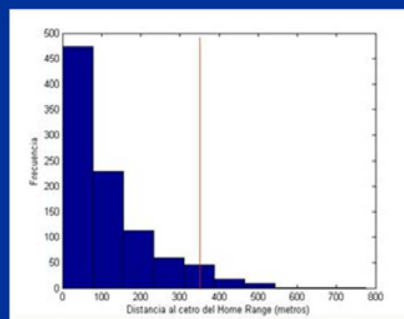
## Resultados 1

El número total de *Coris julis* recapturados ha sido de 30. Esto supone una tasa de recaptura del 4,4%. La gran mayoría de recapturas se realizó en localidades muy cercanas al punto de suelta (menos de 1000 m). Una sola de las capturas supera esta distancia (10537m en 86 días). La mayoría de recapturas se realizaron al poco tiempo de la suelta pero en varias ocasiones se recapturaron individuos marcados más de un año antes, siendo 409 días el caso más extremo.



## Resultados 3

Asumiendo GEO=100 y SIGMA=10 se han completado diferentes simulaciones que indican que *Coris julis* se mantiene dentro de un radio de 344.6 metros del centro del home range durante el 95% del tiempo.



<http://www.roquer.org/>

## Métodos: Análisis de datos

Normalmente se asume que las distancias recorridas en un intervalo de tiempo prefijado (en nuestro caso, una semana) están distribuidas de forma exponencial (Turchin, 1998). La distancia media entre dos posiciones sucesivas viene determinada por un solo parámetro (GEO). En nuestro caso se ha asumido que el ángulo entre dos posiciones sucesivas no es aleatorio sino que tiene como media la dirección a un "centro del área de campeo" (home range; Turchin, 1998) y como variancia un segundo parámetro del modelo (SIGMA).

Se han simulado 1000 series de 60 pasos (=semanas) para cada una de muchas combinaciones GEO y SIGMA para encontrar la combinación que se ajusta mejor a los datos observados (distancias entre los puntos de captura y recaptura).

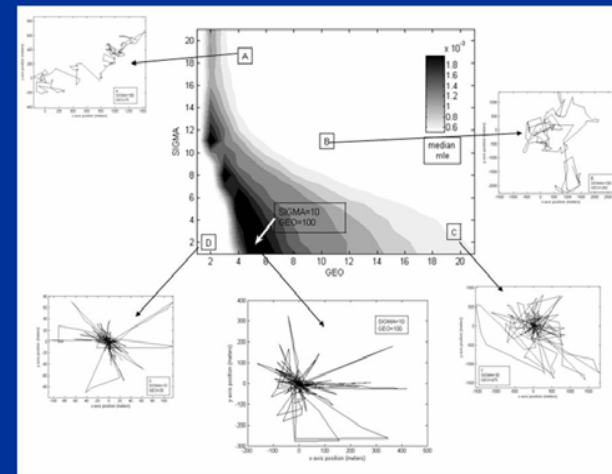
$$d_{i+1} \propto EXP(GEO)$$

$$Ang_{i+1} \propto N(Ang_i, SIGMA)$$

## Resultados 2

Los valores de GEO y SIGMA que presentan máxima verosimilitud para explicar los datos obtenidos son GEO=100 y SIGMA=10. Este punto se corresponde con la flecha blanca (valores más oscuros indican mayor verosimilitud).

Para poder interpretar el significado de diferentes combinaciones de GEO y SIGMA, en esta figura, además de para la combinación máximo-verosimil, se han simulado otros paseos (letras A a D). En el caso A, un valor muy grande de SIGMA se corresponde con un movimiento aleatorio browniano.



## 6. Propuesta de zonificación de acuerdo con una iniciativa de Gestión Integrada de la Zona Costera.

Pau Balaguer<sup>1\*</sup>; Rafael Sardá<sup>2</sup>; Maurici Ruíz<sup>3</sup>; Amy Diedrich<sup>1</sup>; Guillermo Vizoso<sup>1</sup> y Joaquín Tintoré<sup>1</sup>

- 1) Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC – UIB). Miquel Marquès, 21. 07910 Esporles, Spain.
- 2) Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CEAB (CSIC). Accés a la Cala St. Francesc, 14. 17300 Blanes, Spain.
- 3) Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, LSIG (Universitat de les Illes Balears, UIB). Cra Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca, Spain

\*: e-mail: vdctpbh4@uib.es

La Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) se define como un proceso continuo y dinámico que acerca las instituciones gubernamentales y las esferas sociales, ciencia y gestión, intereses públicos y privados para preparar e implementar una planificación integral para la protección, desde el desarrollo sostenible, de los ecosistemas y recursos costeros.

Normalmente se consideran únicamente los límites de las zonas terrestres, así como también la mayor parte de los trabajos responden a la solución de problemas específicos de carácter sectorial y suelen basarse en los límites administrativos (municipios, comarcas, provincias, etc...). En este trabajo se propone un método para establecer una herramienta de decisión y gestión para determinar los límites de acuerdo con una iniciativa de GIZC de carácter proactivo y aplicable en cualquier situación de manera que no responde a la solución de ningún problema específico. El método de zonificación de acuerdo con una iniciativa de GIZC presentado integra las variables medio ambientales, sociales y económicas, teniendo en cuenta los medios terrestre y marino de la zona costera. La zonificación propuesta se basa en el establecimiento de las Unidades Litorales (modelos territoriales costeros o tipos de organización de la zona costera en la que se representan las distintas posibilidades de realidad natural y humana -Figura 1-) y en la delimitación de las zonas directamente influenciadas por estas Unidades Litorales tanto desde una perspectiva jurisdiccional, socioeconómica como medio ambiental, dando lugar a Áreas Funcionales o de Influencia (Figura 1) relacionadas directamente con la línea de costa. En el interior de éstas últimas, se especifican las unidades territoriales mínimas (Unidades de Análisis) (Figura 1) de las que pueden obtener indicadores relevantes para llevar a cabo una iniciativa de GIZC. En el final del proceso de delimitación se delimitan las Áreas Homogéneas de Gestión Ambiental (HEMUs - Homogeneous Environmental Management Units-) que otorga una visión más integradora de las áreas litorales de gestión. Como ejemplo de ello, se aplica el método presentado en la zona turística de Cala Millor (Mallorca -Illes Balears, España-) (Figura 1).



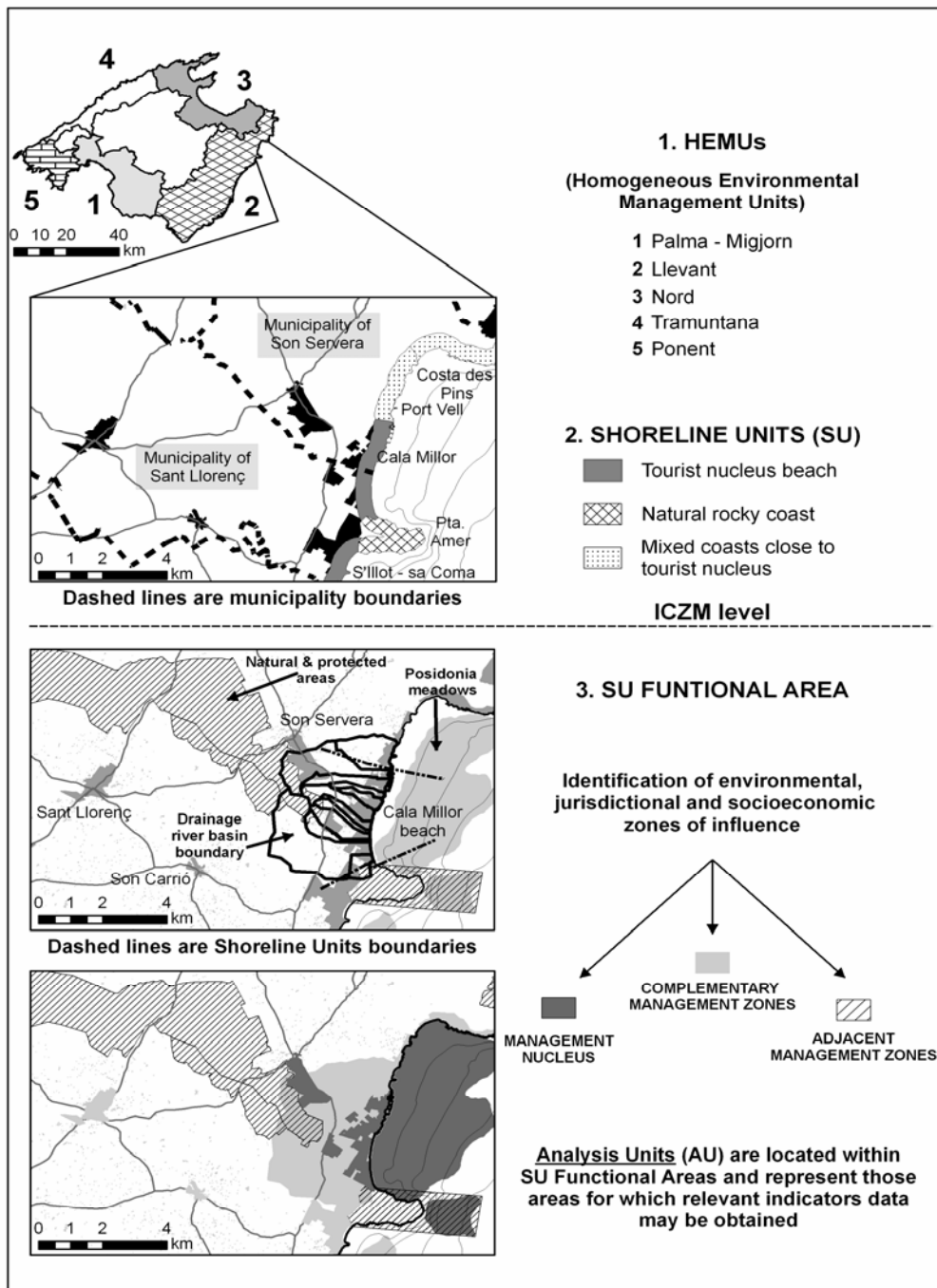
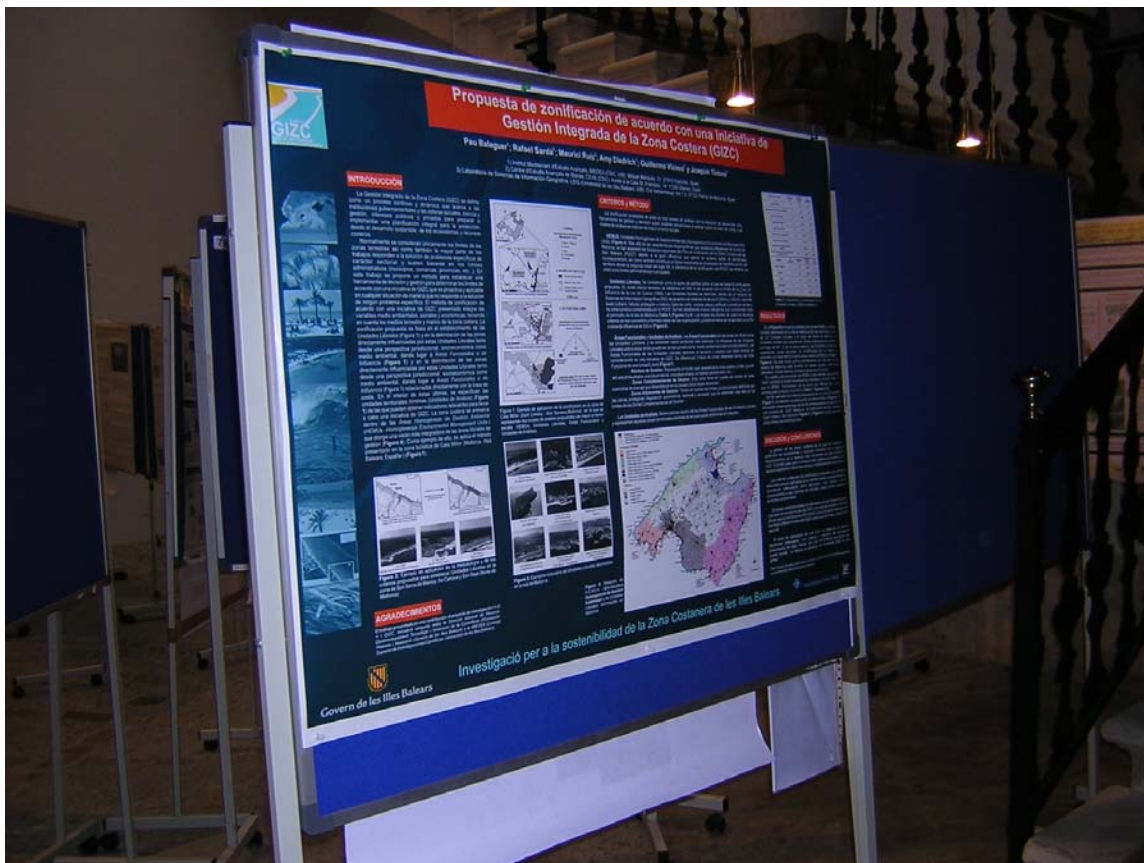


Figura 1: Zonificació de acuerdo con una iniciativa de Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) tomando como ejemplo el núcleo turístico de Cala Millor (Sant Llorenç - Son Servera, Mallorca). La propuesta de zonificación se presenta según tres fases que responden a diferentes escalas de análisis: 1) Unidades Homogéneas de Gestión Ambiental (HEMUs), 2) Unidades Litorales (Shoreline Units) y 3) Áreas Funcionales o de

Influencia (Funtional Areas) que adquiren mayor o menor importancia de acuerdo con las características de las Unidades de Análisis (Análisis Units).

Agradecimientos:

El trabajo presentado es una contribución al proyecto de investigación I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) y el IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears).



Póster científico del proyecto expuesto en el las jornadas

# Propuesta de zonificación de acuerdo con una iniciativa de Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC)

Pau Balaguer<sup>1</sup>; Rafael Sardá<sup>2</sup>; Maurici Ruiz<sup>3</sup>; Amy Diedrich<sup>1</sup>; Guillermo Vizoso<sup>1</sup> y Joaquín Tintore<sup>1</sup>

- 1) Institut Mediterrani d'Estudis Avançats, IMEDEA (CSIC UIB), Miquel Marqués, 21. 07910 Esporles, Spain.
- 2) Centre d'Estudis Avançats de Blanes, CEAB (CSIC). Accés a la Cala St. Francesc, 14. 17300 Blanes, Spain.
- 3) Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, LSIG (Universitat de les Illes Balears, UIB). Cra Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca, Spain

Shoreline Unit (type)	Number of SU	Length of coastline (km)	% of coastline
Natural beach	7	1504	2.2
Urban beaches non-tourist nucleus	3	259	0.4
Tourist nucleus beach	10	7046	10.3
Natural rocky coast	41	272.81	3.6
Urban rocky coast	7	3814	5.7
Tourist nucleus rocky coast	22	96.31	1.4
Salt marshes and lagoons	1	0.73	0.1
Mixed natural coasts (rock and beach)	8	62.38	0.9
Mixed coasts (rock and beach) close to tourist nucleus	23	129.24	1.8
HEMUs	SU categories	Number of SU	Length of coastline (km)
Palma-Migjorn	5	15	103.63
Llwant	7	42	190.16
Nord	9	26	181.30
Tramuntana	5	16	85.30
Ponent	5	16	126.83

Tabla 1: Composición y numeración de las Unidades Litorales y HEMUs de Mallorca.

## INTRODUCCIÓN

La Gestión Integrada de la Zona Costera (GIZC) se define como un proceso continuo y dinámico que acerca a las instituciones gubernamentales y las esferas sociales, ciencia y gestión, intereses públicos y privados para preparar e implementar una planificación integral para la protección, desde el desarrollo sostenible, de los ecosistemas y recursos costeros.

Normalmente se consideran únicamente los límites de las zonas terrestres así como también la mayor parte de los trabajos responden a la solución de problemas específicos de carácter sectorial y suelen basarse en los límites administrativos (municipios, comarcas, provincias, etc...). En este trabajo se propone un método para establecer una herramienta de decisión y gestión para determinar los límites de acuerdo con una iniciativa de GIZC que es proactiva y aplicable en cualquier situación de manera que no responde a la solución de ningún problema específico. El método de zonificación de acuerdo con una iniciativa de GIZC presentado integra las variables medio ambientales, sociales y económicas, teniendo en cuenta los medios terrestre y marino de la zona costera. La zonificación propuesta se basa en el establecimiento de las Unidades Litorales (Figura 1) y en la delimitación de las zonas directamente influenciadas por estas Unidades Litorales tanto desde una perspectiva jurisdiccional, socioeconómica como medio ambiental, dando lugar a Áreas Funcionales o de Influencia (Figura 1) y en la delimitación de las zonas directamente influenciadas por estas Unidades Litorales tanto desde una perspectiva jurisdiccional, socioeconómica como medio ambiental, dando lugar a Áreas Funcionales o de Influencia (Figura 1) relacionadas directamente con la línea de costa. En el interior de estas últimas, se especifican las unidades territoriales mínimas (Unidades de Análisis) (Figura 1) de las que pueden obtener indicadores relevantes para llevar a cabo una iniciativa de GIZC. La zona costera se enmarca dentro de las Áreas Homogéneas de Gestión Ambiental (HEMUs - Homogeneous Environmental Management Units-) que otorga una visión más integradora de las áreas litorales de gestión (Figura 4). Como ejemplo de ello, se aplica el método presentado en la zona turística de Cala Millor (Mallorca -Illes Balears, España-) (Figura 1).

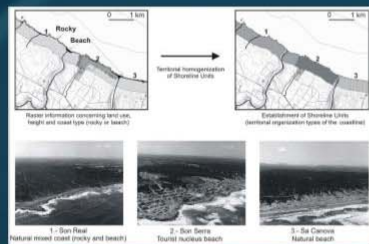


Figura 2: Ejemplo de aplicación de la metodología y de los criterios propuestos para establecer Unidades Litorales en la zona de Son Serra de Marina, Sa Canova y Son Real (Norte de Mallorca).

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado es una contribución al proyecto de investigación I + D + I GIZC, iniciativa conjunta entre la Dirección General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) y el MEDSA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears).

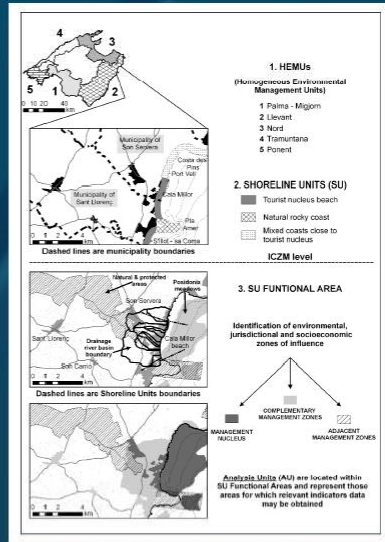


Figura 1: Ejemplo de aplicación de la zonificación en la zona de Cala Millor (Sant Llorenç - Son Servera, Mallorca), en la que se representan los niveles de análisis propuestos (de mayor a menor escala): HEMUs, Unidades Litorales, Áreas Funcionales y Unidades de Análisis.

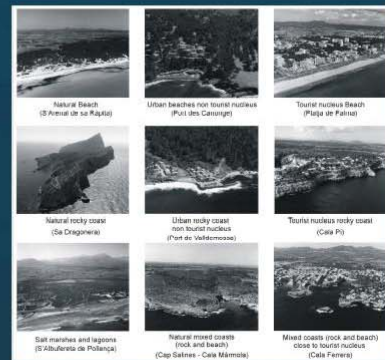


Figura 3: Ejemplos concretos de Unidades Litorales delimitadas en la isla de Mallorca.

## CRITERIOS y MÉTODO

La zonificación propuesta se basa en tres niveles de análisis con la intención de desarrollar una herramienta de gestión y decisión sobre posibles actuaciones a realizar sobre la línea de costa. Los niveles de análisis se ordenan de mayor a menor escala:

**HEMUs:** Unidades Homogéneas de Gestión Ambiental (*Homogeneous Environmental Management Units*) (Figura 4). Más allá de las características biogeográficas que podamos diferenciar en la isla de Mallorca, se han adaptado las divisiones regionales del *Plan de Ordenación de la Oferta Turística* de las Illes Balears (POOT) debido a la gran influencia que ejerce el turismo sobre el entramado socioeconómico, así como también constituye un factor importante en el proceso de transformación del territorio desde la segunda mitad del siglo XX. A diferencia de la zonificación del POOT las HEMUs se ciñen a los límites administrativos municipales.

**Unidades Litorales:** Se consideran como el punto de partida sobre el que se basa la zonificación propuesta. EL límite inferior terrestre se establece en 500 m de acuerdo con el límite de la *Zona de Influencia de la Ley de Costas* (1988). Las Unidades litorales se delimitan dentro de un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG) de acuerdo con criterios de altura (0-200 m), usos del suelo (urbano, natural-protegido- y rústico), tipos de costa (rocosa, playa y artificial) y condición de ser o no zona turística contemplada por el POOT. Se han establecido nueve categorías que comprenden todo el perímetro de la isla de Mallorca (Tabla 1, Figuras 3 y 4). Los mapas resultantes de cada uno de estos criterios se han convertido a formato ráster se han superpuesto y posteriormente se ha aplicado un *buffer* o zona de influencia de 500 m (Figura 2).

**Áreas Funcionales y Unidades de Análisis:** Las **Áreas Funcionales** son las zonas de influencia de las Unidades Litorales, y se extienden sobre territorios más extensos. La influencia de las Unidades Litorales sobre estas áreas puede ser de tipo jurisdiccional, medio-ambiental o bien socioeconómico. Las **Áreas Funcionales** de las Unidades Litorales delimitan el territorio o espacio que debe tenerse en consideración en una iniciativa de GIZC. Se diferencian 3 tipos de zonas diferentes dentro del Área Funcional de una Unidad Litoral (Figura 1):

- **Núcleos de Gestión:** Representa el núcleo que caracteriza la zona costera a tratar (puede ser una zona urbana, una playa natural, una playa urbana, un hábitat característico, etc.).
- **Zonas Complementarias de Gestión:** Esta zona tiene en cuenta los límites de las cuencas/de drenaje que desembocan en la Unidad Litoral objeto de estudio.
- **Zonas Adyacentes de Gestión:** Tienen en cuenta los límites jurisdiccionales definidos por las zonas protegidas (legislación autonómica, nacional y europea) que se extienden más allá de los límites de las Zonas Complementarias de Gestión.

Las **Unidades de Análisis:** Se encuentran dentro de las **Áreas Funcionales** de las Unidades Litorales y representan aquellas áreas territoriales mínimas de las que puede obtenerse un indicador.

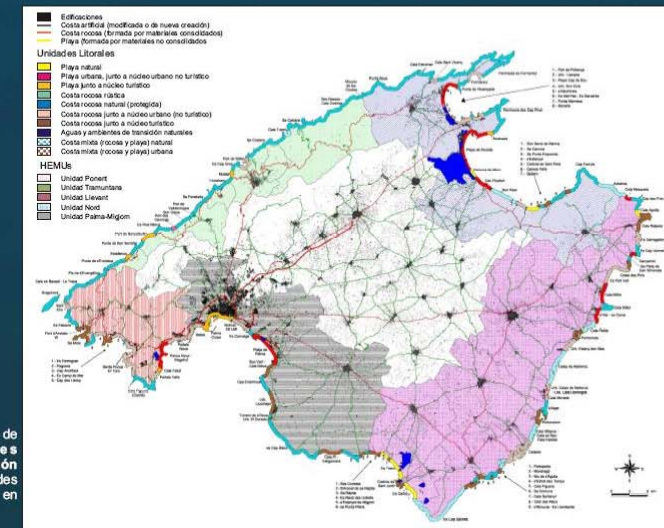


Figura 4: Relación de HEMUs (Unidades Homogéneas de Gestión Ambiental) y de Unidades Litorales delimitadas en Mallorca.

## RESULTADOS

En la Figura 4 se muestra la distribución de las HEMUs y Unidades Litorales delimitadas en la isla de Mallorca. Se han delimitado un total de 122 Unidades Litorales a lo largo del litoral de Mallorca. Las Unidades Litorales que caracterizan zonas urbanizadas se extienden a lo largo del 49,1 % de la zona costera y las Unidades Litorales que caracterizan zonas naturales, no modificadas por el hombre, se extienden a lo largo del 50,9 % de la zona costera de Mallorca (Tabla 1 y Figura 4). De este modo podría considerarse que casi bien la zona costera de Mallorca está dividida, en partes iguales, entre zonas naturales y zonas urbanas o transformadas por el hombre.

En cuanto a la diversidad de HEMUs cabe señalar que la HEMU "Nord" contiene la mayor diversidad de Unidades Litorales (Tabla 1), y que la HEMU "Tramuntana" es la única que alberga las *playas urbanas junto a núcleo no turístico* (Tabla 1, Figuras 3 y 4).

Se han aplicado los criterios propuestos en la zona de Cala Millor (Figura 1), se trata de una playa junto a núcleo turístico (Figura 4) y en ella pueden observarse algunas de las complejidades de aplicación de una iniciativa de GIZC debido a la implicación de dos municipios (Sant Llorenç y Son Servera -Figura 1 y Figura 4-) sobre una misma zona costera con entidad propia.

## DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

La gestión de las áreas costeras en la que se combinan la protección de ecosistemas y recursos naturales con el desarrollo socioeconómico es el objetivo más importante de una iniciativa de GIZC. El primer paso para conseguir este objetivo es la definición del espacio a gestionar y las zonas directa o indirectamente relacionadas.

Los criterios y métodos de zonificación propuestos se consideran adecuados para su aplicación en un ámbito insular, aunque también se consideran adecuados para aplicarse, con ciertos matices (concernientes a las cuencas de drenaje), sobre zonas costeras de territorios continentales.

El trabajo realizado puede considerarse una herramienta de apoyo y decisión en el entorno de una GIZC o iniciativas similares como la de ofrecer apoyo a la Directiva 2001/42/EC de la UE sobre Asesoramiento Estratégico Medio Ambiental (SEA) para usos del suelo y planificación regional.

El éxito de aplicación de una GIZC se basa en la toma de decisiones adecuadas. Los criterios y métodos de zonificación presentados en este trabajo son una herramienta pro-activa que puede ayudar a mejorar la aplicación de iniciativas GIZC a nivel global.

Este trabajo ha sido presentado a la revista *Ocean and Coastal Management* y actualmente está a la espera de revisión.



## Presentacions orals

### 7. Efectos de la interrupción de mutualismos sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros

C. Celedón, L. Latorre, L. Santamaría

Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados -IMEDEA- (CSIC - UIB). C/ Miquel Marquès, 21. 07190. Esporles. Mallorca, Illes Balears.

La introducción de especies invasoras ha provocado la eliminación de los dispersores y polinizadores nativos de una fracción importante de la flora balear, con importantes consecuencias para su conservación. Además, la interrupción de dichas relaciones mutualistas podría afectar también tanto al funcionamiento de los ecosistemas como a los servicios que éstos brindan. En esta comunicación, presentamos algunos de los resultados del proyecto UGIZ-Dragonera, enfocado en documentar los efectos de la (disrupción de la) polinización y dispersión de semillas del matorral costero por la lagartija balear (*Podarcis lilfordi*) sobre el funcionamiento de los ecosistemas litorales. La evaluación de la importancia de la lagartija balear como mutualista de la efedra (*Ephedra fragilis*), una especie dominante en los estadios más pioneros o degradados del matorral costero de Mallorca y Sa Dragonera, indicó que ésta tiene una escasa importancia sobre la polinización de ésta especie, pero es determinante para la dispersión de sus semillas. La comparación entre flores control (con polinización abierta) y tratamientos experimentales que excluían la polinización por viento o por animales indicó que, aunque la efedra es la única gimnosperma que produce néctar, su polinización es casi exclusivamente anemófila. Por otro lado, la comparación de plantas control con plantas en la que se excluyó la remoción de frutos por aves o por lagartijas indicó que ésta última determina los patrones de dispersión de semillas. Debido a la escasez de aves frugívoras estivales, la práctica totalidad de los frutos de efedra son consumidos durante el verano por la lagartija balear y, aunque la llegada de aves durante el otoño resulta en un pico de remoción de frutos de efedra en los tratamientos de exclusión de lagartijas, las plantas control no presentan ya frutos en esa época (ya que éstos han sido ya consumidos por las lagartijas). La importancia, en Sa Dragonera, de la dispersión de semillas de efedra por la lagartija balear, unida a otros resultados del proyecto (patrones espaciales de movimiento de lagartijas y dispersión de semillas, efecto de la efedra sobre la erosión en la franja costera), permite predecir la existencia de efectos “en cascada” de la interrupción de mutualismos sobre el funcionamiento de los ecosistemas costeros dominados por ésta especie.

Agradecimientos:

El trabajo presentado es una contribución al proyecto de investigación I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) y el IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears).



Constanza Celedón a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient

# Efectos de la interrupción de mutualismos sobre los ecosistemas costeros



Constanza Celedón, Lucía Latorre, Luís Santamaría

**I · M · E · D · E · A**

Institut Mediterrani d'Estudis Avançats



Degradación de las zonas costeras



Disminución de la biodiversidad

Consecuencias muy negativas



**Ecosistemas insulares**



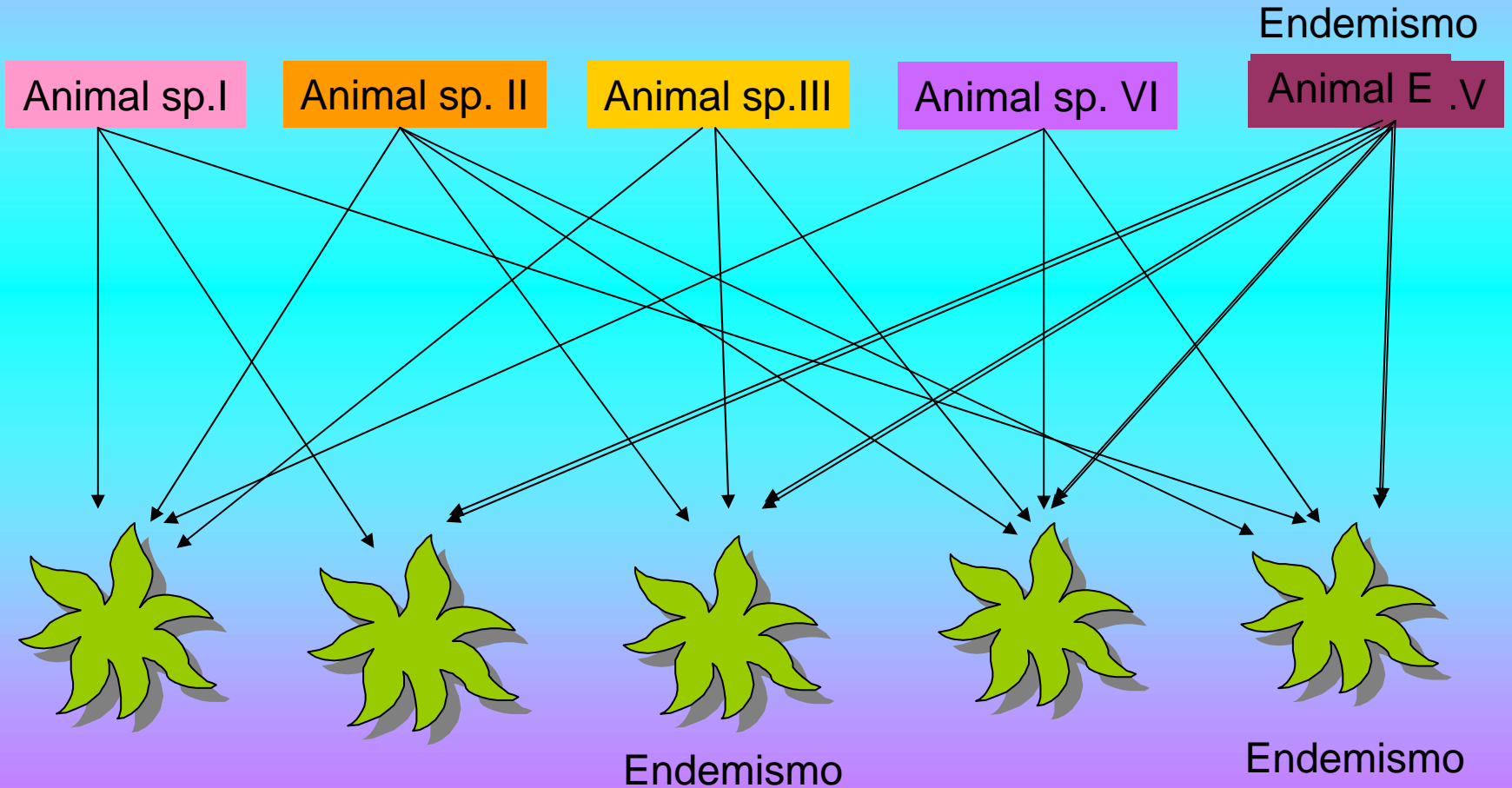
**Flora y fauna disarmónicas respecto al continente**

- 1) Menor número de especies
- 2) Alto número de endemismos

# Limita el número de interacciones planta-animal

Ecosistemas continentales: redes de interacción complejas

Ecosistemas insulares: disminuye la complejidad de la red de interacciones





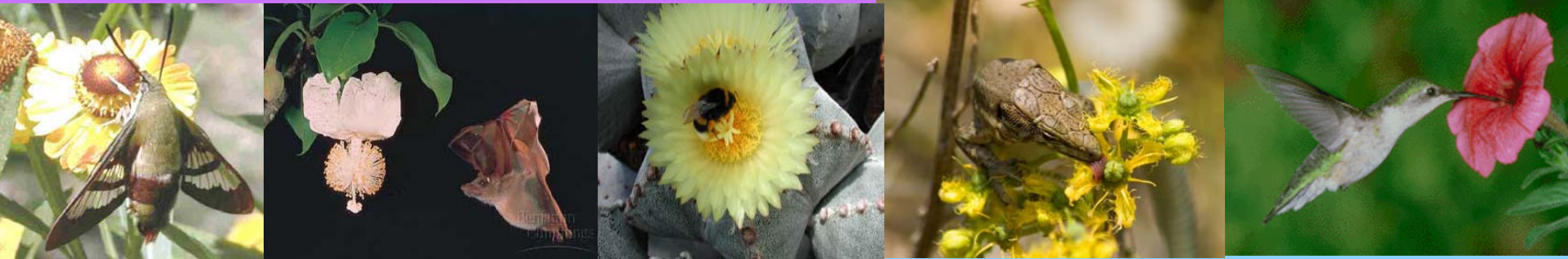
# INTERACCIÓN PLANTA-ANIMAL

## MUTUALISMO (+,+)



© 1987, Merlin Tuttle

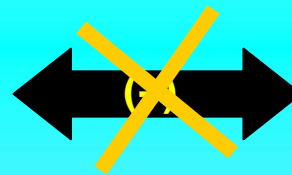
Maria Read



## Mutualismo de polinización

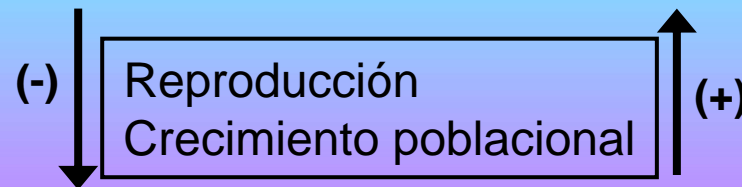
### Planta polinizada

- Transporte de polen
- Aumenta el nº frutos y semillas



### Animal polinizador

- Alimento (polen, néctar, aceites)





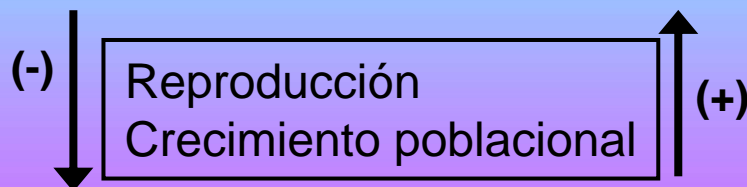
## Mutualismo de dispersión

### Planta dispersada

- Remoción y transporte de los frutos
- Incrementa la germinación
- Condiciones aptas germinación (Influenciando el reclutamiento)

### Animal dispersor

- Alimento (e.g., azúcares, proteínas)



Menor número de especies y el alto grado de endemismos

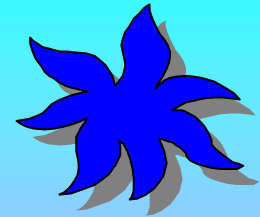
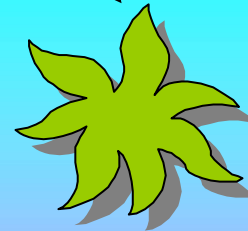
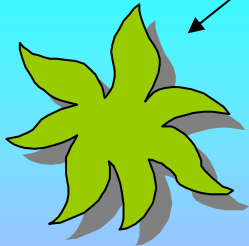


Sistemas insulares

Animal sp.III

Endemismo

Animal E



Endemismo

Endemismo

**Mutualismos que solo existen en las islas**

Perdida de cualquier participante del mutualismo



**puede tener efectos desproporcionados en la comunidad**



funcionamiento del ecosistema

**Funcionamiento del ecosistema: conjunto de actividades vitales de plantas, animales y microorganismos y sus efectos sobre las condiciones físicas y químicas del ambiente.**

# ISLAS BALEARES

Lagartija Balear *Podarcis lilfordi*



ENDEMICA



GINESAS

Mallorca y Menorca

polinizador y dispersor de plantas

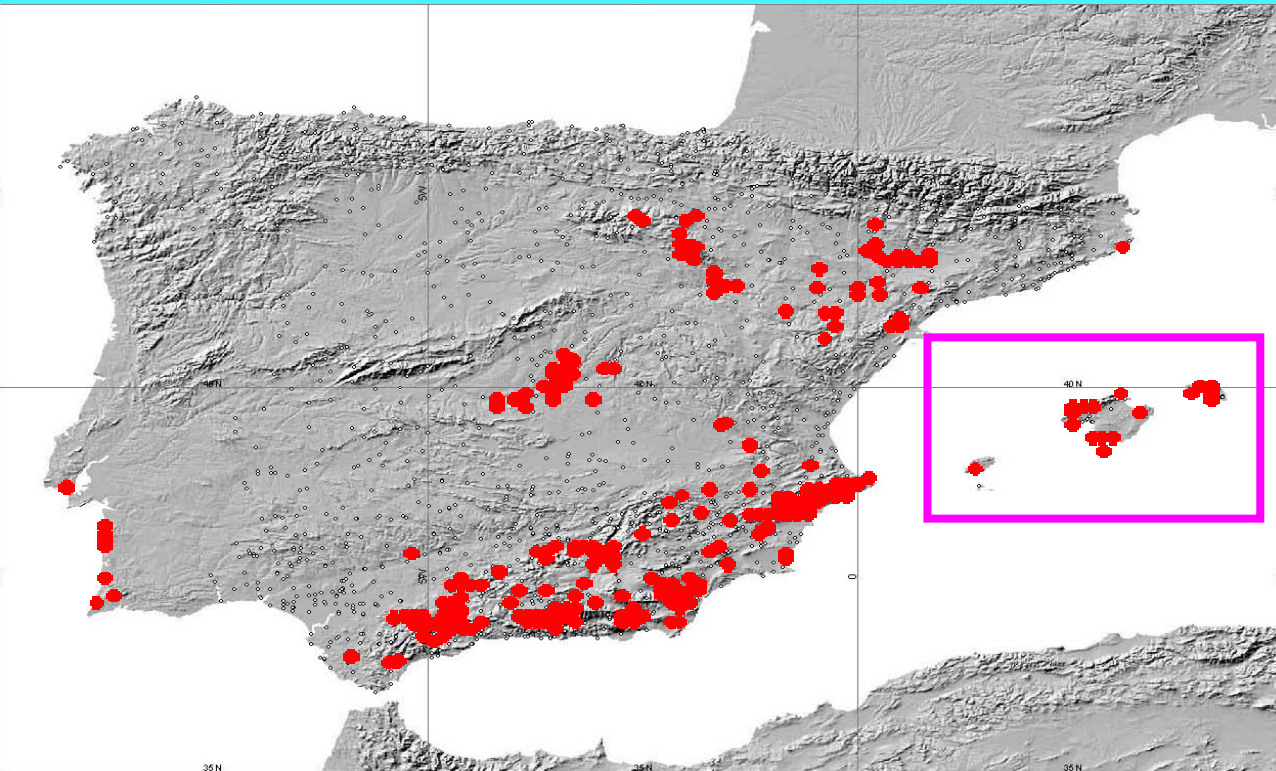


# *Ephedra fragilis*

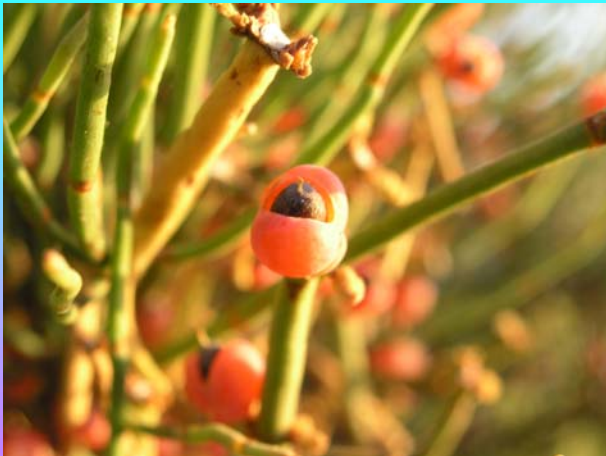
Condiciones extremas →



**Distribuida en la península Ibérica y Baleares**

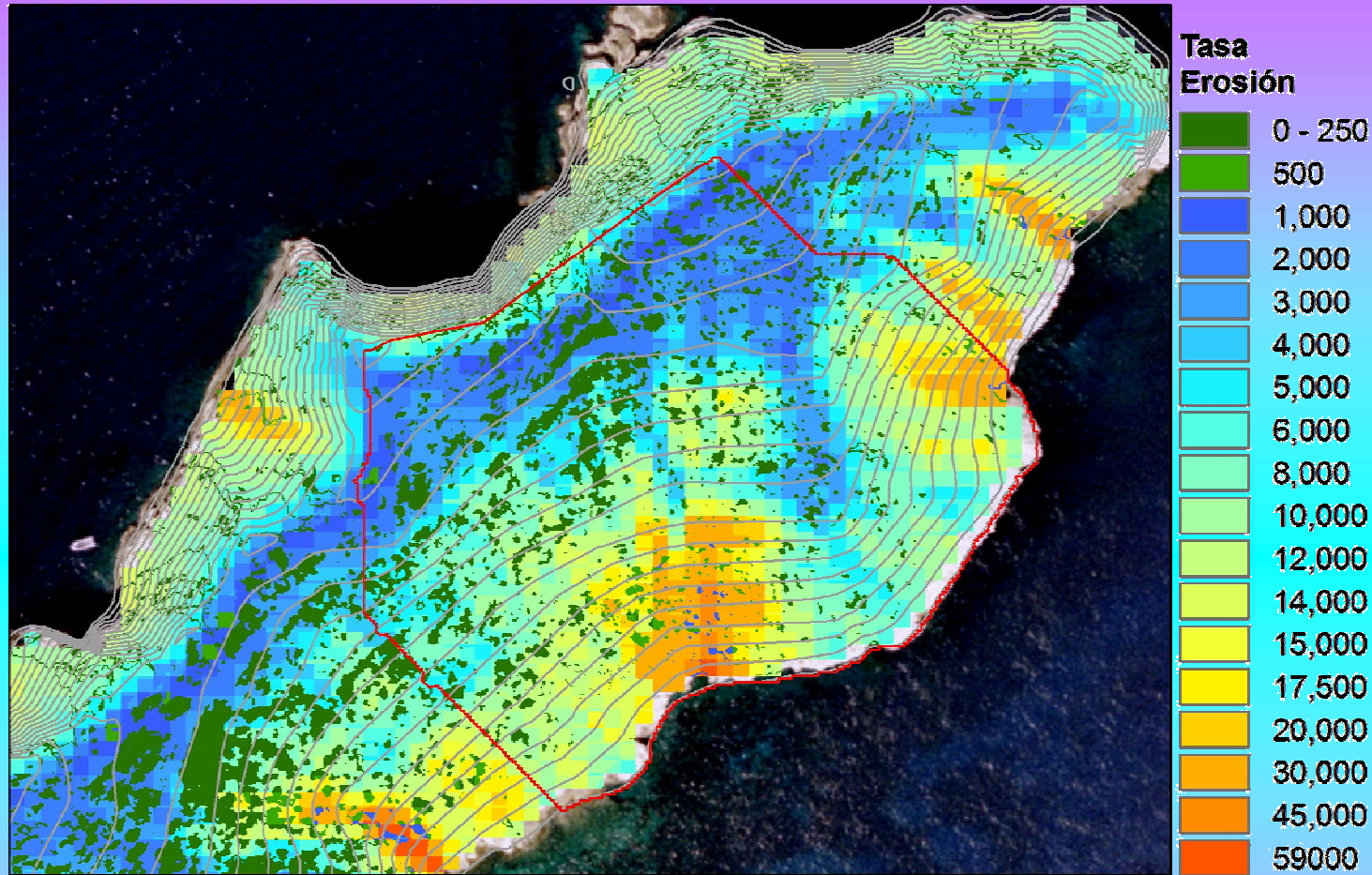


Características específicas que sugieren que existe un mutualismo con animales





# Influye en el funcionamiento del ecosistema



Disminución de la cobertura de *E. fragilis* aumenta la probabilidad de erosión

Erosión: remoción y pérdida del suelo en su lugar de origen, agua y viento.

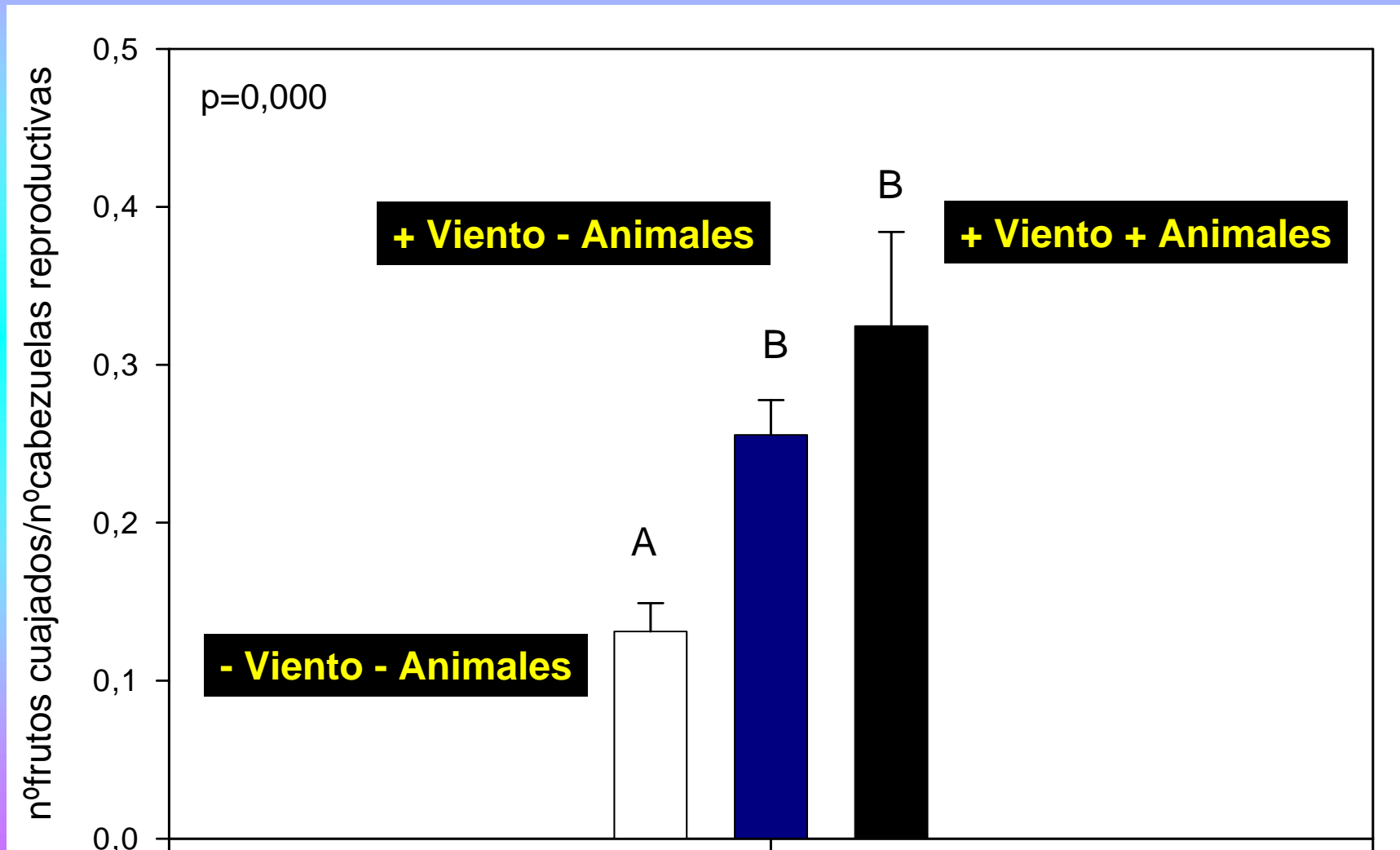
Estudio realizado por Tony Oliver 2007, Islote de Dragonera.

## **Evaluar la importancia del mutualismo entre *P. lilfordi* y *E. fragilis***

- 1) ¿Es importante la polinización animal para el éxito reproductivo de *E. fragilis*? (Insectos, lagartijas)
- 2) ¿Cuál es la importancia de lagartija Balear en la remoción de frutos de la planta?
- 3) ¿Cuál de los microhábitas disponibles en el ambiente es más apto para la germinación de las semillas removidas?
- 4) ¿Cuál es el efecto del paso por el tracto digestivo de la lagartija sobre la germinación?
- 5) ¿En cuál microhábitat la lagartija pasa la mayor parte del tiempo y en que actividades?

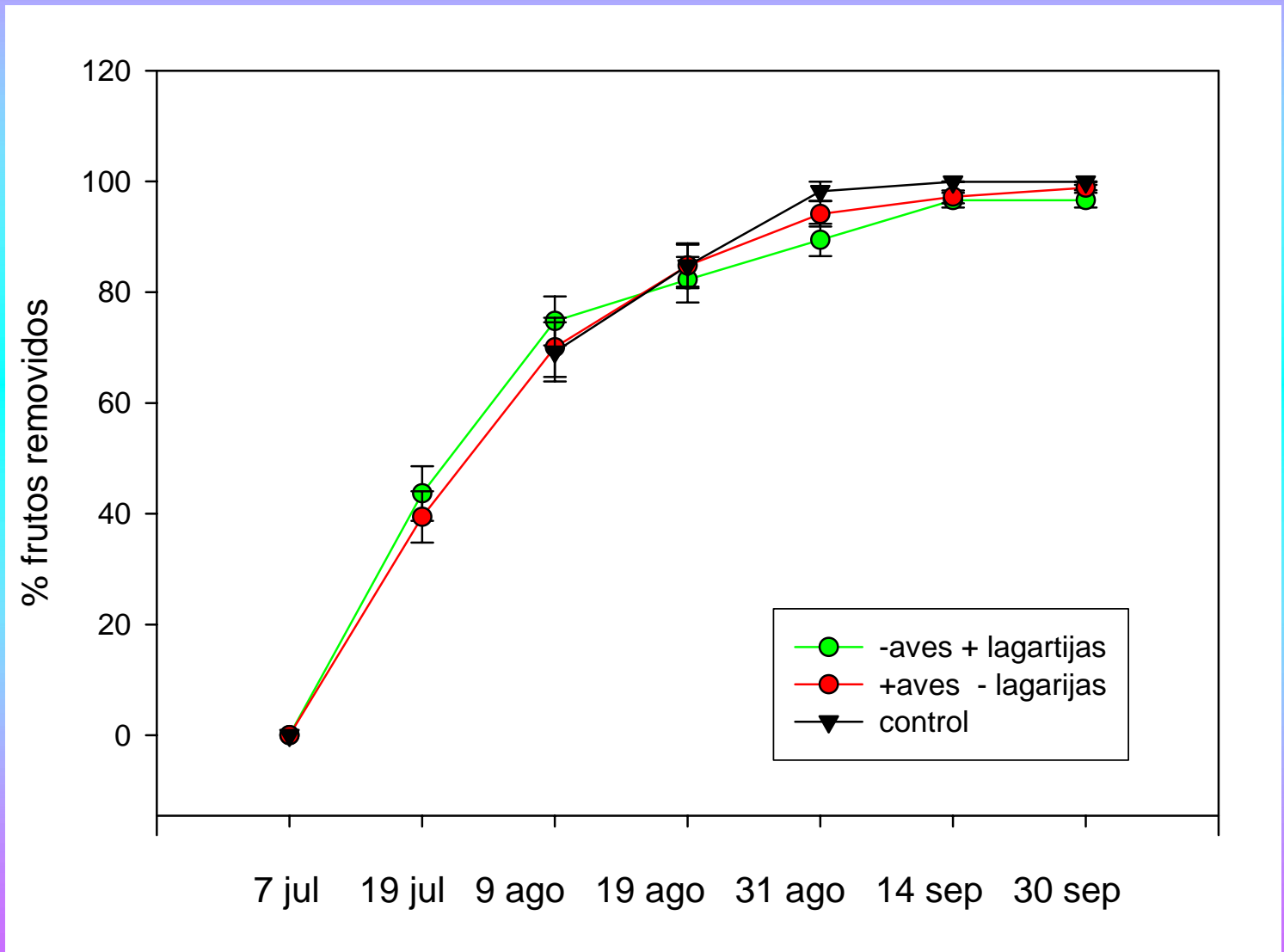
1) ¿Es importante la polinización animal para el éxito reproductivo de *E. fragilis*?

Polinización por viento determina el éxito reproductivo de la planta



## 2) ¿Cuál es la importancia de lagartija Balear en la remoción de frutos de la planta?

Lagartijas y aves contribuyen de igual manera con la remoción de frutos de la planta.

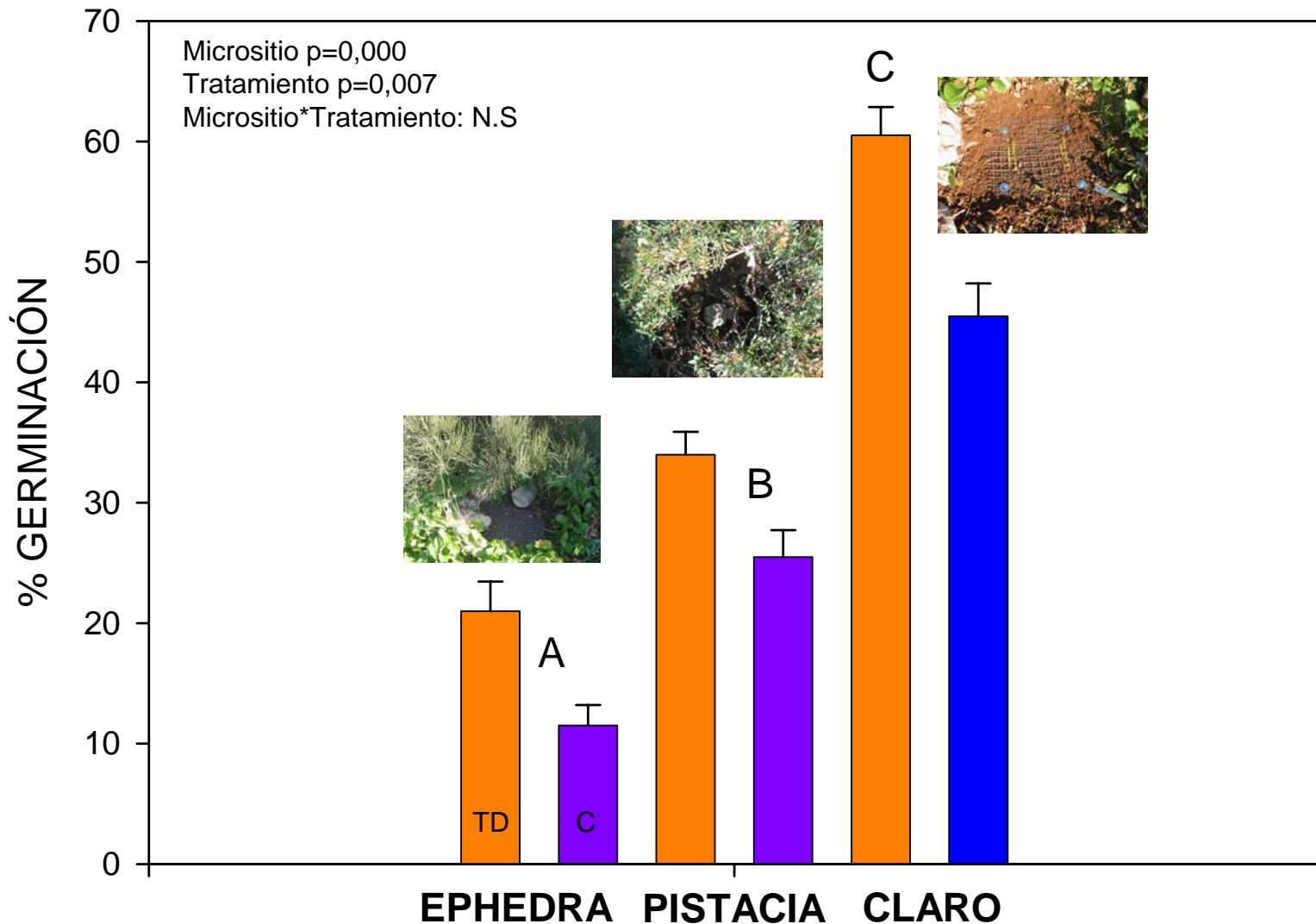


3) ¿Cuál de los microhábitas disponibles en el ambiente es más apto para la germinación de las semillas dispersadas?

4) ¿Cuál es el efecto del paso por el tracto digestivo de la lagartija sobre la germinación?

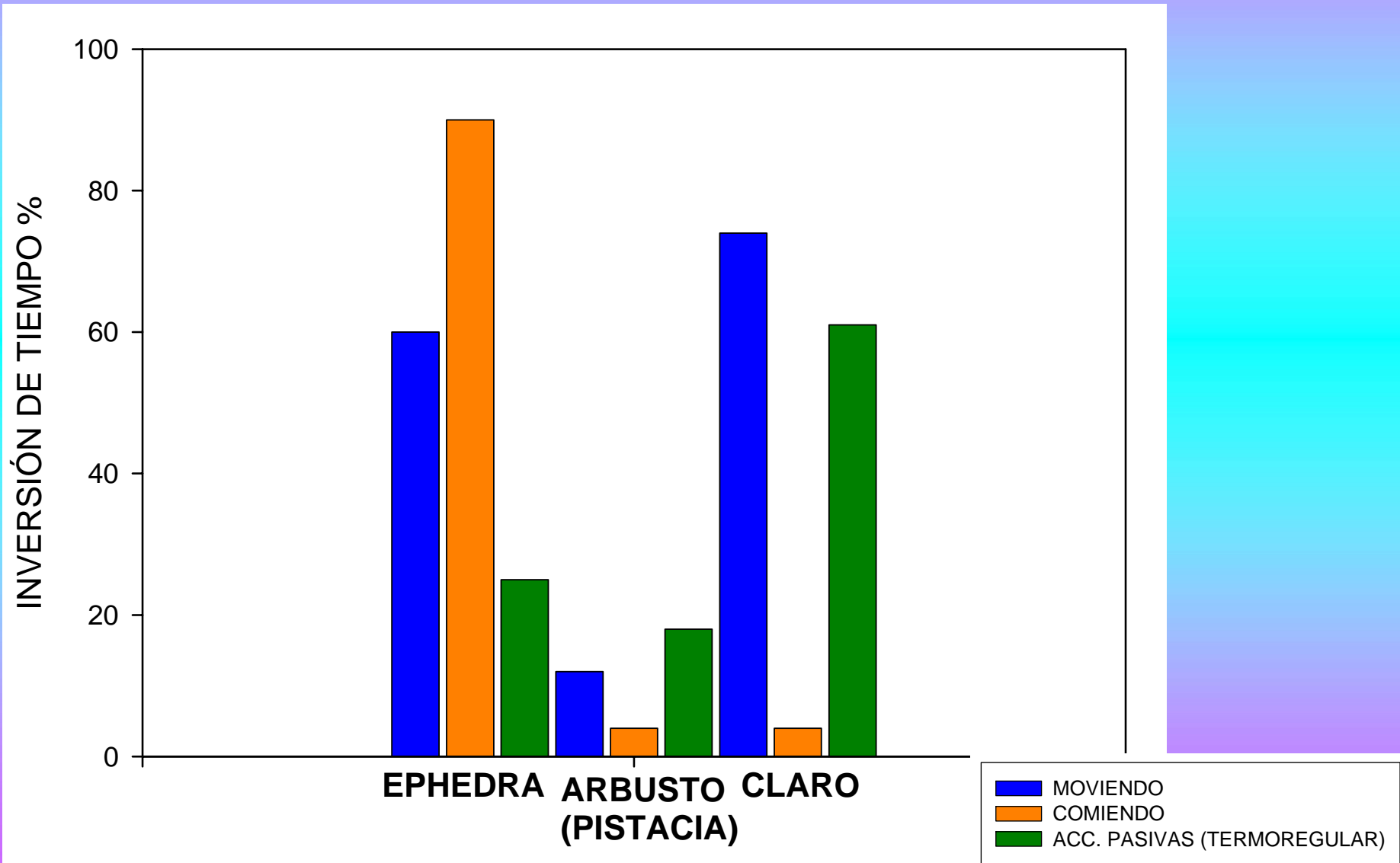
## Semillas germinan más en claros

Paso por TD incrementa % germinación de manera marginalmente significativa



5) ¿En cual microhábitat la lagartija pasa la mayor parte del tiempo y en que actividades?

Lagartijas utilizan más los claros para termoregular y moverse



# Conclusiones



*Podarcis lilfordi*

**NO** poliniza



**SI** dispersa  
Dispersor efectivo

1) Lagartijas y aves tienen igual importancia en la remoción de frutos



2) Paso por TD  $\blacktriangle$  % germinación

3) Micrositios donde semillas germinan más las lagartijas pasan más tiempo en actividades que benefician la dispersión de las semillas de la planta



→ Claros



*Podarcis lilfordi*



*Ephedra fragilis*



Interrupción mutualismo



Puede afectar la germinación y eventualmente el reclutamiento de la población de *Ephedra fragilis*



Funcionamiento del ecosistema



Donde no hay *Ephedra fragilis* hay más probabilidad de erosión

# Agradecimientos



Guardas Dragonera: Joan y Lorenzo

Director: Martín Mayol

Fotos: Eduardo Infantes y Jaime (Dragonera)

Benigno Padrón

Ana Traveset



1) ¿Es importante la polinización animal para el éxito reproductivo de *E. fragilis*?  
(Insectos, lagartijas)

Se escogieron 30 plantas al azar



Exclusión de polinización animal

**+ Viento - Animales**

Exclusión de polinización por viento

**- Viento - Animales**

Control

**+ Viento + Animales**

2) ¿Cuál es la importancia de lagartija Balear en la remoción de frutos de la planta?

Julio-Septiembre 2007

**CONTROL: +Lagartijas +Aves**



**+Lagartijas -Aves**



**-Lagartijas +Aves**

3) ¿Cuál es el efecto del paso por el tracto digestivo de la lagartija sobre la germinación?

4) ¿Cuál de los microhábitats disponibles en el ambiente es más apto para la germinación de las semillas?

Se pusieron a germinar semillas ingeridas por la lagartija y control

*Ephedra fragilis*



Arbusto

*Pistacia lentiscus*



Claro



## 8. Reestablint l'equilibri de les platges, per un ús públic i conservació sostenible

Laura Royo<sup>1</sup>, David March<sup>2</sup>, Anna Traveset<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratori d'Ecologia Terrestre - Recursos Naturals, IMEDEA (CSIC-UIB) <sup>2</sup> Laboratori d'Ictiologia - Recursos Naturals, IMEDEA (CSIC-UIB)

Els sistemes platja-duna proporcionen un servei de protecció natural a la costa, a més d'una àrea d'oci que ha anat esdevenint crucial per l'economia local. El trepig continu de la vegetació afecta a la supervivència d'aquesta flora especialitzada. L'ús públic de les platges de balears i del seu entorn és un fet ben palès des dels anys seixanta i que poques vegades s'ha introduït dins els plans de gestió.

Segons els últims informes de la EU, 824 km de costa espanyola –sobre un total de 6584 km- han sofert problemes d'erosió costanera. Per resoldre aquests problemes les administracions implicades -en el cas espanyol- dues com a mínim (Ministerio de Medio ambiente, D.G. de Costas i l'Ajuntament afectat) han dedicat recursos i esforços, no sempre amb resultats perdurables. Un dels agents naturals implicats en la dinàmica dunar, la vegetació pionera, incrementa la estabilitat local del sediment a més de ser un hàbitat altament especialitzat i de prioritària conservació per la EU.

La contribució d'aquest estudi és la d'anar més enllà que l'aplicació de procediments experimentals mitjançats els estàndards internacionals duts a terme fins al moment. L'objectiu és descriure la situació de la vegetació pionera de la platja després d'anys d'intens ús públic per tal de: 1) conèixer els patrons de distribució de la vegetació pionera i 2) avaluar l'efecte de la protecció (per evitar el trepig) a la comunitat vegetal de la platja alta.

Des de l'aportació de Cole i Bayfield (1995), dels estàndards per analitzar els efectes de diferents intensitats de trepig sobre les comunitats vegetals, s'han dut a terme molts experiments de curta durada arreu del món. La realitat és, però, que l'ús públic no és un impacte curt, puntual i definit, si no que generalment és erràtic en l'espai (es passeja paral·lelament i perpendicularment a la costa i s'hi realitzen estàncies mitges de 5:02 h) i en el temps, amb major intensitat de maig a octubre (a la Mediterrània). S'ha trobat que el seu efecte s'acumula d'un any per l'altre; ja que si una planta no arriba a créixer o donar fruits o els juvenils no es poden desenvolupar, cada vegada hi haurà menys plantes que afavoreixin l'estabilització del sediment.

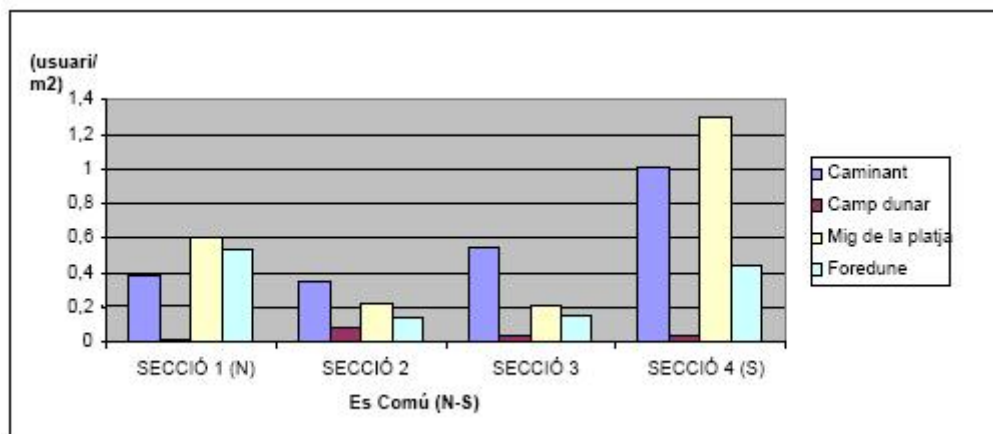
Dels estudis realitzats entre Maig i Setembre del 2006 i 2007 s'han trobat 36 espècies pertanyents a 18 famílies diferents:

*Amaryllidaceae: Pancratium maritimum L.; Brassicaceae: Raphanus raphanistrum L. subsp. landra (Moretti ex DC.) Bonnier & Layens; Chenopodiaceae: Atriplex prostrata Boucher ex DC., Atriplex tornabenei Tineo ex Guss, Beta maritima L. subsp. Maritima Salsola kali L. subsp. ruthenica (Iljin) Soó; Compositae: Aetheorhiza bulbosa (L.) Cass. subsp. bulbosa*

*Helichrysum stoechas (L.) Moench, Sonchus maritimus L. subsp. aquatilis (Pourr.) Nyman Sonchus oleraceus L., Sonchus tenerrimus L. var. pectinatus (DC.) Cosson; Convolvulaceae: Calystegia soldanella (L.) R.Br.; Cruciferae: Cakile maritima Scop., Matthiola sinuata (L.) R. Br., Rapistrum rugosum ( L. ) All.; Cupressaceae: Juniperus oxycedrus L. subsp. macrocarpa (Sibth. et Sm) Ball.; Cyperaceae: Schoenus nigricans L.; Euphorbiaceae: Euphorbia paralias L., Euphorbia peplis L.; Graminaceae: Ammophila arenaria ( L. ) Link, Cutandia maritima (L.) W. Barbey, Elymus farctus (Viv.) Runemark, Lagurus ovatus L., Sporobolus pungens (Schreber) Kunth, Parapholis incurva (L.) C. E. Hubbard; Leguminosae: Lotus cytisoides (L.) Arcang., Medicago littoralis Rohde ex Loisel; Liliaceae: Smilax aspera L. subsp. Aspera; Plantaginaceae: Plantago coronopus L., Plantago crassifolia Forsk.; Plumbaginaceae: Limonium echioides ( L. ) Mill.; Polygonaceae: Polygonum maritimum L.; Primulaceae: Anagallis arvensis L.; Rubiaceae: Crucianella maritima L.; Umbelliferae: Crithmum maritimum L. i Eryngium maritimum L.*

La distribució de la vegetació pionera és i s'ha trobat, principalment, funció de la distància a la costa, ja que aquesta condiona la intensitat dels estressos als quals aquestes comunitats s'han d'adaptar: esprai marí, enterrament i abrasió per xoc amb els grans de sorra, inundacions intermitents, sequera, nivells alts d'intensitat de llum solar, exposició als vents, salinitat i deficiència de nutrients (Hesp, 1991). Les comunitats de plantes costaneres tenen similituds evidents arreu del món, ja que les condicions a les que s'han d'adaptar són semblants. Tot i l'elevat grau de cosmopolitisme, la predominança d'aquestes espècies no es troba en ambients no costaners.

Un altre dels factors que s'ha trobat explicatiu dels patrons de distribució de la vegetació de platja és efectivament l'ús públic de la zona i la seva distribució espacial sobre la platja, així com la presència o absència de petits camins travessant la primera duna. Un dels efectes directes és l'acció mecànica de trepig o d'estància perllongada en zones on les plantes es desenvolupen; l' ampliament o l'obertura de nous camins des de la platja cap a les dunes interiors. Com a efectes indirectes, la desestabilització de la foredune i l'acumulació de residus.



Gràfic 1: Densitat d'usuaris al llarg d'Es Comú segons l'activitat

Gràcies a la instal·lació d'unes proteccions senzilles a la platja de Muro, al Parc Natural de s'Albufera, s'ha pogut comprovar l'efecte d'aquestes sobre la cobertura de la vegetació. Aquestes proteccions són una de les tècniques toves més utilitzades a l'estat espanyol per a evitar el pas dels usuaris. Construïdes amb pals de fusta, sobresurten 1m del sòl i estan lligades entre elles amb cordes de 4 cm de diàmetre. Per a realitzar l'estudi es van tenir en compte tres tractaments: platja sense protecció, amb protecció permanent des del 2001 (sense manteniment posterior) i una zona de protecció amb manteniment posterior des del 2006 només durant el període estival. Les dades han estat tractades des d'un punt de vista geoestadístic, dels anàlisis s'ha conclòs que en les zones protegides ben mantingudes, la cobertura de la vegetació ha augmentat significativament al segon any d'instal·lar-les. Aquest resultat s'explica pel temps que necessiten les plantes per créixer, donar fruits, i que els juvenils l'any següent es desenvolupin i augmenti la cobertura d'aquella espècie pel fet de no suportar estressos físics. Respecte les proteccions permanents, són efectives en l'augment de cobertura de la vegetació, però la prohibició de pas no és sempre respectada pels usuaris, a més de donar un aspecte de descuit de la platja per part de les administracions. És significatiu el descens de cobertura de la vegetació d'una any per l'altre en zones no protegides si és fa més evident en les zones on hi ha camins més transitats.

Model de cobertura de la vegetació (+ l'efecte de la distància a la mar)	AIC
model 0 (coverage versus coverage)	3724
model season + protection (presence/absence)	3686*
model season + protection3 protection (range of protection)	3610*
model interaction season~protection	3688*
model interaction season~protection3	3614*

Taula 1: models aplicats sobre la cobertura de vegetació, excloent l'efecte de la distància a la mar.



Diversos investigadors han estudiat els impactes del trepig sobre els sistemes dunars, Andersen (1995) va resumir aquests efectes: compactació del sòl, reducció de la matèria orgànica del sòl, disminució de la cobertura vegetal, reducció de la producció de biomassa, reducció del nombre d'espècies de flors, desaparició d'espècies vulnerables, la creació de camins, la pèrdua de biodiversitat i la conversió de la comunitat en tipus ruderal (Scmidt, 1994). Depenent de les característiques de cada platja, l'ús públic pot ser fins i tot beneficiós, perquè dinamitza el desenvolupament de la foredune. En casos de platges amb pocs aportaments sedimentaris i molt freqüentades, el trepig és un factor de desestabilització que afecta inevitablement a la geomorfologia de la zona. Paral·lelament, les fulles mortes de *Posidonia oceanica* dipositades sobre la platja són una entrada de nutrients –que no s'hauria de retirar indiscriminadament- ja que de manera natural afavoreixen les relacions ecològiques de les comunitats costaneres. Per tant una gestió adequada ha de considerar tots els factors en joc del sistema dunar, incloent-hi tant, les característiques geomorfològiques i ecològiques, com les socials (Nordstrom et al.1990).



Laura Royo a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient



**Medi Ambient**

Biodiversitat, funcionament d'ecosistemes, àrees protegides i canvi global

# REESTABLINT L'EQUILIBRI DE LES PLATGES, PER UN ÚS PUBLIC I CONSERVACIÓ SOSTENIBLE

Projecte UGIZC- VegeDuna

Investigador principal del projecte UGIZC: Joaquin Tintoré  
Investigadora principal del subprojecte VegeDuna: Anna Traveset  
Investigadors: Laura Royo, David March i Jaume Servera



Govern de les Illes Balears

Investigació per a la sostenibilitat de la Zona Costanera de les illes Balears  
[www.costabalearsostenible.es](http://www.costabalearsostenible.es)



## Introducció

Els sistemes platja-duna proporcionen:

- servei de protecció natural a la costa,
- àrea d'oci que ha anat esdevenint crucial per l'economia local.

És un ecosistema complexe caracteritzat per agents de tipus geogràfics, climàtics, biològics i geològics i el seu elevat dinamisme.

Actualment platges i dunes es contempen com un sistema sedimentari integrat que adequa la seva forma i perfil a les condicions energètiques a les que està sotmès i al balanç sedimentari del sector.

La vegetació pionera, incrementa la estabilitat local del sediment i és un hàbitat altament especialitzat i de prioritària conservació per la EU.

L'ús públic de les platges de balears i del seu entorn és un fet ben palès des dels anys seixanta i que poques vegades s'ha introduït dins els plans de gestió.



## Objetius generals

L'objectiu és descriure la situació de la vegetació pionera de la platja després d'anys d'intens ús públic per tal de:

- 1) conèixer els patrons de distribució de la vegetació pionera i
- 2) avaluar l'efecte del trepig sobre a la comunitat vegetal de la platja alta.

### Impactes del trepig:

- compactació del sòl,
- reducció de la producció de biomassa,
- desaparició d'espècies vulnerables,
- reducció de la mat. orgànica del sòl,
- reducció del núm. spp amb flors,
- comunitat en tipus ruderal

La contribució d'aquest estudi és la d'anar més enllà de l'aplicació de procediments experimentals mitjançats els estàndards internacionals duts a terme fins al moment.

## Perquè no s'han seguit els estàndars?

Des de l'aportació de Cole i Bayfield (1995) dels estàndars per analitzar els efectes de diferents intensitats de trepig sobre les comunitats vegetals.

La realitat és, però

L'ús públic no és un impacte curt, puntual i definit

Avaluar l'impacte del trepig adaptant-nos a les característiques intrínseques:

- ús intens des dels anys 60
- impacte erràtic: passeig, estàncies perllongades (5:02 h)
- intensitats concentrades de maig a setembre

*Journal of Applied Ecology* 1995, 32, 203-214

### Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response\*

DAVID N. COLE

*Aldo Leopold Wilderness Research Institute, Forest Service, US Department of Agriculture, PO Box 8089, Missoula, MT 59807, USA*

#### Summary

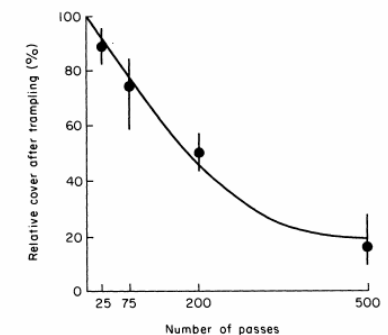
1. Experimental trampling was conducted in 18 vegetation types in five separate mountain regions in the United States. Each type was trampled 0-500 times. Response to trampling was assessed by determining vegetation cover 2 weeks after trampling and 1 year after trampling.
2. Response varied significantly with trampling intensity and vegetation type. Trampling intensity and vegetation type explained more of the variation in vegetation cover 2 weeks after trampling than they did 1 year after trampling.
3. For most vegetation types, the relationship between vegetation cover after trampling and trampling intensity was best approximated by a second order polynomial of the form  $Y = A - BX + CX^2$ . The relationship was linear in a few vegetation types.
4. The curvilinearity of the relationship between trampling intensity and surviving vegetation cover decreased with increases in resistance, tolerance and species diversity of the vegetation type.

*Key-words:* recreation impact, regression analysis, vegetation impact.

*Journal of Applied Ecology* (1995) 32, 203-214

208

Experimental trampling of vegetation



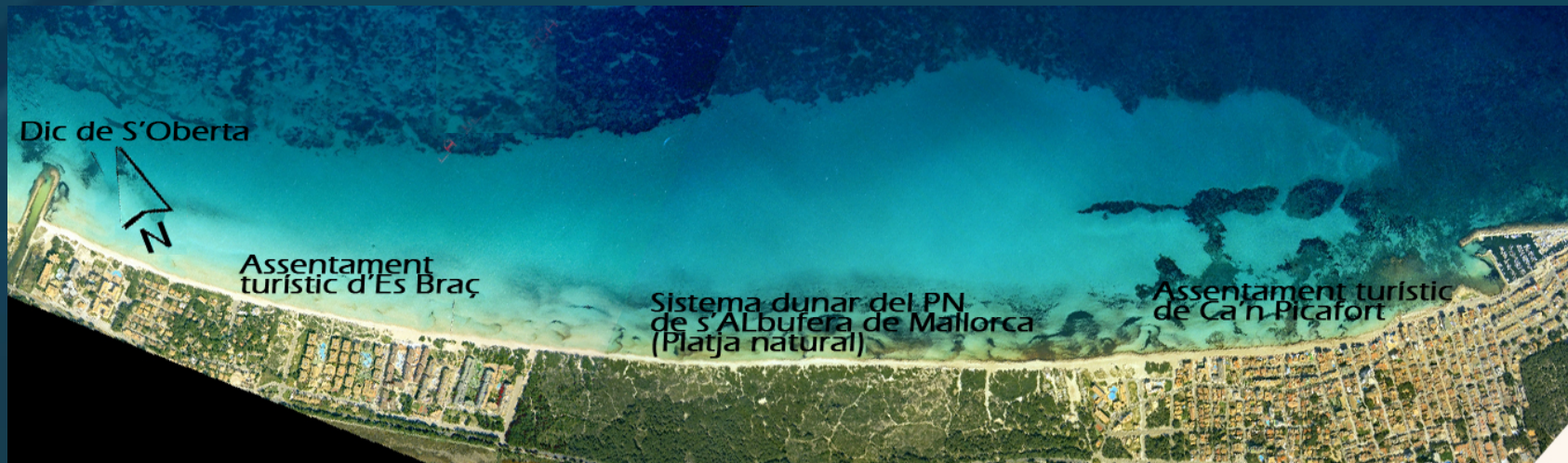
## Zona d'estudi (I)

La zona escollida com a àrea d'estudi és Es Comú de Muro:

- Un sistema dunar protegit per la figura de Parc Natural.
- Terreny comunal d'explotació i profit (fusta, bolets, fruits del bosc, etc)
- Coneguda zona de sol i platja
- Confina amb dos emplaçament turístics

Les administracions que la gestionen:

- El sistema dunar-> Parc Natural de S'Albufera de Mallorca, així com la zona humida.
- La platja ->Dir. Gral. de Costas; l'Ajuntament de Muro i activitats i accions puntuals del PN de S'Albufera de Mallorca.



## Zona d'estudi

A nivel geomorfològic:

- La foredune ha desaparegut o es troba molt fragmentada
- La línia de costa i la primera de vegetació es troben en retrocés visible
- La primera línia de duna està tallada per camins generats artificialment



- Pèrdua de l'ecosistema dunar
- Pèrdua d'Hàbitats prioritaris: 1120-Praderes de *Posidonia* (*Posidonium oceanicae*); 2130-Dunes costaneres fixes amb vegetació herbàcia (dunes grises); 2250-Dunes litorals amb *Juniperus* spp. (*oxycedrus* subsp. *macrocarpa*)



## Metodologia: patrons de distribució de la vegetació pionera

Entre maig i setembre del 2006: 1008 quadrats d'1m<sup>2</sup>, anotant les següents variables:

- (1) abundància d'espècies,
- (2) presència de protecció,
- (3) presència de camins,
- (4) geomorfologia de la duna,
- (5) distància a la costa i
- (6) pendent.



L'anàlisi es va dur a terme amb el software "R" (gstat, geoR, foreign, maptools i RandomFields)

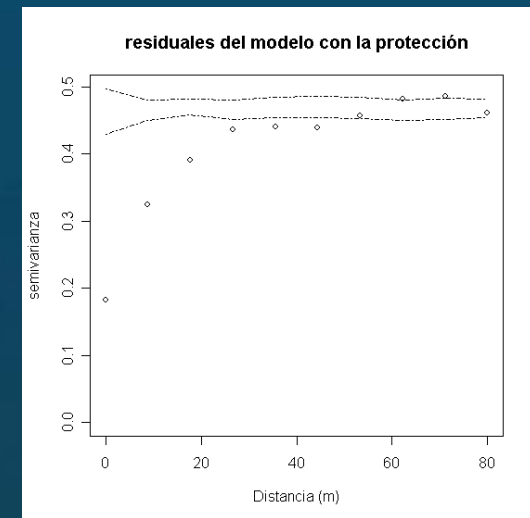


## Metodologia: patrons de distribució de la vegetació pionera

Es genera un (GLM) de la cobertura i amb totes les variables ambientals i la freqüentació.

Tenint en compte l'estructura espacial del model (resultant mitjançant la variografia dels residuals) i permutacions, es van seleccionar les variables explicatives

Adicionalment, es van realitzar quatre censos d'usuaris a la platja d'Es Comú



## Resultats: patrons de distribució de la vegetació pionera

S'han trobat 36 espècies pertanyents a 18 famílies diferents

Les variables ambientals escollides són, en ordre d'importància són:

- distància a la mar
- distància i presència d'escarpe
- freqüentació
- pendent de la platja
- presència de camins

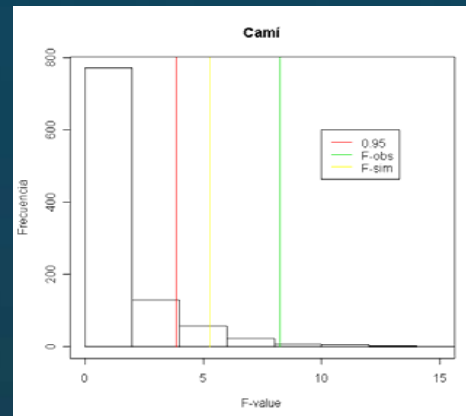
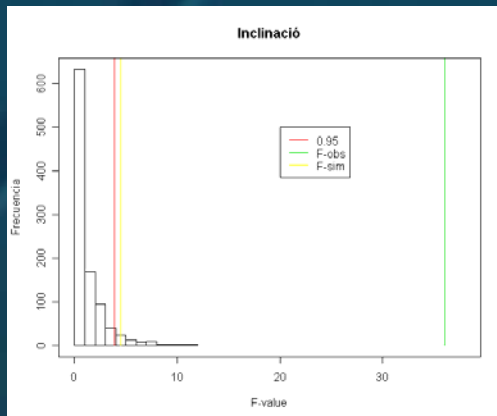
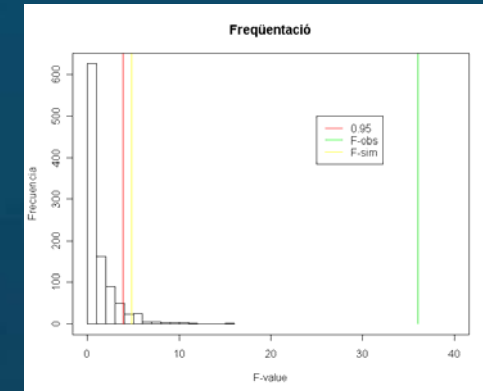
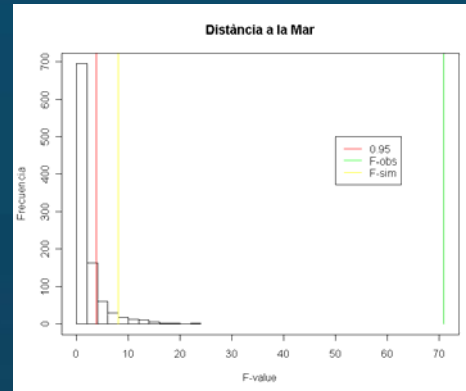
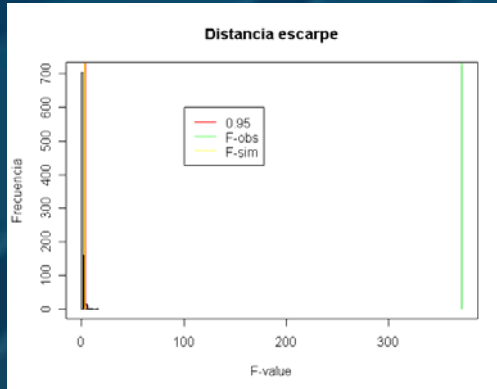
```
> model1 <- glm(lnbiomas~1,data=puntos)
> add1(model1,~distscarpe+distmar+frec+incl+geom+e+de+c+protec)
Single term additions

Model:
lnbiomas ~ 1
              Df Deviance   AIC
<none>                1931.2 2111.3
distscarpe  1    1109.6 1834.0
distmar     1    1692.2 2046.7
frec        1    1886.0 2101.4
incl        1    1801.9 2078.4
geom        2    1900.5 2107.2
e           1    1930.2 2113.1
de          1    1915.1 2109.1
c           1    1900.1 2105.1
protec      1    1862.2 2095.0
```

La cobertura de vegetació augmenta al allunyar-los de la línia de costa, on els estressos físics són més severs: vent, spray marí, enterrament per moviments de sorra

Els camins que creuen la duna, trenquen sistemàticament la primera duna i el cordó vegetat.

# Resultats: patrons de distribució de la vegetació pionera



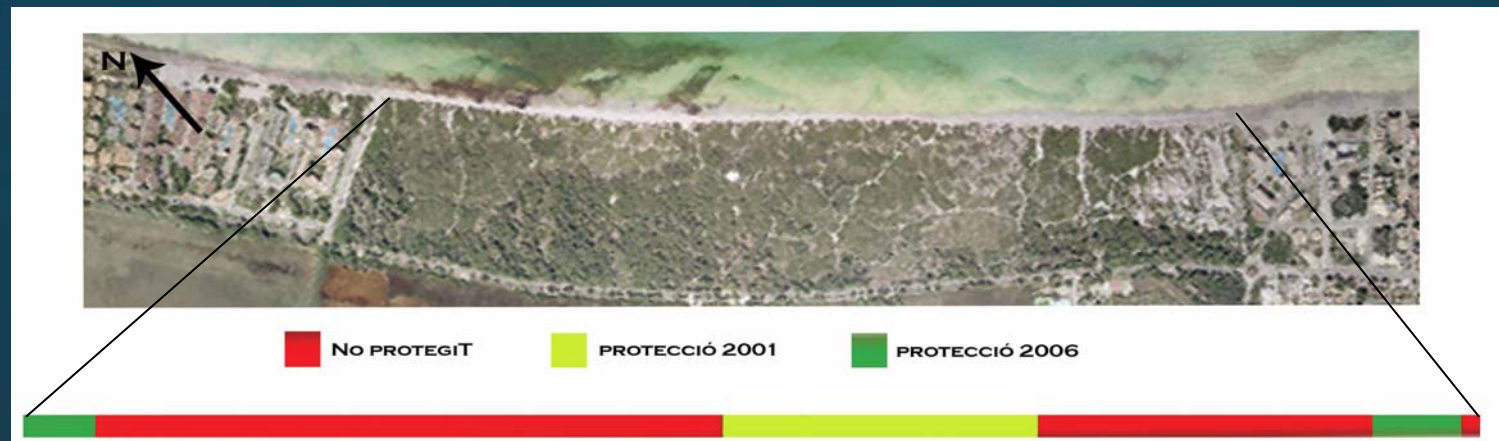
A menor distància de la costa, la intensitat s'estressos físics no permet el desenvolupament de cap espècie, les primeres en aparèixer són : *Atriplex prostrata*, *Atriplex tornabenei*, *Sporobulus pungens*, *Elymus farctus*, *Eryngium maritimum* i *Polygonum maritimum*

## Metodologia: avaluar l'efecte del trepig a la comunitat vegetal de la platja alta

Entre maig i setembre del 2007, es realitzen 71 transectes –6 m de longitud- Els transectes estaven separats 50 m.

S'avalua l'efecte del trepig sobre la cobertura gràcies a les zones d'exclusió de pas (2001 i 2006), mitjançant un GLM (+distància a la costa) i l'AIC.

La variable 'distància a la mar' és la primera en controlar la distribució de la vegetación pionera (Hesp, 1984; Doing, 1991) → s'integra al model com a covariable y es testen els efectes de la presència de protecció i la temporada.



# Metodologia (III)



## Resultats: avaluar l'efecte de la protecció (per evitar el trepig) a la comunitat vegetal de la platja alta.

La prohibició de pas a la zona alta de la platja durant dos anys és efectiva per a recuperar la cobertura de les espècies de vegetació pionera.

Les zones més antigues afavoreixen més el creixement de la vegetació, tot i no estar mantingudes.

Model de cobertura vegetal	Deviance	AIC
cap	172783	<b>3724</b>
<b>distància a la costa</b>	<b>116471</b>	<b>3560*</b>
3 nivells de protecció	130358	3610*
2 nivell de protecció (si/no)	156795	3685
Temporada	172336	3725

Model de cobertura vegetal (+distància a la costa)	AIC
cap	3724
Model temporada + protecció <sup>3</sup>	<b>3610*</b>
Model interacció temporada~protecció	3688*
Model interacció temporada~protecció <sup>3</sup>	<b>3614*</b>


A diferència de les dades recollides al 2006, 5 mesos després de la protecció, → ja que no s'ha donat temps a que la planta doni fruits, germinin, els juvenils es desenvolupin i formin cobertura vegetal

## Conclusions

1. La cobertura total de la vegetació ha augmentat significativament al segon any -2007- d'exclusió del pas d'usuaris
2. L'efecte s'acumula d'un any per l'altre; si una planta no creix → no dóna fruits → els juvenils no es desenvolupen
3. El sistema utilitzat per a evitar el tràfic d'usuaris és un mètode senzill i poc costós, que té com a altres avantatges:
  1. la no formació de nous camins que tallin la primera duna ni el cordó vegetat,
  2. s'evita de desestabilització de la geomorfologia natural i
  3. es redueixen els nivells de residus



## Conclusions

- 
4. La platja d'Es Comú de Muro es troba en regressió, tot el sistema avançarà terra endins, fins trobar el seu equilibri, aquesta tendència és irreversible, tot i això certes tècniques poden ralentitzar el procés:
    - Plantació d'espècies pioneres autòctones de la zona, per a recuperar l'ecosistema de la platja alta i afavorir la retenció de sediment
    - Instal·lació de captadors de sediment (instal·lats per la Dir.Gral. de Costes al febrer del 2008)
    - Informació als usuaris
  5. Totes aquestes mesures són perfectament aplicables i adequades per platges naturals, sense comprometre l'economia de la zona.



Gràcies per la vostra assistència...



## 9. Assessment of the structure of the eukaryotic leaf-epiphytic community of *Posidonia oceanica* using a molecular fingerprinting technique (tgge)

F.J. Medina-Pons<sup>1</sup>, J. Terrados, R. Rosselló-Mora

Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB) Miquel Marqués, 21 07190, Esporles, Mallorca, Spain

Seagrass leaves have been recognised as the main hard substratum in shallow sedimentary environments, providing suitable conditions for the establishment of a species-rich community of epiphytes. Seasonal differences in eukaryotic leaf-epiphyte structure of seagrass *P. oceanica* (L.) Delile have been largely studied using classical techniques (dissecting microscope and/or microscope). Variability in epiphyte biomass and specific composition along the succession has been related to seasonality of growth and high turn-over rates of *P. oceanica* leaves. Our main goal was to develop a molecular methodology (DNA extraction, PCR (Polymerase chain reaction) and TGGE (Temperature Gradient Gel Electrophoresis)), largely used in microbial studies, to detect structural changes between two stages of the succession (winter vs. summer-early autumn) of eukaryotic leaf-epiphytic community. Patterns obtained using TGGE (Fig. 1) and classical techniques were generally consistent (Table 1). Higher complexity of leaf-epiphytic community (higher number of OTUs shoot<sup>-1</sup> and species richness shoot<sup>-1</sup>) was obtained at the end of the succession (summer) related to the presence of Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta and Zooepiphytes. Lower diversity was obtained in winter and the community was characterised by a mixture of encrusting Rhodophyta and Phaeophyta. Sampling size (minimum number of *P. oceanica* shoots) to adequately represent the structure of eukaryotic leaf-epiphytic community was of the same order of magnitude when these two techniques were applied. To conclude, TGGE reflects in great extent results obtained using classical techniques and was less time consuming. Both reasons make this molecular technique an excellent parallel approach for comparative studies about the structure of the *P. oceanica* epiphytic community.

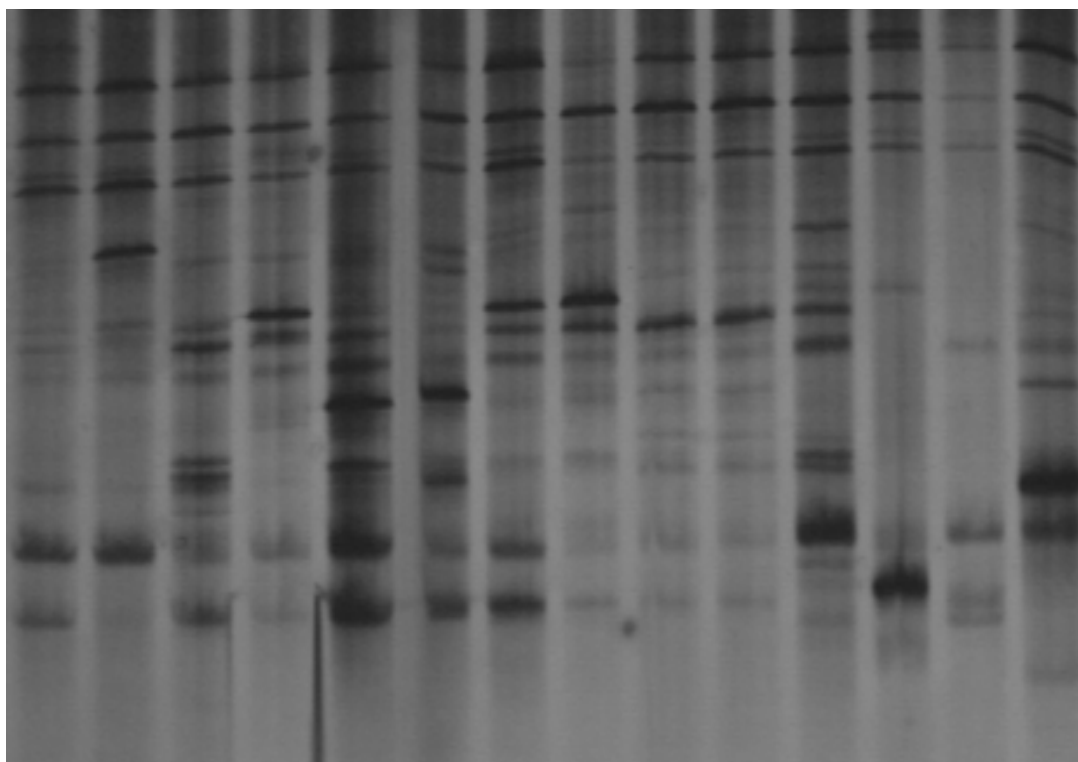


Figure 1. TGGE showing some of the September samples

Table 1. Summary of main results of this study

Variable	February	September
Number of OTUs shoot-1 (TGGE) (Mean values+SD)	11.9+5.2	22.3+3.9
Species richness shoot-1 (Optical microscope) (Mean values+SD)	6+2.1	14.7+4.5
Cumulative number of different OTUs (TGGE)	30	38
Cumulative number of species richness (Optical microscope)	10	38
Necessary sampling effort (number of shoots) (TGGE)	6	4
Necessary sampling effort (number of shoots) (Optical microscope)	5	8

Acknowledgements:

This work has been carried out within the framework of the Project called: Proyecto Piloto para la Elaboración de una Estrategia Balear de Gestión Costera Integrada I + D + i GIZC in agreement with Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació of the Conselleria d'Economia, Hacienda i Innovació (Govern de les Illes Balears) and IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas -

Universidad de les Illes Balears). We are very grateful to A. Gómez-Garreta and members of 'Departament de Productes Naturals, Biologia Vegetal y Edafologia' of University of Barcelona (UB) for their help with macroalgae epiphyte taxonomy. Funding was provided by Ministerio de Educación y Ciencia (Acción Complementaria CTM2005-23775-E), Govern de les Illes Balears (Acció Especial de recerca, desenvolupament tecnològic i innovació, year 2006), Ministerio de Medio Ambiente, Red de Parques Nacionales (research project 055/2002) and CSIC (Proyectos Intramurales Frontera 200530F0033 and 200530F0182). F.J.M.P would like to thank 'Conselleria de Economia, Hisenda e Innovació' of Balearic Government for a PhD grant (FPI05) that supported this work.



Francisco José Medina a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient



Macrófitos Marinos

Epífitos eucariotas de las hojas de *P. oceanica*

# Evaluación de la estructura de la comunidad epífita eucariota de las hojas de *P. oceanica* aplicando una técnica molecular de “fingerprinting” (TGGE)

Francisco Javier Medina Pons

Jorge Terrados Muñoz

Ramón Rosselló-Mora

IMEDEA (CSIC-UIB)



Govern de les Illes Balears

Investigación para la sostenibilidad de la Zona Costera de las illes Balears

[www.costabalearsostenible.es](http://www.costabalearsostenible.es)

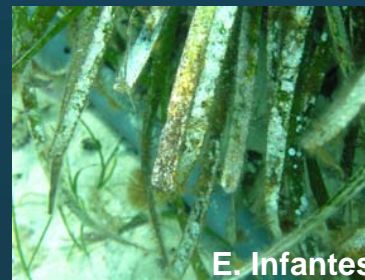
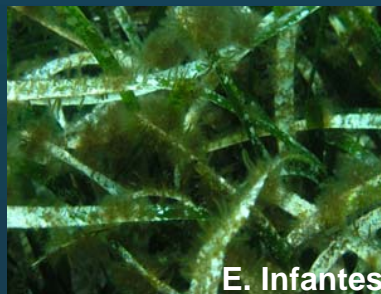


### Introducción

Las hojas de las angiospermas marinas (*Posidonia oceanica*) son el **principal sustrato duro** en zonas arenosas someras (Kendrick & Lavery 2001).

**Condiciones ideales** para establecimiento de una comunidad epífita de **elevada riqueza específica** (Trautman & Borowitzka 1999).

**Elevada riqueza específica:** hongos, bacterias, micro y macroalgas e invertebrados sésiles (Borowitzka et al. 2006).





### Introducción

#### ¿Porqué estudiar esta comunidad?

- **Comunidad relevante en el funcionamiento del ecosistema de *P. oceanica*:** contribución significativa a la biomasa, productividad primaria y ciclo de nutrientes de la comunidad (Ballesteros 1987, Romero 1988, Lepoint et al. 2007).
- **Comunidad dinámica:** La estructura y diversidad de la comunidad de epífitos eucariotas varía en el tiempo debido a las altas tasas de renovación de las hojas de *P. oceanica* (Romero 1989, Pergent & Pergent-Martini 1993).



## Objetivos generales

Desarrollo de una **metodología molecular** para describir la estructura de epífitos eucariotas de las hojas de *Posidonia oceanica*.

## Objetivos específicos

1. Describir la estacionalidad de la comunidad foliar de epífitos eucariotas de *P. oceanica*:
  - a. Inicio de la sucesión (Invierno): **Comunidad pionera**
  - b. Final de la sucesión (Verano): **Comunidad clímax**
2. Determinar el tamaño muestral mínimo para describir la estructura de la comunidad en estas dos épocas del año.

¿Es consistente la información que proporciona esta metodología molecular con la obtenida por técnicas tradicionales?



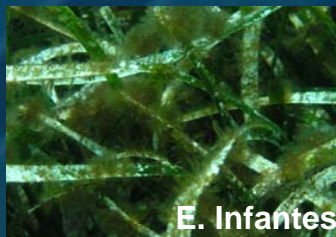
## Tareas realizadas

1. Recolección de haces de *Posidonia* (unidad muestral) en 0.25 m<sup>2</sup> durante Febrero y Septiembre de 2006 en la Victoria (Bahía de Alcudia, Mallorca) (39° 51' N, 3° 11' E).
2. Procesado de las muestras para descripción de la estructura y diversidad de la comunidad
  - Metodología molecular
  - Metodología clásica
3. Tratamiento estadístico de resultados

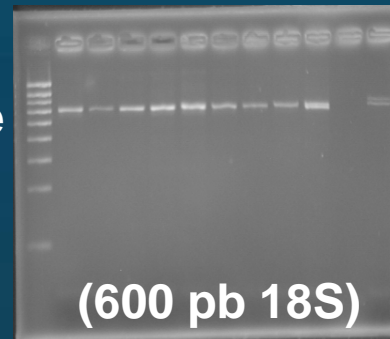
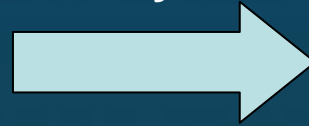
## Tareas realizadas

### Estructura y diversidad de la comunidad

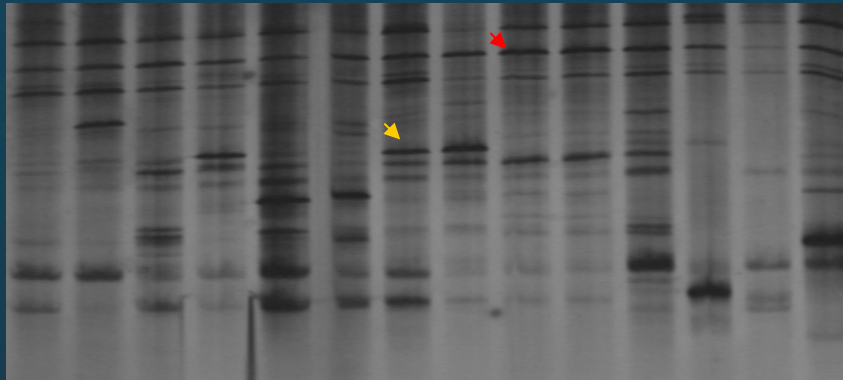
#### Metodología molecular



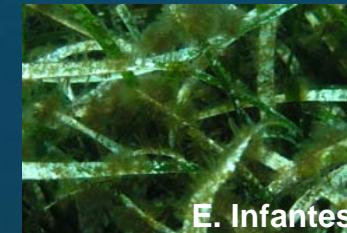
Raspado,  
Extracción de  
ADN y PCR



Separación secuencias del mismo tamaño  
por gradiente de Temperatura (TGGE)



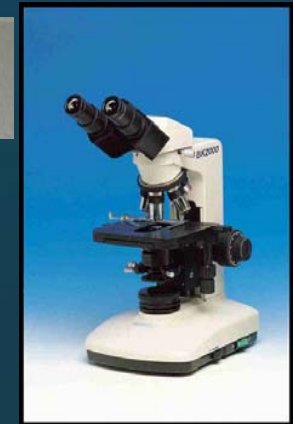
#### Metodología tradicional



Raspado y montaje  
en portaobjetos



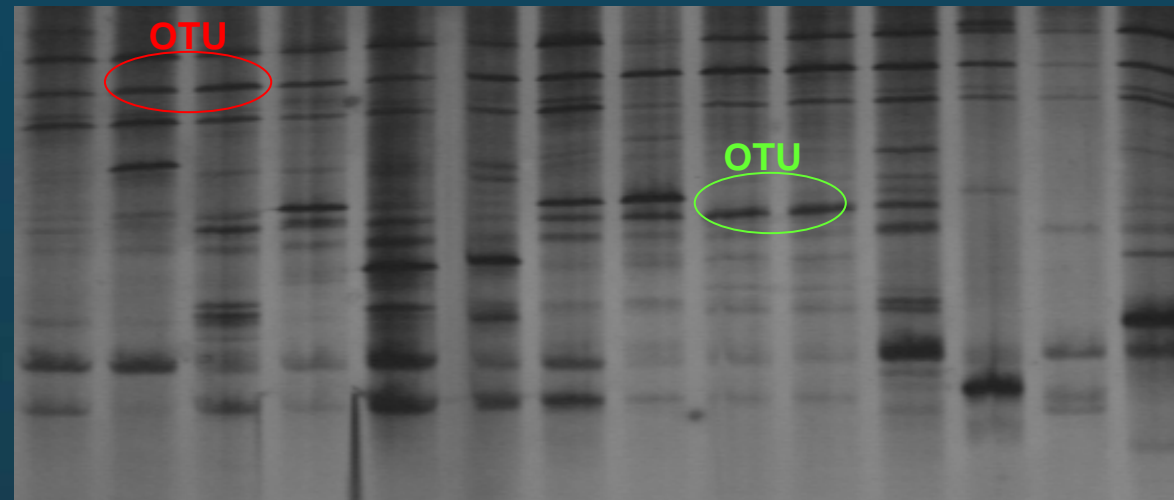
Inventario  
sp. epífitas



## Tratamiento estadístico de los resultados

1. Patrones de bandas TGGE: matriz presencia(1) / ausencia(0) para cada fecha de muestreo.

OTUs: bandas que migran a idéntica posición (Rosselló-Mora & López-López in press).



## Tratamiento estadístico de los resultados

2. ¿Cuál es el tamaño muestral mínimo para describir la estructura de la comunidad?: Curvas rarefacción.
3. Las muestras siguen algún patrón de agrupación?: MDS.
4. ¿La diversidad de la comunidad epífita varía en dos etapas distintas de la sucesión?: ANOVA de un factor (fecha muestreo).

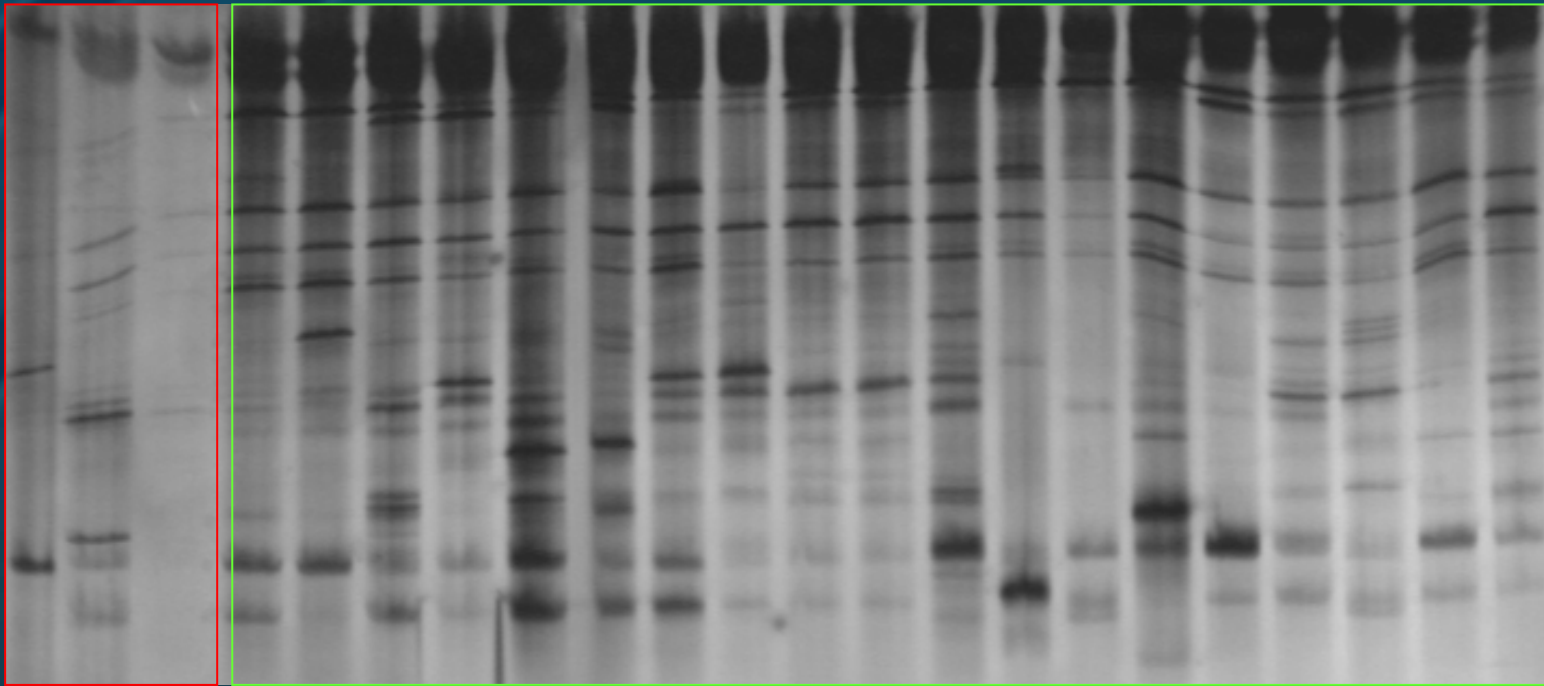
¿Es consistente la información proporcionada por la metodología molecular con la información obtenida con la metodología tradicional

## Resultados (1)

### TGGE

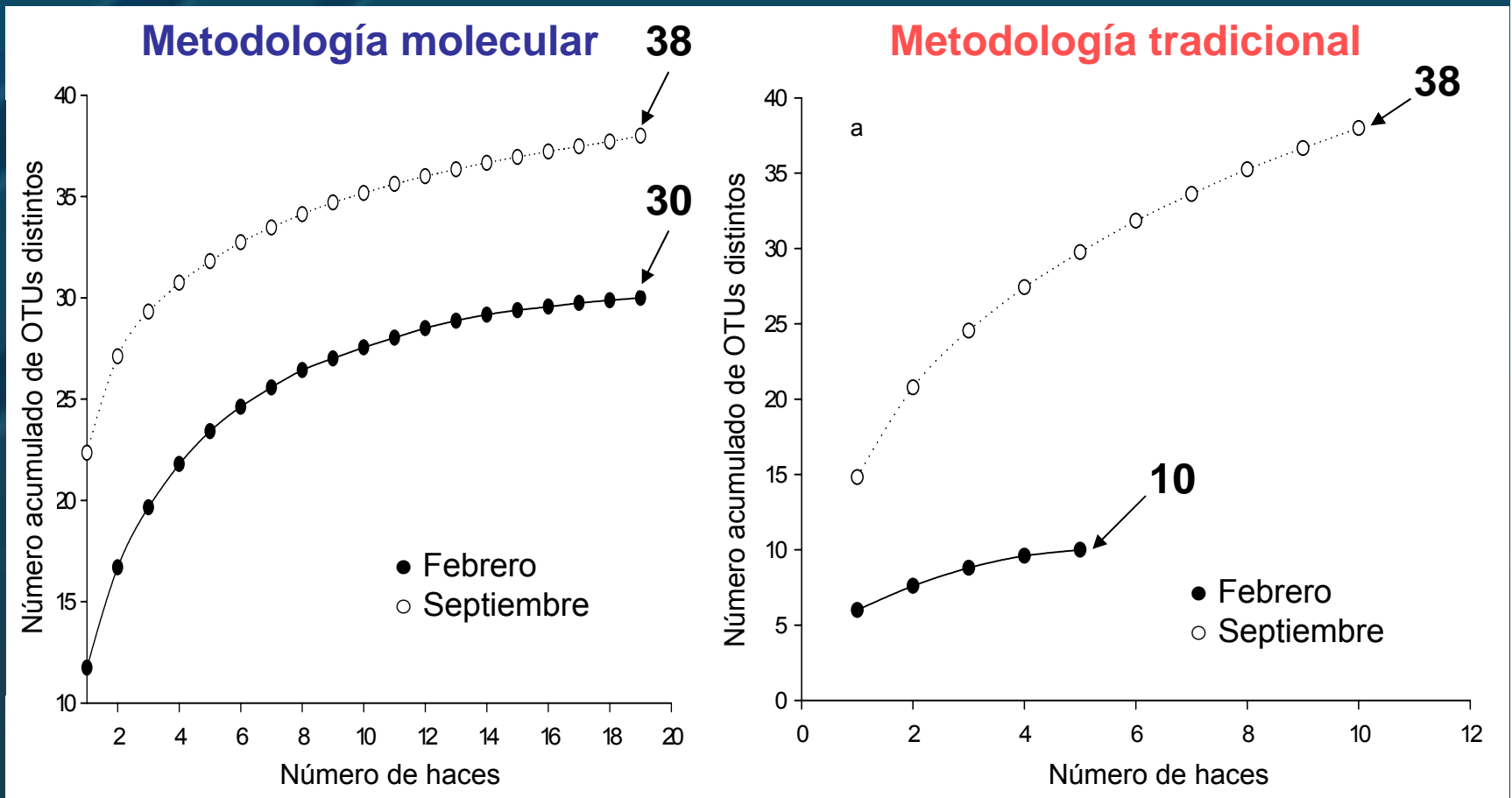
Febrero

Septiembre



## Resultados (2)

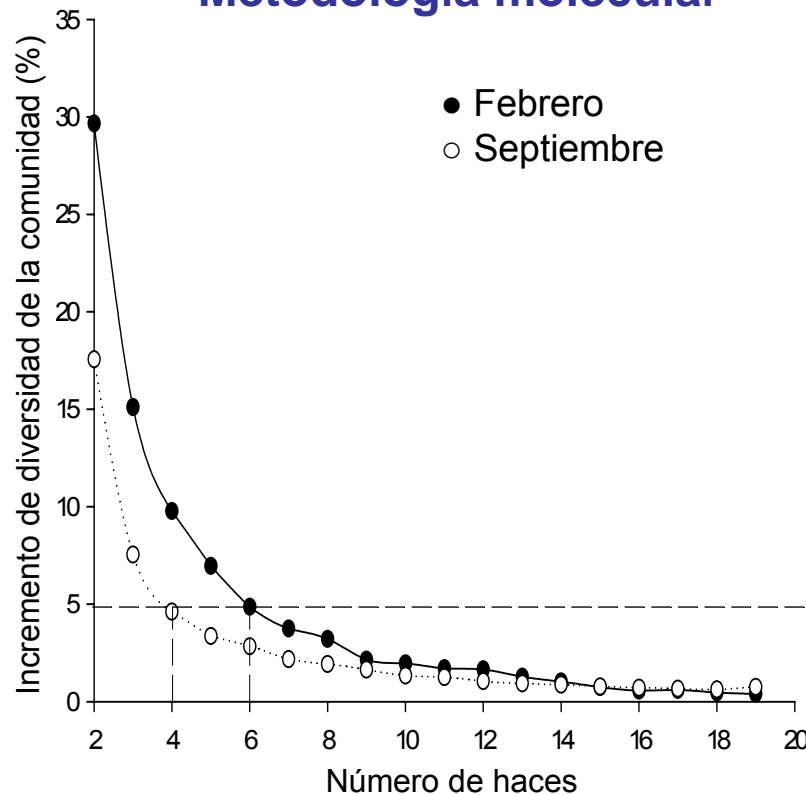
¿Cuál es el tamaño muestral mínimo para describir la estructura de la comunidad?



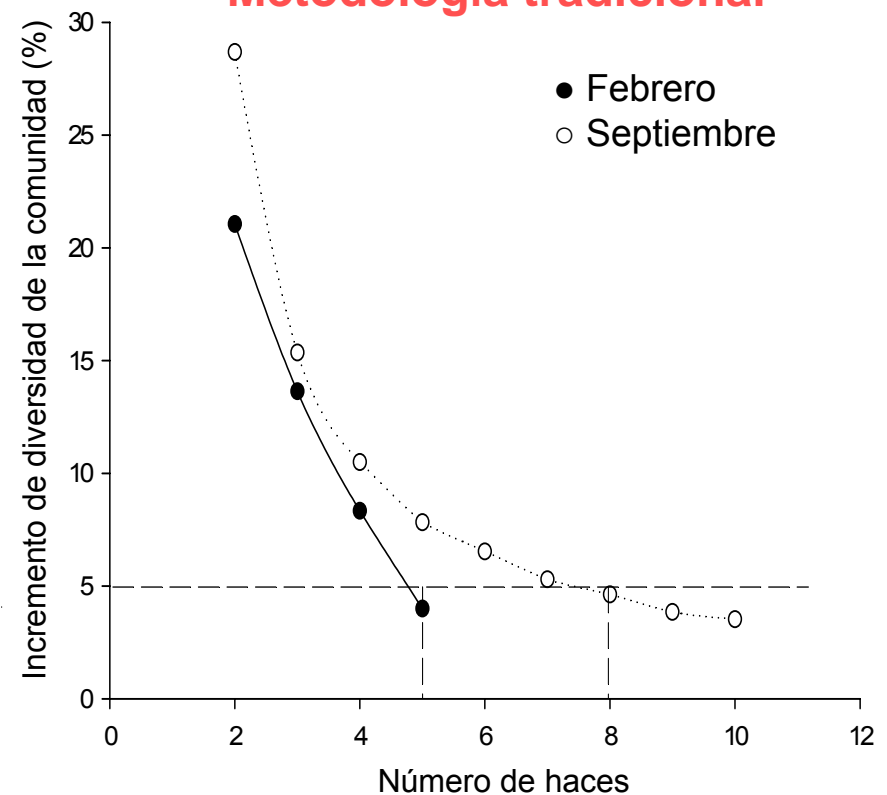
## Resultados (3)

¿Cuál es el tamaño muestral mínimo para describir la estructura de la comunidad?

### Metodología molecular



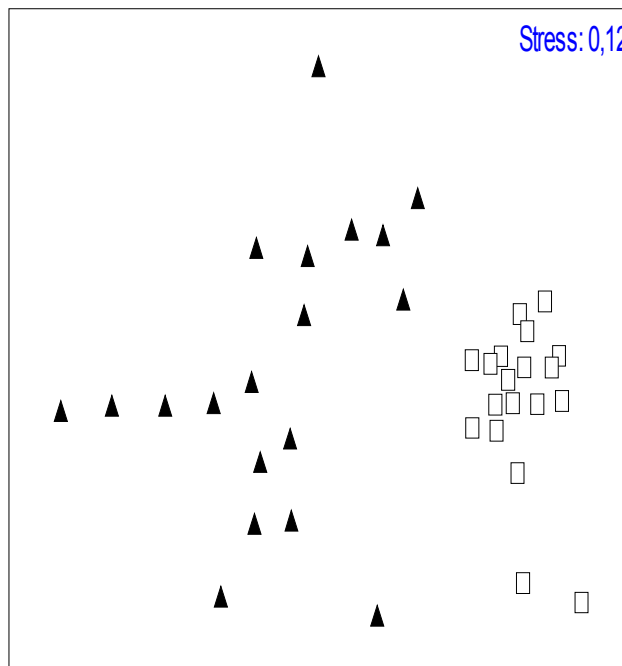
### Metodología tradicional



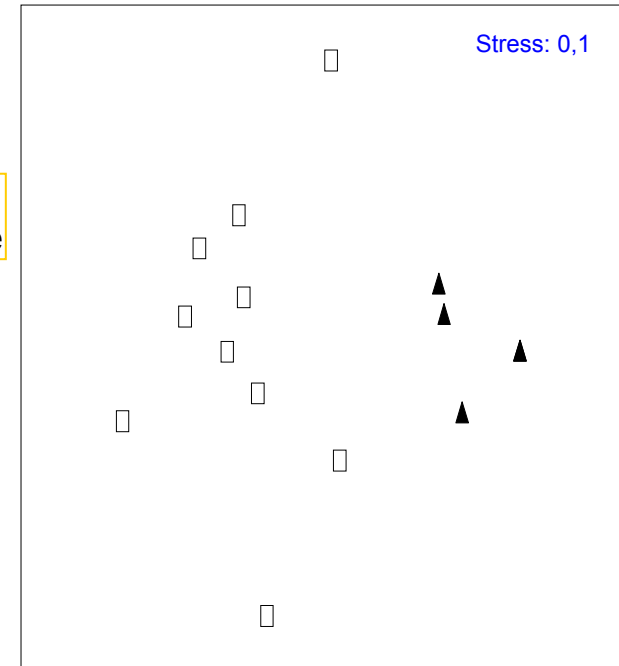
## Resultados (4)

¿Las muestras siguen algún patrón de agrupación?

### Metodología molecular



### Metodología tradicional





## Resultados (5)

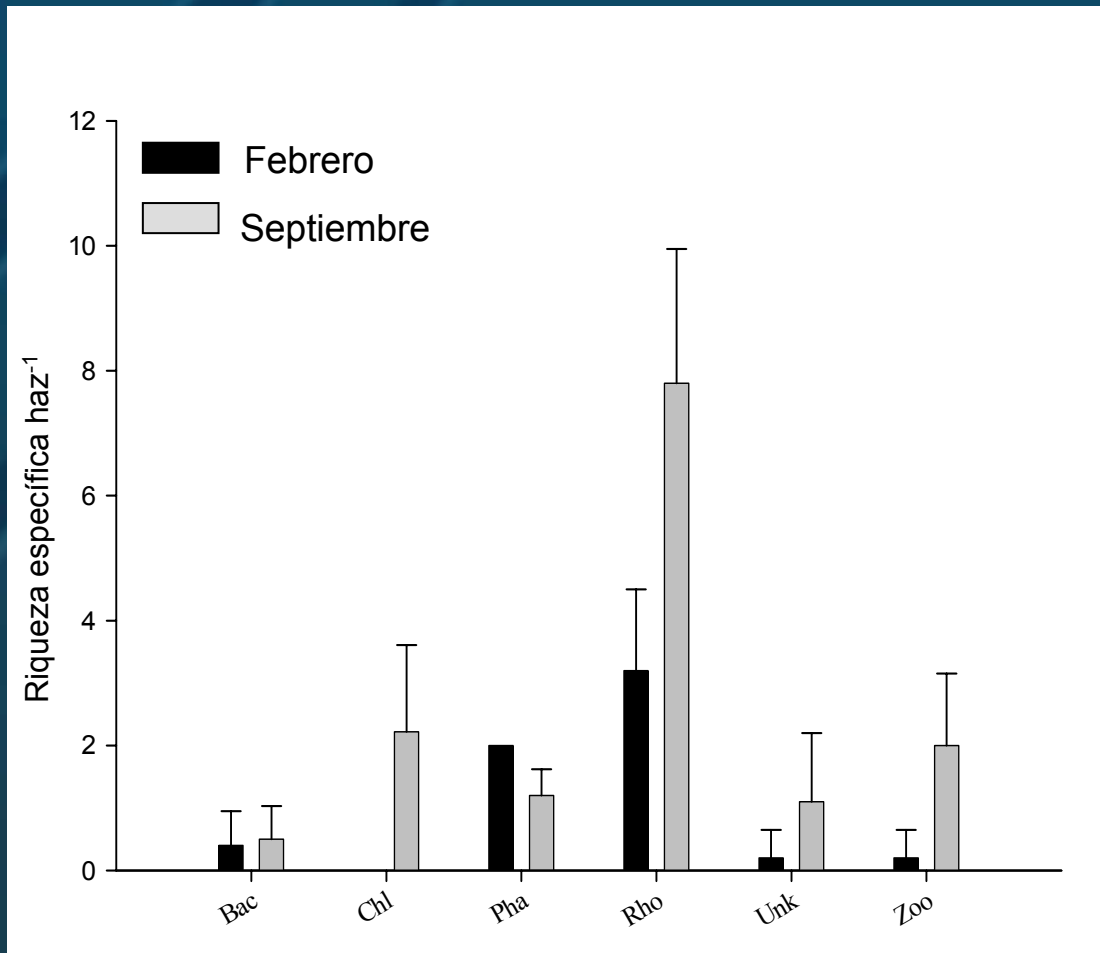
¿La diversidad de la comunidad epífita varía en dos etapas distintas de la sucesión?

Media<sub>±</sub>SD

Variable	Febrero	Septiembre	Fuente de variación	F	p
Número de OTUs distintos haz <sup>-1</sup> (TGGE)	11.9 <sub>±</sub> 5.2	22.3 <sub>±</sub> 3.9	Entre grupos Dentro grupos Total	48,5382	<0.01
Riqueza específica haz <sup>-1</sup> (Microscopio óptico)	6 <sub>±</sub> 2.1	14.7 <sub>±</sub> 4.5	Entre grupos Dentro grupos Total	32,6259	<0.01

## Resultados (6)

### Comunidad pionera y comunidad clímax



**Bac: Diatomeas**

**Chl: Clorófitos**

**Pha: Feófitos**

**Rho: Rodófitos**

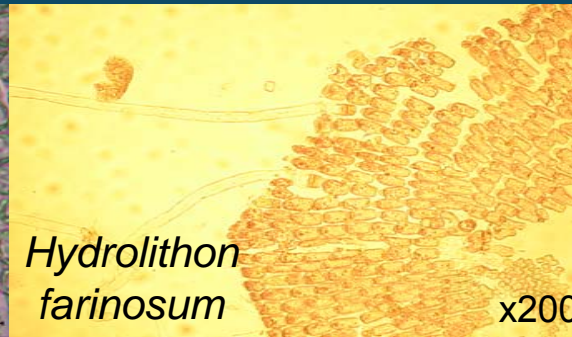
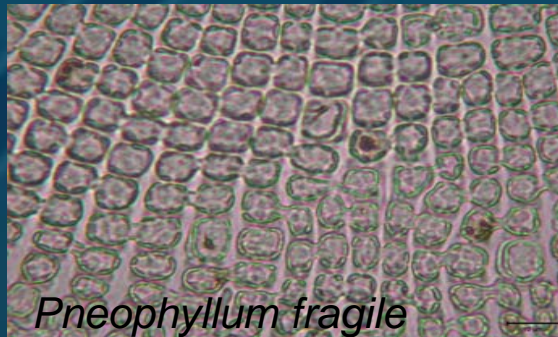
**Unk: Epífitos desconocidos**

**Zoo: Fauna**

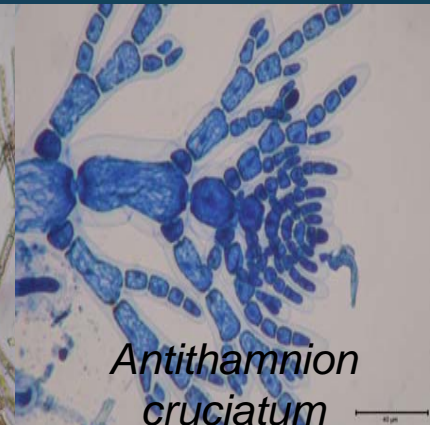
## Resultados (7)

### Comunidad pionera y comunidad clímax

#### Febrero (Algas incrustantes): Comunidad pionera



#### Septiembre (Algas incrustantes + erectas): Comunidad clímax




## Conclusiones

1. La metodología molecular posibilita la detección de diferencias estacionales en la estructura de la comunidad epífita.

Consistente con datos obtenidos aplicando una metodología tradicional y con los estudios previos (Panayotidis et al. 1981, Antolic 1986, Ballesteros 1987).

- ❖ Mayor número de OTUs y riqueza específica/haz al final de la sucesión
- ❖ Las muestras se agrupan en función de la época de recolección
- ❖ El tamaño muestral mínimo para describir la estructura de la comunidad epífita es del mismo orden de magnitud aplicando ambas metodologías

### Conclusiones



2. La elevada riqueza específica de final de la sucesión se debe a la complejidad de la comunidad: rodófitos (especialmente del Orden Ceramiales) + clorófitos + feófitos + diatomeas + zooepífitos (Van der Ben 1971, Antolic 1986, Ballesteros 1987, Mazzella et al. 1989).

3. Hay un número significativo de OTUs comunes (algas incrustantes) a ambas épocas de muestreo que compondrían el estrato permanente de la comunidad epífita (Van der Ben 1971, Antolic 1986, Ballesteros 1987, Mazzella et al. 1989).

## Conclusiones

La metodología molecular propuesta parece una buena aproximación para describir la estructura del conjunto de organismos eucariotas de las hojas de *P. oceanica*





### Agradecimientos

- Grupo Macrófitos Marinos IMEDEA.
- Grupo Microbiología Marina IMEDEA.
- Unidad de Botánica, Facultad de Farmacia (UB).
- Conselleria d'Economia, Hisenda e Innovació (Beca predoctoral).
- Organizadores V Jornades Medi Ambient de les Illes Balears.
  
- Ministerio de Educación y Ciencia (Acción Complementaria CTM2005-23775-E).
- Govern de les Illes Balears (Acció Especial de recerca, desenvolupament tecnològic i innovació, year 2006).
- Ministerio de Medio Ambiente, Red de Parques Nacionales (research project 055/2002).
- CSIC (Proyectos Intramurales Frontera 200530F0033 and 200530F0182).



## 10. Wave Energy and the Upper Depth Limit Distribution of *Posidonia oceanica*

Eduardo Infantes, Jorge Terrados, Alejandro Orfila, Bartolomé Cañellas, Amaya Álvarez  
Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marqués 21, 07190, Esporles, Spain

### Abstract

It is widely accepted that the availability of light sets the lower limit of the bathymetric distribution of seagrasses while the upper limit depends on the level of disturbance driven by currents and waves. The establishment of light requirements for seagrass growth has been a major focus of the research in marine ecology and therefore different quantitative models provide predictions of the lower-depth limit of the distribution of seagrasses. In contrast, the study of the influence of energy levels on the establishment, growth and maintenance of seagrasses have received less attention and to date there are no quantitative models predicting the evolution of seagrasses as a function of the hydrodynamics at large scales. Hence it is not possible to predict neither the upper-depth limit of the distribution of seagrasses nor the effects that different energy regimes will have on them.

The aim of this work is to provide a comprehensible methodology to obtain quantitative knowledge as well as predictive capacity to estimate the upper-depth limit of the bathymetric distribution of seagrasses as a response of the wave energy disposed at the seabed. The methodology has been applied using forty-four years of wave data from 1958 to 2001 in order to obtain the mean wave climate at deep water in front of an open sandy beach in the Balearic Islands, Western Mediterranean where the seagrass *Posidonia oceanica* forms an extensive meadow. Mean wave conditions were propagated to the shore using a 2D parabolic model over the detailed bathymetry. The resulting hydrodynamics has been correlated with bottom type and the distribution of *P. oceanica*. Results showed a predicted maximum orbital velocity determining the *P. oceanica* upper depth limit between 36-40 cm s<sup>-1</sup>. This work shows the importance of the interdisciplinary effort in ecological modelling and in particular the need of hydrodynamical studies to elucidate the distribution of seagrasses at shallow depths. Besides, the use of predictive models would permit the evaluation of the effects of coastal actuations (construction of ports, artificial reefs, beach nourishments, dredging) on the benthic ecosystems.

**Keywords:** Seagrass distribution; *Posidonia oceanica* upper-depth limit; hydro-ecology; wave energy; parabolic model, Cala Millor.





Eduardo Infantes a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient

# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

Eduardo Infantes Oanes  
Jorge Terrados Muñoz  
Alejandro Orfila Förster



# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones



# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

- 1. Introducción**
2. Metodología
3. Resultados
4. Conclusiones

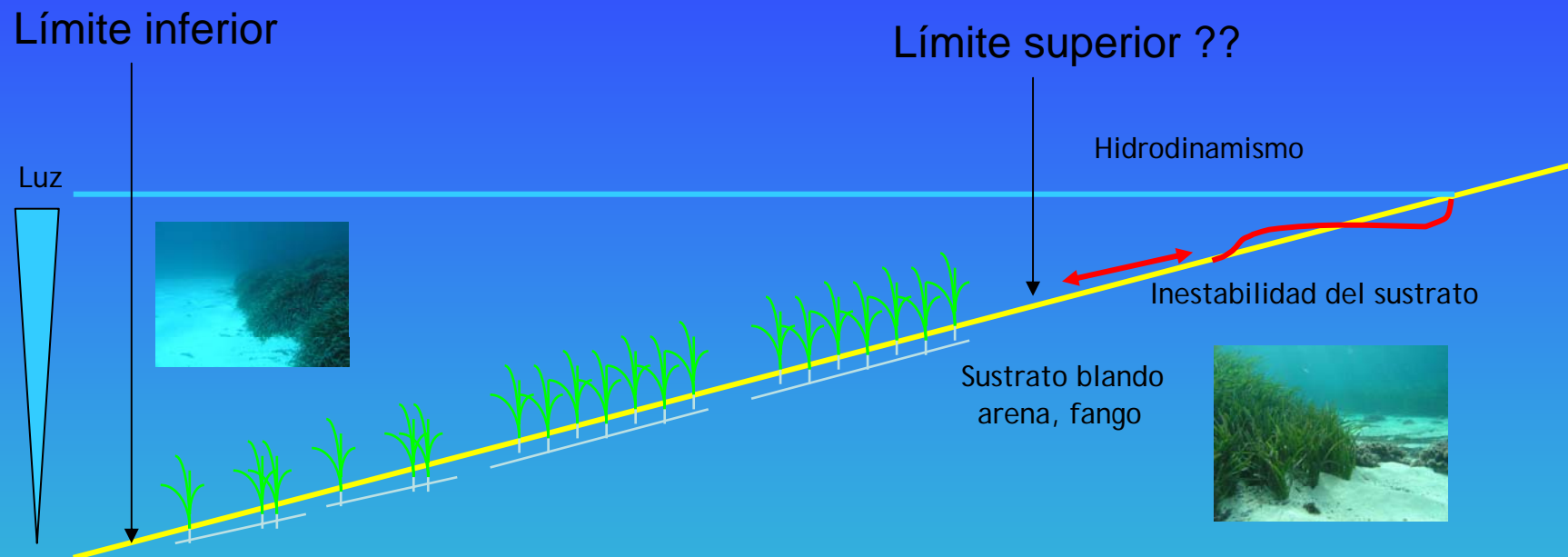


# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

- La *Posidonia oceanica* es una fanerógama de crecimiento lento endémica del mar Mediterráneo que tiene una gran importancia en el ecosistema marino costero.
- Existen muchos estudios sobre el efecto de las fanerógamas en el hidrodinamismo, ej. estabilización del sedimento, atenuación del oleaje, reducción en la resuspensión de sedimento, etc. (Fonseca et al., 1982; Fonseca and Fisher, 1986; Terrados and Duarte, 2000)
- Hay muy pocos trabajos sobre el efecto de la energía del oleaje en la distribución de las praderas de fanerógamas (Frederiksen, 2004)



# Rango batimétrico de distribución de fanerógamas marinas



- El límite inferior está determinado por las condiciones de luz  
**Existen modelos cuantitativos** - (Duarte, 1991)
- El límite superior está determinado por las condiciones de corrientes y oleaje  
Existen modelos cualitativos - **No existen modelos cuantitativos**  
(Katwijk, 2000)

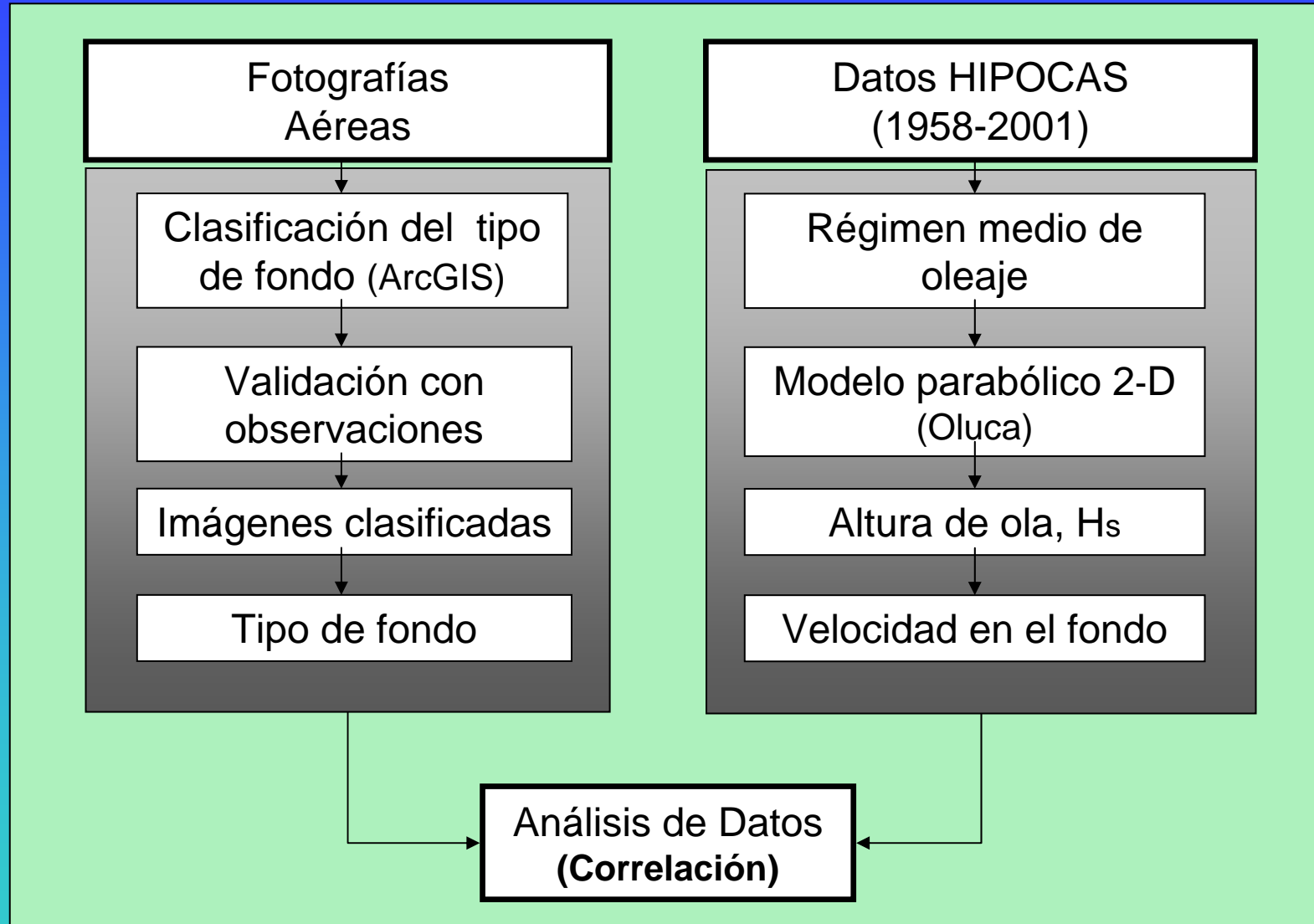
Presentamos una metodología para cuantificar la energía del oleaje que determina el límite superior

# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

1. Introducción
- 2. Metodología**
3. Resultados
4. Conclusiones

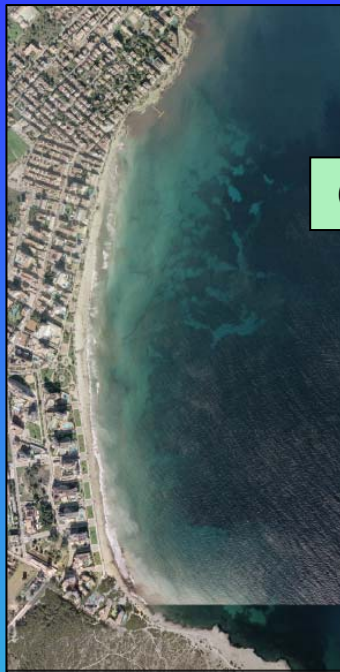


# Metodología



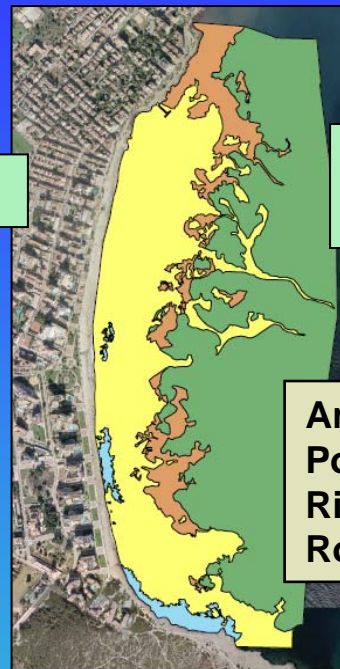


# Clasificación del tipo de fondo



Fotografía aérea

Clasificación



Tipo de fondo

Datos  
Batimétricos



Arena  
Posidonia  
Rizoma  
Roca

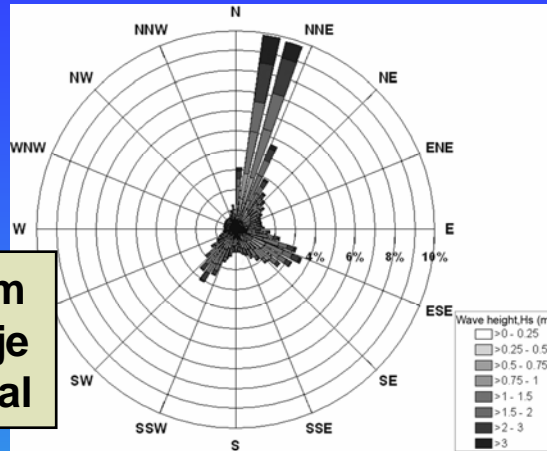
Profundidad	Arena	Posidonia	Rizoma muerto	Roca
1-2	96,63	0	0,13	3,24
2-3	97,73	0	0,52	1,75
3-4	97,31	0	2,69	0
4-5	83,37	0,46	16,17	0
5-6	51,03	11,55	37,42	0
6-7	25,27	42,34	32,39	0
7-8	21,10	73,87	5,03	0
8-9	14,64	83,82	1,54	0
9-10	5,59	94,41	0	0
10-11	2,02	97,98	0	0
Area m2	528.241,50	565.349,42	95.632,92	25.192,70

Porcentaje de cobertura de sustratos

# Modelización del Oleaje en Cala Millor

Datos de oleaje 44 años.

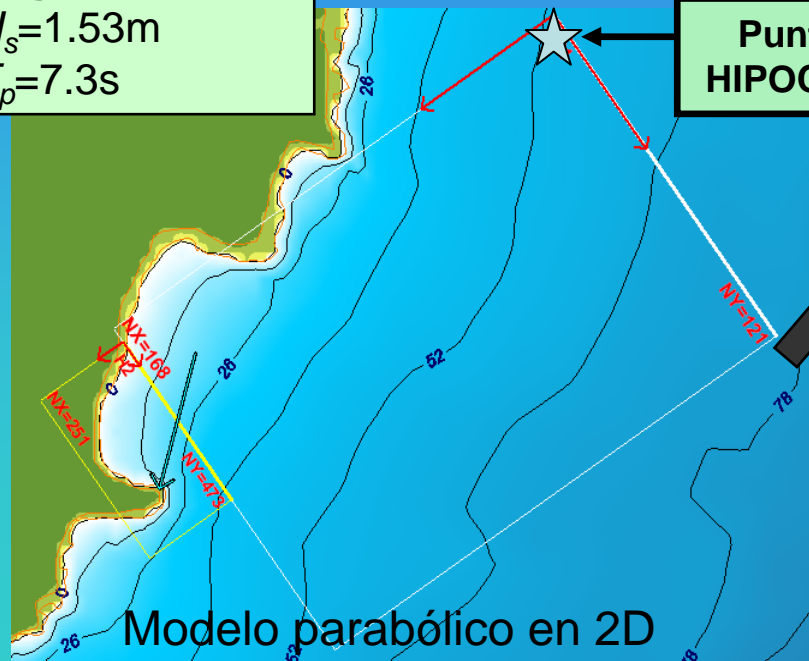
Histograma de oleaje direccional



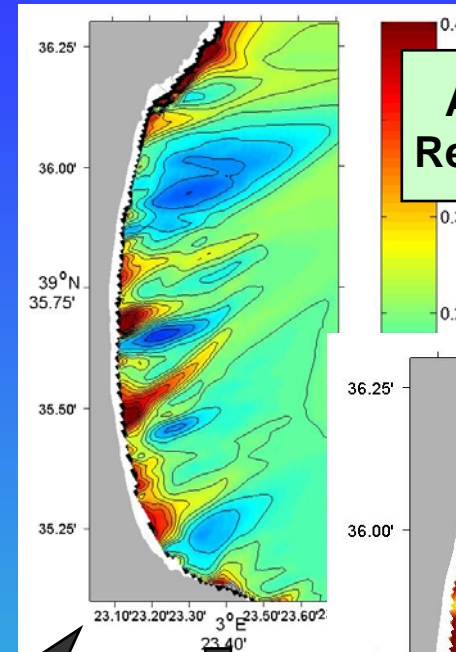
Régimen Medio

$$H_s = 1.53\text{m}$$
$$T_p = 7.3\text{s}$$

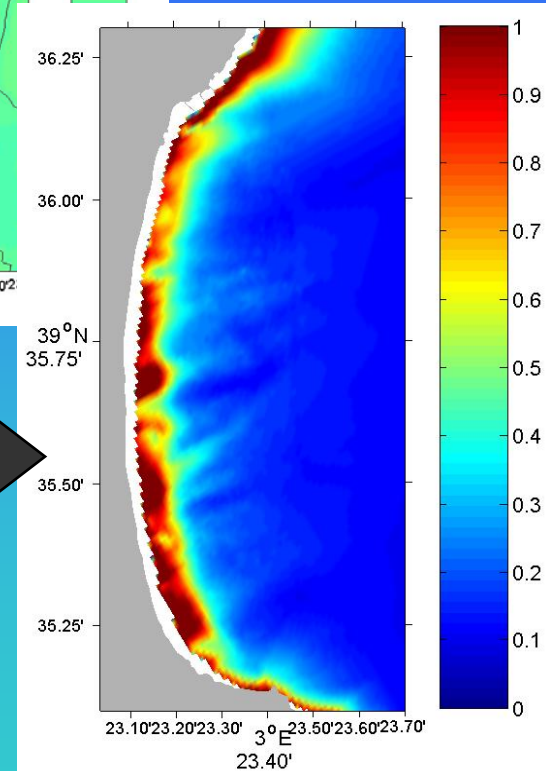
Punto HIPOCAS



Modelo parabólico en 2D



Altura de ola,  $H_s$   
Resolución 15x15m



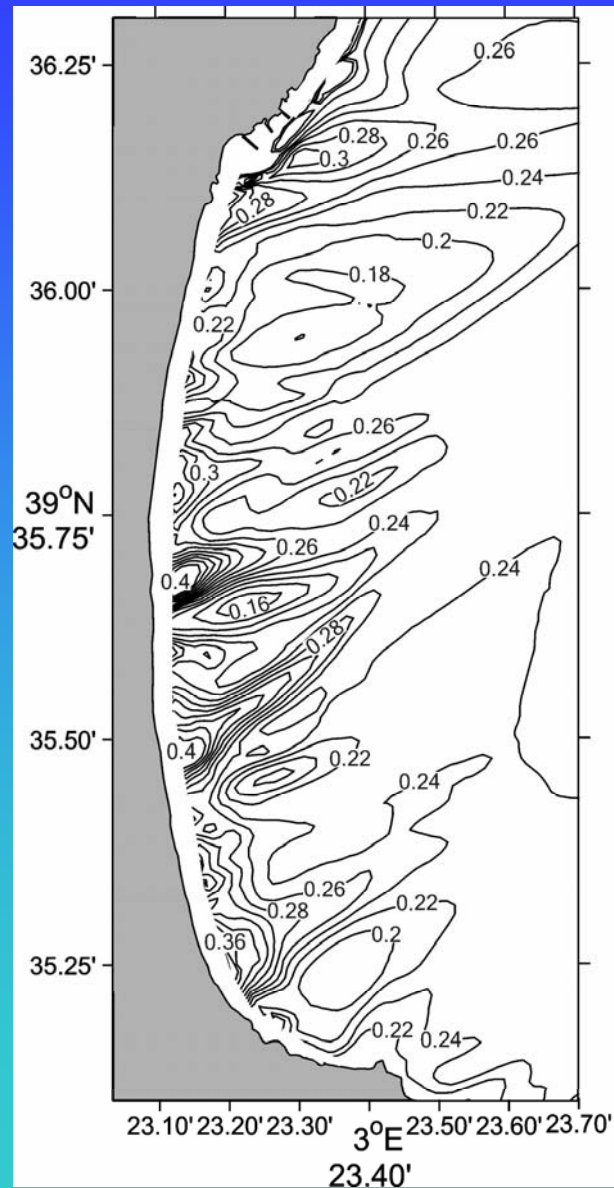
Velocidad orbital máxima en el fondo,  $U_b$

# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

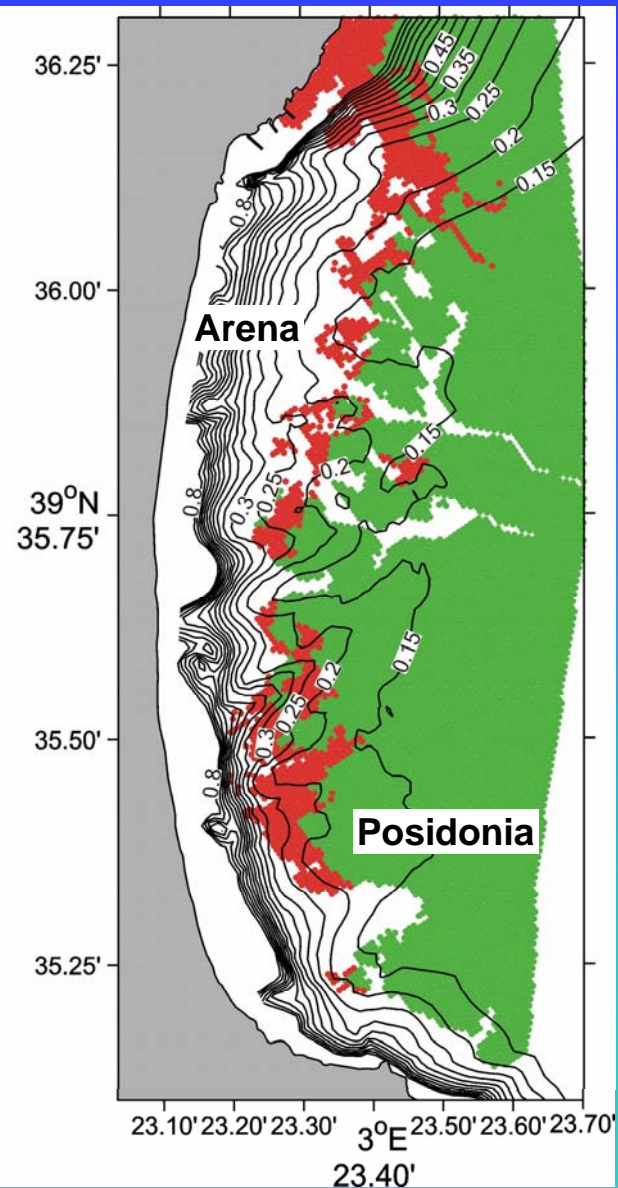
1. Introducción
2. Metodología
- 3. Resultados**
4. Conclusiones



# Altura de ola y velocidad en el fondo

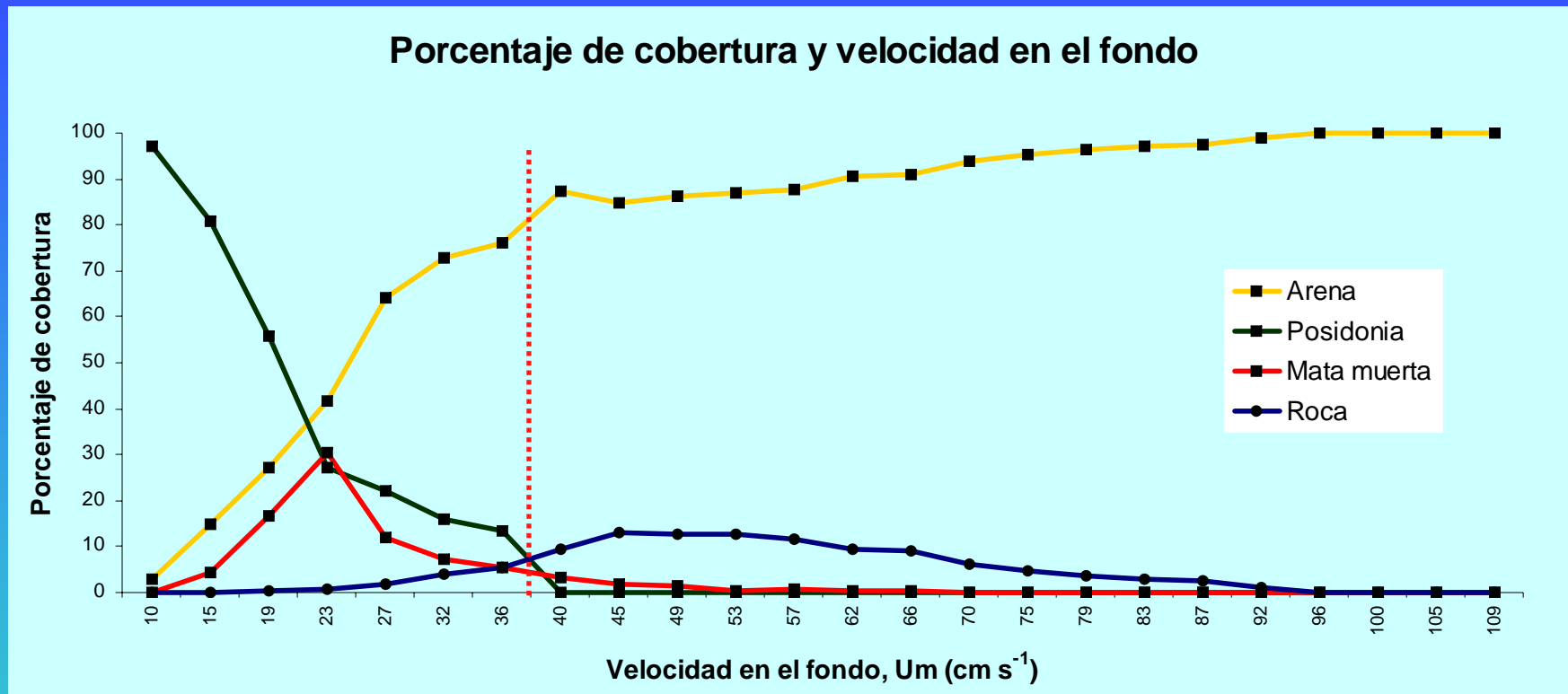


Altura de ola ( $H_s$ ), m



Velocidad en el fondo ( $U_b$ ), m/s<sup>-1</sup>

# Cobertura y velocidad en el fondo



La cobertura de *Posidonia oceanica* se redujo a mayor velocidad en el fondo

La cobertura de arena aumentó con la velocidad en el fondo

Límite de velocidades se encontró entre  $36$  y  $40 \text{ cm s}^{-1}$

# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

1. Introducción
2. Metodología
3. Resultados
4. **Conclusiones**



# Conclusión

- Este estudio presenta una metodología para cuantificar el límite superior de fanerógamas marinas a partir de fotografías aéreas y datos de oleaje de 44 años.
- La velocidad orbital en el fondo que determina el límite superior de *Posidonia oceanica* se encontró entre 36-40  $\text{cm s}^{-1}$ .
- El estudio presentado es un trabajo correlacional para la playa de Cala Millor, con un régimen medio de oleaje y una determinada granulometría.

## Futuros estudios en energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*, incluyen:

- Cálculo de velocidades en el fondo en diferentes playas de Mallorca (Magaluf, San Vicent, Alcudia y Cabrera) y correlación con el límite superior de *Posidonia*.
- Publicación de un artículo científico “Wave energy and the upper limit of *Posidonia oceanica*” en el *Botanica Marina*, 2008



# Energía del oleaje y distribución del límite superior de *Posidonia oceanica*

## Agradecimientos a:

Bartomeu Cañellas

Amaya Álvarez

Marta Fuster

Este trabajo ha sido posible gracias a:

Proyecto “Macroalgas marinas invasoras en las Islas Baleares: evaluación de riesgos y efectos en comunidades bentónicas” CTM2005-01434

Beca FPI - BES-2006-12850. Ministerio de Educación y Ciencia

**Gracias por su atención**

## 11. La fotografia com a font documental per a l'estudi del litoral de Mallorca

Maria-Josep Mulet; Sílvia Pizarro; Cristina López-Polín; Jaume Muntaner

Departament de Història de l'Art. Universitat de les Illes Balears, cra Valldemossa, km 7,5, 07122, Palma de Mallorca, Spain.

### Introducció

La fotografia com a font documental per a l'estudi del litoral de Mallorca és un projecte específic de la investigació per a la creació de la Unitat de Gestió Integrada de la Zona Costanera a les Illes Balears, dirigit per Joaquim Tintoré. N'és responsable del projecte específic Maria-Josep Mulet amb un equip d'investigadors integrat per Sílvia Pizarro, Cristina López-Polín i Jaume Muntaner. El grup de treball prové de l'àmbit de les humanitats i de les ciències socials, concretament de l'especialització en Història de l'art.

### Objectius

L'objectiu principal és donar valor al patrimoni en imatge com a font per a l'estudi del territori. Això suposa localitzar i catalogar fotografies procedents de diferents arxius i col·leccions, per tal de crear un banc en imatges útil amb un ventall ampli d'aplicacions i usos, que pugui ser utilitzat per la comunitat científica, però també per les institucions públiques i les indústries cultural, turística i de comunicació.

D'aquesta manera, a la vegada que es difon una part del patrimoni fotogràfic local, es mostra la seva necessària conservació i protecció com a bé cultural.

### Metodologia

El protocol d'actuació es divideix en tres fases: treball de camp, sistematització de la informació, difusió de les imatges.

El treball de camp consisteix en localitzar imatges del litoral de Mallorca conservades en fons, arxius i col·leccions públiques i privades de les Illes i d'altres indrets. En són exemples d'arxius privats, els fons dels fotògrafs Josep Planas i Montanyà, Gabriel Bestard, Pere Torres, Vicenç Matas, Xisco Bonnín, Centre Excursionista de Catalunya, etc. En són exemples d'arxius públics, els fons fotogràfics de l'Arxiu Municipal de Palma i de l'Arxiu Municipal d'Andratx.

La sistematització de la informació suposa la catalogació de cada imatge localitzada, amb la precisió d'autoria, datació i descripció temàtica i geogràfica.

La difusió consisteix en la creació d'un banc en imatges consultable per xarxa.

### Problemàtica

La problemàtica que envolta el patrimoni fotogràfic local dificulta la creació del banc en imatges, perquè, malauradament, la major part dels arxius fotogràfics que es conserven a Mallorca són de titularitat privada i no s'han catalogat. A això s'afegeix la qüestió dels drets d'autor i de reproducció. El conjunt d'aquestes variables condiciona un ritme de treball lent i pautat.

A més, l'equip d'investigació té molt present que la fotografia no es pot reduir a ser entesa com a simple document d'enregistrament del territori (és a dir, com a document analògic i ideològic), sinó que ha de ser considerada com a objecte cultural que respon a una manera específica de produir imatges (en aquest cas, d'interpretar el territori) en un context històric determinat. Això és fa molt evident, per exemple, en les imatges creades al llarg de l'anomenat boom turístic. La fotografia d'aquests anys serveix per a ratificar i incrementar els vincles de Mallorca amb el model de la societat de consum i el seu destí com a territori de lleure i esplai de bona part de la població de l'Europa Occidental.

### Resultats

La informació i les imatges que actualment es cataloguen seran difoses mitjançant una pàgina web vinculada al projecte UGIZC, denominada Patrimoni fotogràfic del litoral de Mallorca.

L'aportació principal consisteix en la visualització de fotografies de diferents indrets costaners al llarg de distintes èpoques i per part d'autors diversos. Cada imatge anirà acompanyada de la seva catalogació (autoria, datació, descripció, procedència), permís o no de reproducció i, en la mida d'allò possible, d'una altra imatge que enregistra la mateixa localització en l'actualitat.

En són exemples de les fitxes de treball les següents il·lustracions:

### Agraïments:

El present treball és una contribució al projecte de recerca I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) i l'IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universidad de les Illes Balears).

**PATRIMONI FOTOGRÀFIC DEL LITORAL DE MALLORCA**

1/10

**Datació:** c. 1930

**Autor:** Guillem Bestard

**Procedència de la imatge:**  
Arxiu Ca'n Bestard

Titularidad

**Tipologia imatge original:**  
Postal fotogràfica

**Reproducció de la imatge condicionada a permís** **SI**

Contacte per sol·licitud de permís de reproducció:

Fotografia Actual

**Autor:** Silvia Pizarro

**Datació:** 2007

**Reproducció de la imatge condicionada a permís** **SI**

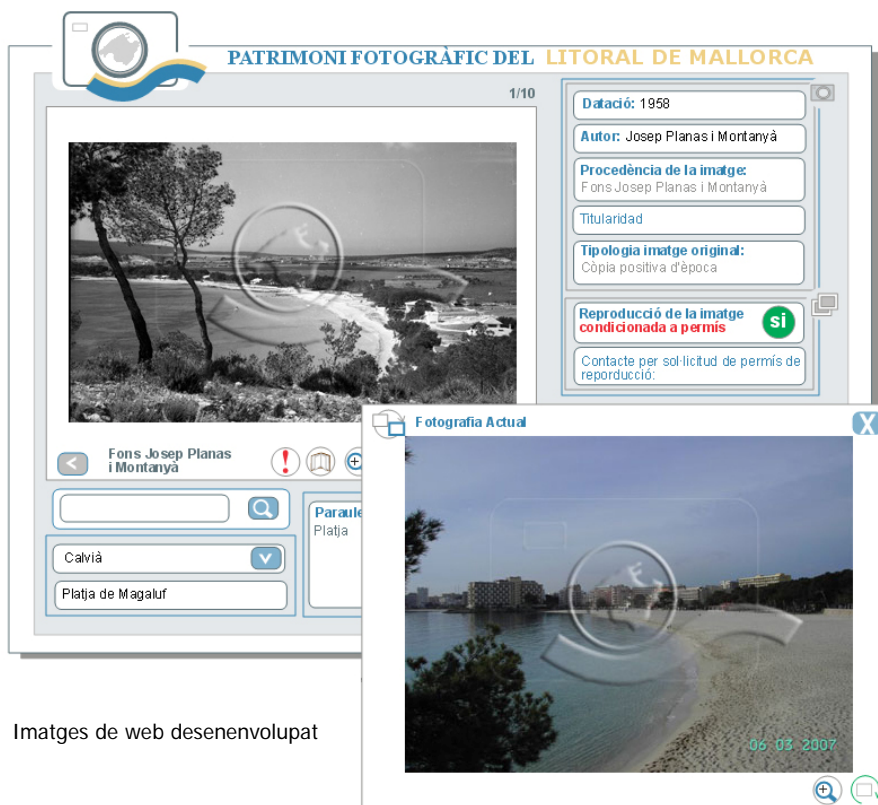
Contacte per sol·licitud de permís de reproducció: MC 971 xxxxxx

Arxiu Ca'n Bestard

**Paraules Clau**  
establiments turístics, hotel Miramar, hotel Marina

Pollença

Port de Pollença



Imatges de web desenvolupat



Joana Maria-Josep Mulet a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient



# LA FOTOGRAFIA COM A FONT DOCUMENTAL PER A L'ESTUDI DEL LITORAL DE MALLORCA



Fargas. Port de Sóller. C.1930

- Maria-Josep Mulet
- Silvia Pizarro
- Cristina López-Polín
- Jaume Muntaner



Govern de les Illes Balears





## objectius

- Localització i difusió del patrimoni fotogràfic com a font per a l'estudi del litoral de Mallorca.
- Fotografia = objecte cultural i font documental
- Banc d'imatges del litoral. Memòria visual
- Difusió



Govern de les Illes Balears





# Metodologia

## ☐ Treball de camp:

### 1. Localització d'imatges

Biblioteca i hemeroteca  
Arxius públics i privats

### 2. Selecció de les imatges

### 3. Digitalització de les imatges



J Planas. Can Pastilla. C. 1960







# Metodologia

## ▣ Catalogació de les imatges

- Fitxa de catàleg
- Terminologia
- Toponímies



Col Rotger. Cala Sant Vicenç. C.1958



Govern de les Illes Balears





## Metodologia III



Col. Rotger. Port de Pollença, c.1958



S. Pizarro. Port de Pollença. 2007

### ☐ Instruments de difusió:

- Garanties de drets d'autor
- Fotografia actual
- Xarxa (segona fase)



Govern de les Illes Balears





# Problemàtica

- Arxius fotogràfics no catalogats ni classificats
- No tots contenen imatges del litoral
- Imatges subjectes a drets d'autor
- Diferències quantitatives importants entre diferents zones



Govern de les Illes Balears





CyP. Porto Petro. 1970



Icofiba. Cala Marsal. 1970



Govern de les Illes Balears





# Resultats

## Imatges seleccionades (primera fase)

- 103 imatges que donen lloc a 103 fitxes amb la corresponent catalogació
- Disseny preliminar de la pàgina web



Aeropost. Las Maravillas. c 1970



Govern de les Illes Balears





## Conclusions

- ✓ La fotografia és una font documental a tenir en compte per a l'estudi del territori.
- ✓ Les imatges catalogades faciliten l'estudi de la transformació del litoral de Mallorca.
- ✓ La fotografia és un objecte cultural i respon a un determinat context històric
- ✓ Utilitat dels estudis interdisciplinars i de la cooperació entre àmbits científics diferents.



Govern de les Illes Balears





## Conclusions II

- ✓ Permet la difusió del patrimoni fotogràfic local
- ✓ Importància de la propietat intel·lectual
- ✓ Avantatges de l'accés a les imatges en xarxa
- ✓ Esforç per obtenir imatges actuals de les fotografies catalogades



Truyol. Illetes. 1920.



Govern de les Illes Balears





## Treball futur



- Afegir altres zones pilot
- Banc d'imatges del litoral.
- Pàgina web

Planas. Cala D'Or. 1960



Govern de les Illes Balears








# Fitxa

**PATRIMONI FOTOGRÀFIC DEL LITORAL DE MALLORCA**

1/10



Arxid Ca'n Bestard


Paradis Clau  
establiments turístics, hotel  
Miramar, hotel Marina

Polença

Port de Polença

**PATRIMONI FOTOGRÀFIC DEL LITORAL DE MALLORCA**

1/10



Arxid Ca'n Bestard

Paradis Clau  
establiments turístics, hotel  
Miramar

Polença

Port de Polença

**Fotografia Actual**



Reproducció de la imatge  
**condicionada a permís**

Contacte per sol·licitud de permís de reproducció





# Fitxa



## PATRIMONI FOTOGRÀFIC DEL LITORAL DE MALLORCA



Fons Josep Planas i Montanyà



Calvià  
Platja de Magaluf

Paraules Clau  
Platja



## PATRIMONI FOTOGRÀFIC DEL LITORAL DE MALLORCA

1/10



Fons Josep Planas i Montanyà



Calvià  
Platja de Magaluf

Paraules Clau  
Platja

**Datació:** 1958

**Autor:** Josep Planas i Montanyà

**Procedència de la imatge:**  
Fons Josep Planas i Montanyà

**Titularidad**

**Tipologia imatge original:**  
Còpia positiva d'època

**Reproducció de la imatge**  
**condicionada a permís** **si**

Contacte per sol·licitud de permís de reproducció:

Fotografia Actual



06-03-2007



## 12. Zonificación del litoral Balear frente a un posible derrame o vertido de hidrocarburos.

Pau Balaguer<sup>1\*</sup>; Guillermo Vizoso<sup>1</sup>; Maurici Ruíz<sup>2</sup>; Pedro Orfila<sup>3</sup>; Joan J. Fornós<sup>4</sup>; Jesús Satorres<sup>5</sup>; Francesc Xavier Roig i Munar<sup>4</sup>; Joaquín Tintoré<sup>1</sup>.

1: IMEDEA (Institut Mediterrani d'Estudis Avançats) (CSIC-UIB), Miquel Marquès 21, 07190, Esporles, Illes Balears, Spain.

2: Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica, LSIG (Universitat de les Illes Balears, UIB). Cra Valldemossa, km 7,5. 07122 Palma de Mallorca, Spain

3: Direcció General d'Emergències. Conselleria d'Interior, Govern de les Illes Balears, Spain.

4: Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears, cra Valldemossa, km 7,5, 07122, Palma de Mallorca, Spain.

5: Demarcación de Costas de las Illes Balears

\*: e-mail: vdctpbh4@uib.es

En este trabajo se presenta una propuesta de zonificación del litoral balear frente a un posible vertido de hidrocarburos. Esta zonificación se basa en criterios morfodinámicos, biológicos y socioeconómicos con la finalidad de establecer un Índice de Sensibilidad Ambiental (ISA) de la costa de las Islas Baleares. El objetivo de este trabajo es exponer la metodología desarrollada para la zonificación, dando una especial atención a los criterios de carácter morfodinámico o geomorfológico. La clasificación de la línea de costa según los criterios morfodinámicos o geomorfológicos se ha realizado en función del comportamiento de los materiales que la conforman frente a un posible vertido de hidrocarburos. Esta clasificación se basa en la utilización de estándares internacionales y en trabajos anteriores de clasificación morfológica de la línea de costa Balear. El trabajo evidencia la trascendencia de los estudios de clasificación geomórfica de la línea de costa en el ámbito de la prevención y planificación de las emergencias marinas por contaminación de hidrocarburos.

Se han diferenciado 9 tipos diferentes de costas subdivididos en 17 subcategorías (Tabla 1). El grado de exposición de la costa y el grado de cohesión, permeabilidad y porosidad son los principales factores por los cuales se diferencian los diversos tipos de costa, aunque otros factores como la altura de la línea de costa, accesibilidad y artificialidad también son tenidos en cuenta. Los trabajos de clasificación se han plasmado sobre el mapa topográfico balear a escala 1/5.000, sobre el que se han realizado todos los cálculos (Tabla 1). Los tipos de costa diferenciados son (Tabla 1): 1-A) costas rocosas altas y acantilados expuestos a zonas de elevada energía; 1-B) estructuras artificiales expuestas a zonas de elevada energía; 1-C) costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base expuestas a zonas de elevada energía; 2) costas rocosas bajas expuestas; 3-A) playas formadas por arenas finas y de grano medio; 3-B) escarpes y costas de perfil escalonado formadas por conglomerados, arenas, limos y arcillas y por litologías calcareníticas ; 4) playas formadas por arenas gruesas; 5) playas mixtas, formadas por arenas y gravas; 6-A) playas de gravas, cantos y bloques; 6-B) rompeolas artificiales, costas rocosas bajas expuestas, de perfil escalonado y cóncavo con Presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos; 7-A) costas rocosas de altura variable en zonas de baja energía; 7-B) estructuras artificiales localizadas en zonas de baja energía; 7-C) costas rocosas bajas con presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos en zonas de baja energía y rompeolas artificiales protegidos; 7-D) costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base localizadas en zonas

de baja energía; 8-A) playas formadas por fangos y arenas en zonas de baja energía; 8-B) playas de gravas, cantos y bloques en zonas de baja energía; 9) litorales y zonas costeras en contacto o presencia de albuferas y marismas.

TIPO COSTA	Mallorca (m)	Menorca (m)	Ibiza (m)	Formentera (m)	Cabrera (m)
1-A	289.541	128.437	114.709	32.351	44.119
1-B	5.609	710	712	-----	-----
1-C	80.332	53.258	53.538	10.128	4.495
2	42.062	49.512	38.882	12.929	2.539
3-A	45.994	10.196	14.573	14.390	114
3-B	72.293	4.055	12.633	21.769	388
4	2.477	3.156	361	-----	-----
5	6.461	3.890	4.976	118	544
6-A	5.185	7.554	8.009	-----	1.089
6-B	22.132	11.069	11.499	3.145	321
7-A	40.644	38.542	7.327	2.405	3.974
7-B	94.519	17.941	21.670	2.323	253
7-C	4.445	3.229	2.544	-----	850
7-D	2.399	2.768	1.408	-----	350
8-A	2.277	6.181	2.047	1.958	510
8-B	170	-----	-----	-----	50
9	6.041	8.726	91	-----	-----
TOTAL	722.582	349.945	294.978	101.518	59.596

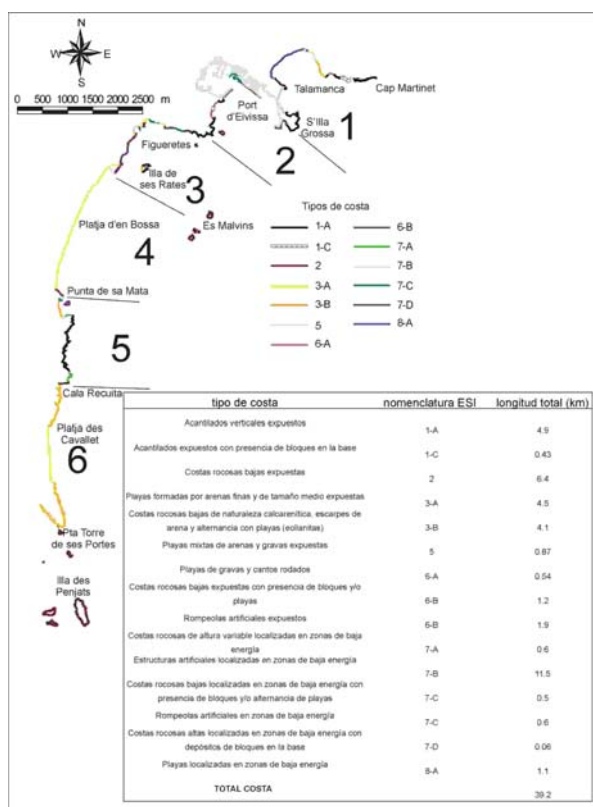


Tabla 1: Longitud de los diferentes tipos de costa de les Illes Balears según el criterio de clasificación morfodinámica. Las casillas sin valores numéricos se corresponden con tipos de costa que no se manifiestan o bien pendientes de clasificar a partir de muestreos puntales de campo.

Figura 1: Tipos de costa, según la clasificación presentada, de la zona Sur-oriental de la isla de Eivissa afectada por los escapes de combustibles del buque mercante Don Pedro, hundido frente a las costas del Puerto de Eivissa el 11/07/2007.

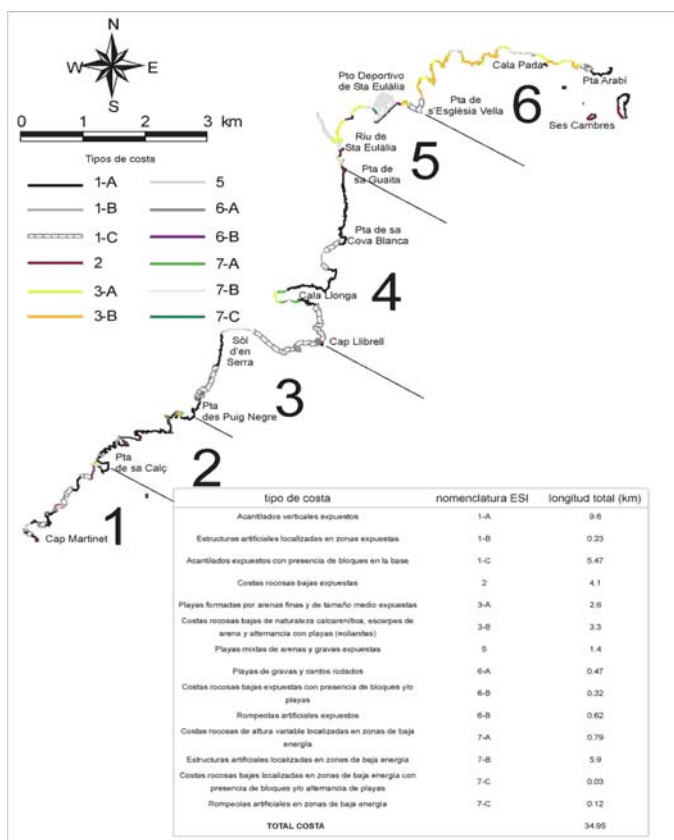


Figura 2: Tipos de costa, según la clasificación propuesta, de la zona oriental de la isla de Eivissa. Este tramo de costa estuvo parcialmente afectado a raíz de los escapes de combustible del buque mercante Don Pedro hundido frente a las costas del Puerto de Eivissa el día 11/07/2007.

Las costas más numerosas en cualquiera de las islas del archipiélago Balear son los acantilados verticales expuestos (costas 1-A) (Tabla 1). Las costas que ofrecen una mayor complicación en cuanto a labores de limpieza y recuperación de ecosistemas cercanos debido a su condición de almacenamiento de residuos, son los rompeolas artificiales, incluidos en los tipos de costa 6-B y 7-C (Tabla 1). Los rompeolas artificiales actualmente ocupan unos 25 km de línea de costa en las Baleares, 20,5 km se localizan en Mallorca, algo más de 0,2 m en Menorca, unos 3,6 km en Eivissa y unos 0,6 km en Formentera.

La clasificación de la línea de costa de las Illes Balears frente a un posible vertido o derrame de hidrocarburos ha sido utilizada para elaborar informes sobre los tipos de costa potencialmente afectadas por el combustible del buque mercante Don Pedro (Figuras 1 y 2), hundido frente a las costas del puerto de Eivissa el 11/07/2007. El conocimiento del tipo de costa potencialmente afectado por un derrame o vertido de hidrocarburos o sustancias derivadas es un factor importante de acuerdo con las tareas de mitigación y posterior restauración de las zonas costeras.

En los informes realizados sobre los tipos de costa afectados o potencialmente afectados por el derrame del combustible del buque Don Pedro se dividió la línea de costa en sectores homogéneos de acuerdo con la diversidad de los tipos de costa (Figuras 1 y 2).

**Agradecimientos:**

Este trabajo se ha realizado en el entorno de los proyectos “Elaboració d’estudis y aplicacions encaminades a augmetar el coneixement dels corrents marins i les onades per minimitzar el seus riscos sobre les persones, els bens i el mediambient” del IMEDEA y la Direcció General d’Emergències, Conselleria d’Interior, y al proyecto de investigación I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d’Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) y el IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears).



Pau Balaguer a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient



# Zonificación del litoral Balear frente a un posible derrame o vertido de hidrocarburos.

Pau Balaguer; Guillermo Vizoso; Maurici Ruíz; Pedro Orfila; Joan J. Fornós; Jesús Satorres; Francesc Xavier Roig i Munar; Joaquín Tintoré

Grup d'Oceanografia Interdisciplinari





## Índice

- **Introducción**
- **Antecedentes**
- **Método**
- **Resultados**
  - **Zonificación morfodinámica/geomorfológica**
  - **Zonificación Biológica**
  - **Zonificación socioeconómica**
- **Conclusiones**

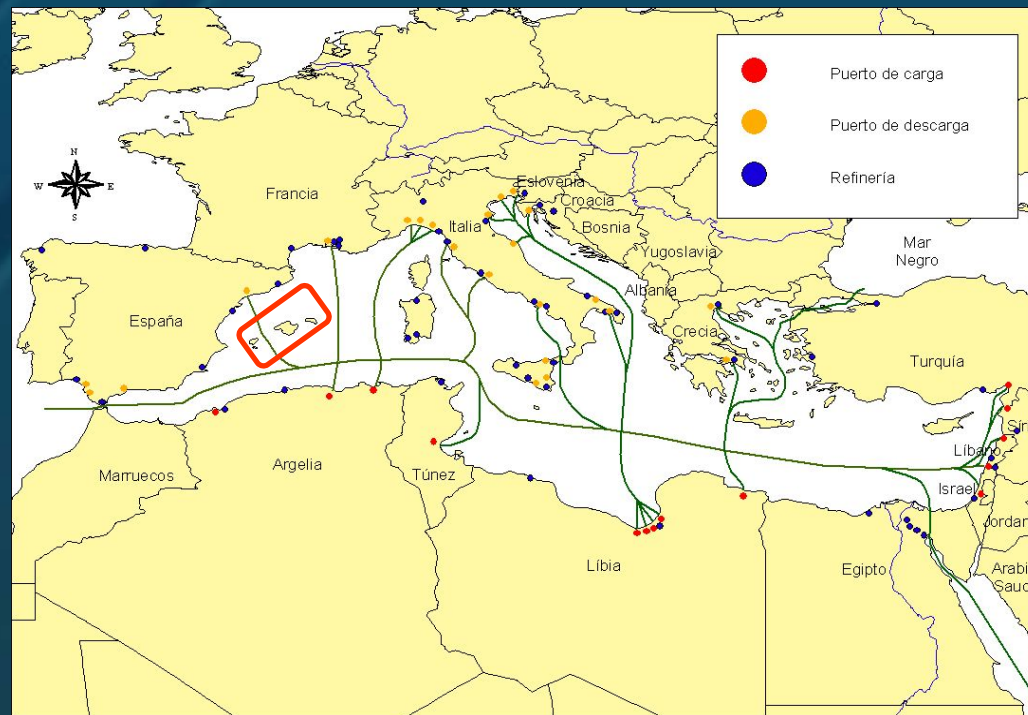






## Introducción

- Actualmente existe una elevada dependencia de las sociedades occidentales de los combustibles fósiles (alrededor del 80% del abastecimiento energético mundial).



Anuario estadístico de Baleares  
E.P. Puertos del Estado

- Existe un riesgo de producir vertidos o derrames desde los buques que los transportan desde los puntos de origen hasta las refineries y desde cualquiera de los dos anteriores hasta los puertos de descarga.





## Introducción

- La naturaleza insular de les Illes Balears conlleva una gran riqueza medioambiental de la franja costera así como un intenso uso de los más de 1000km de costa de nuestra comunidad.
- Por tanto es necesario proteger el litoral para minimizar las consecuencias de derrames accidentales de hidrocarburos.
- Se ha utilizado un estándar internacional en la clasificación costera, lo cual proporciona rigor en el planteamiento metodológico. El MSALB se desarrolla siguiendo los estándares que la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, EEUU - NOAA 2002-).





## Antecedentes

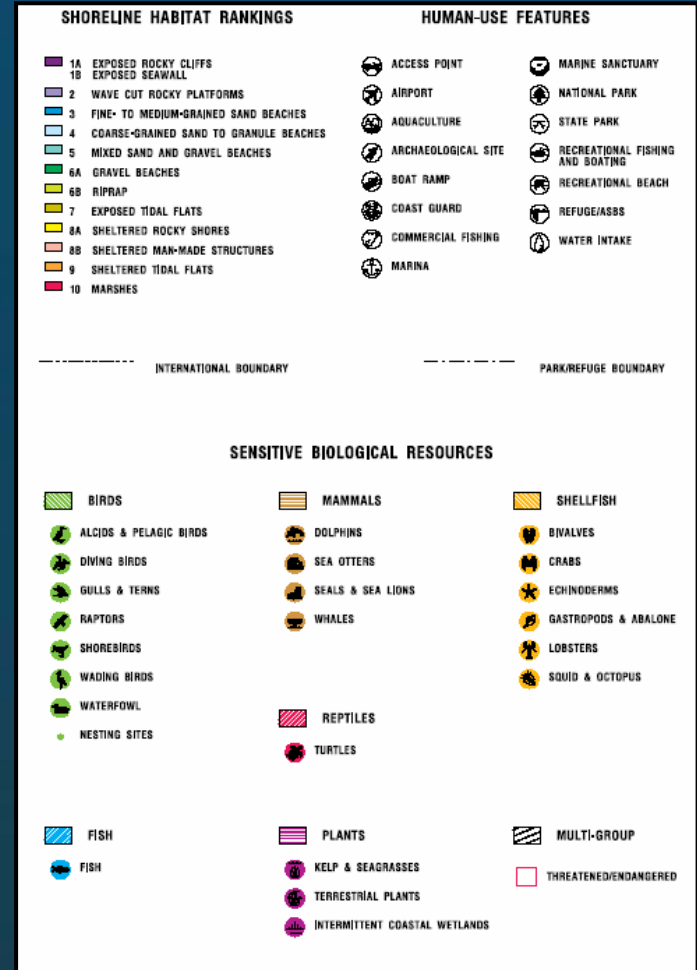
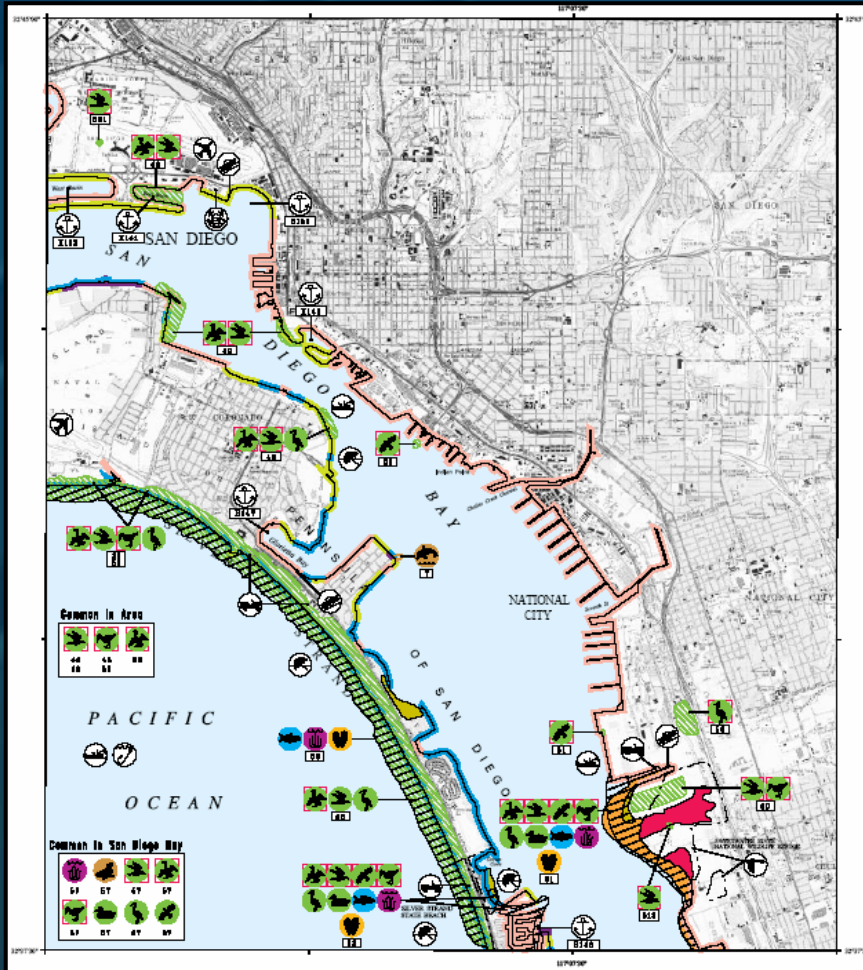


- La cartografía temática sobre tipos de medios costeros y su clasificación utilizando escalas de sensibilidad relativa fue originada en 1976 (Lower Cook Inlet , Michel et al., 1978).
- Desde 1995 en los EEUU, NOAA ha elaborado cartografía temática aplicando el Índice de Sensibilidad Ambiental (ESI, *Environmental Sensitivity Index*)





# Antecedentes



NOAA. Ejemplo de zonificación y sensibilidad en la bahía de San Diego (EEUU)





## Objetivos

- El objetivo de esta presentación es dar a conocer los resultados preliminares de un Mapa de Sensibilidad Ambiental del Litoral Balear (MSALB) atendiendo a su vulnerabilidad ante una afección producida por derrames de hidrocarburos.
- Este trabajo se enmarca dentro del proyecto de colaboración IMEDEA- DGE Conselleria d'Interior "*Sistema de Predicción de Vertidos Marinos en la costa de las Illes Balears*".





## Método

- El MSALB se está elaborando con información de tres componentes principales:
  - Morfofinámico / geomorfológico
  - Biológico
  - Socioeconómico
- La caracterización morfodinámica de la costa se ha basado en criterios eminentemente geomorfológicos. Se han diferenciado 17 tipos diferentes de línea de costa en función de su comportamiento ante un derrame de hidrocarburos.
- La caracterización biológica del litoral se ha basado en el establecimiento de diferentes grados de vulnerabilidad del litoral balear según su valor y riqueza ecológica. (Figuras de Protección).
- La caracterización socioeconómica se ha basado en la identificación de los equipamientos, infraestructuras y servicios de la línea de costa





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

Grado de exposición

Zonas de baja energía



Zonas de alta energía

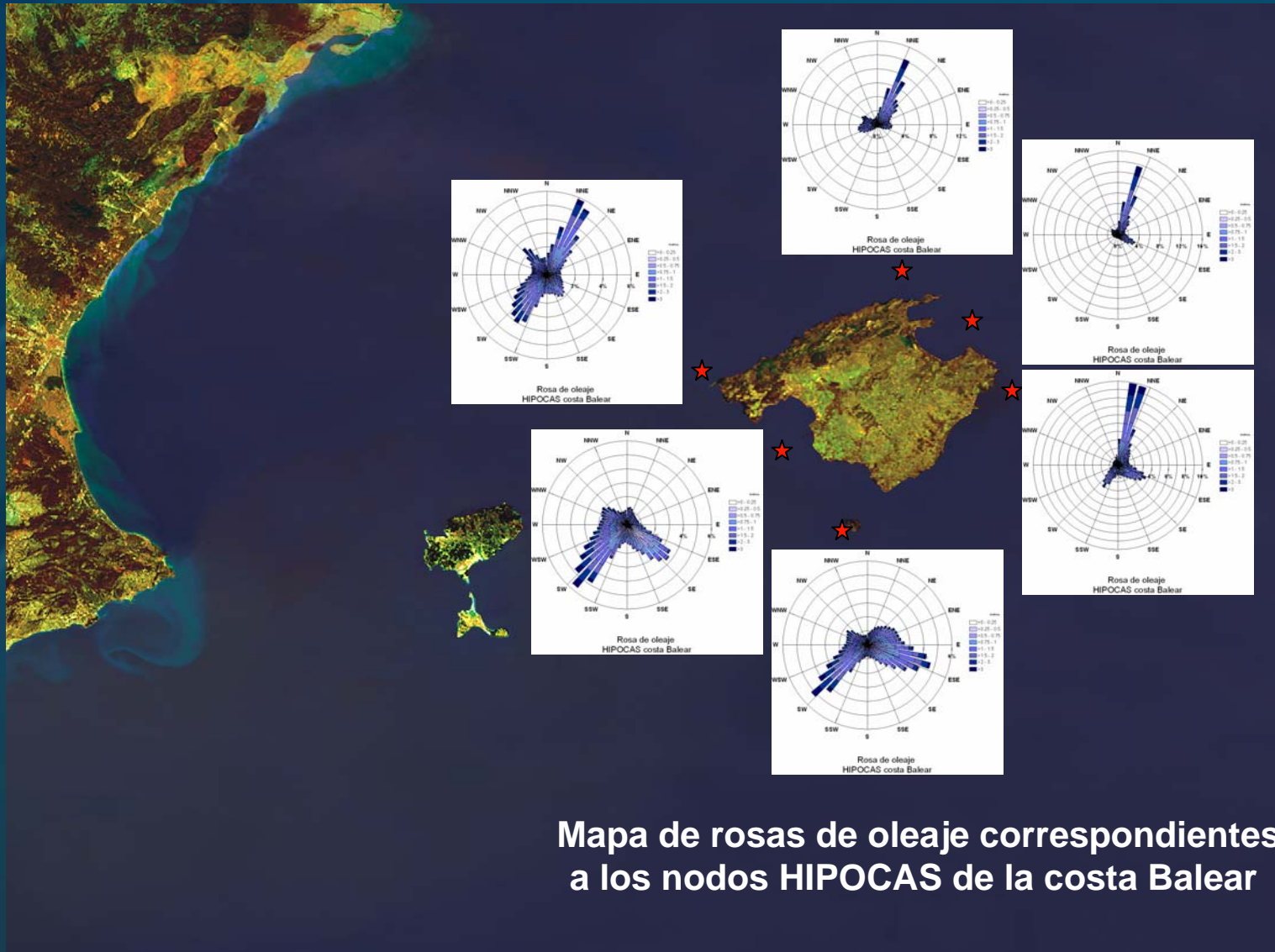




Mapa de rosas de oleaje correspondientes a los nodos HIPOCAS de la costa Balear





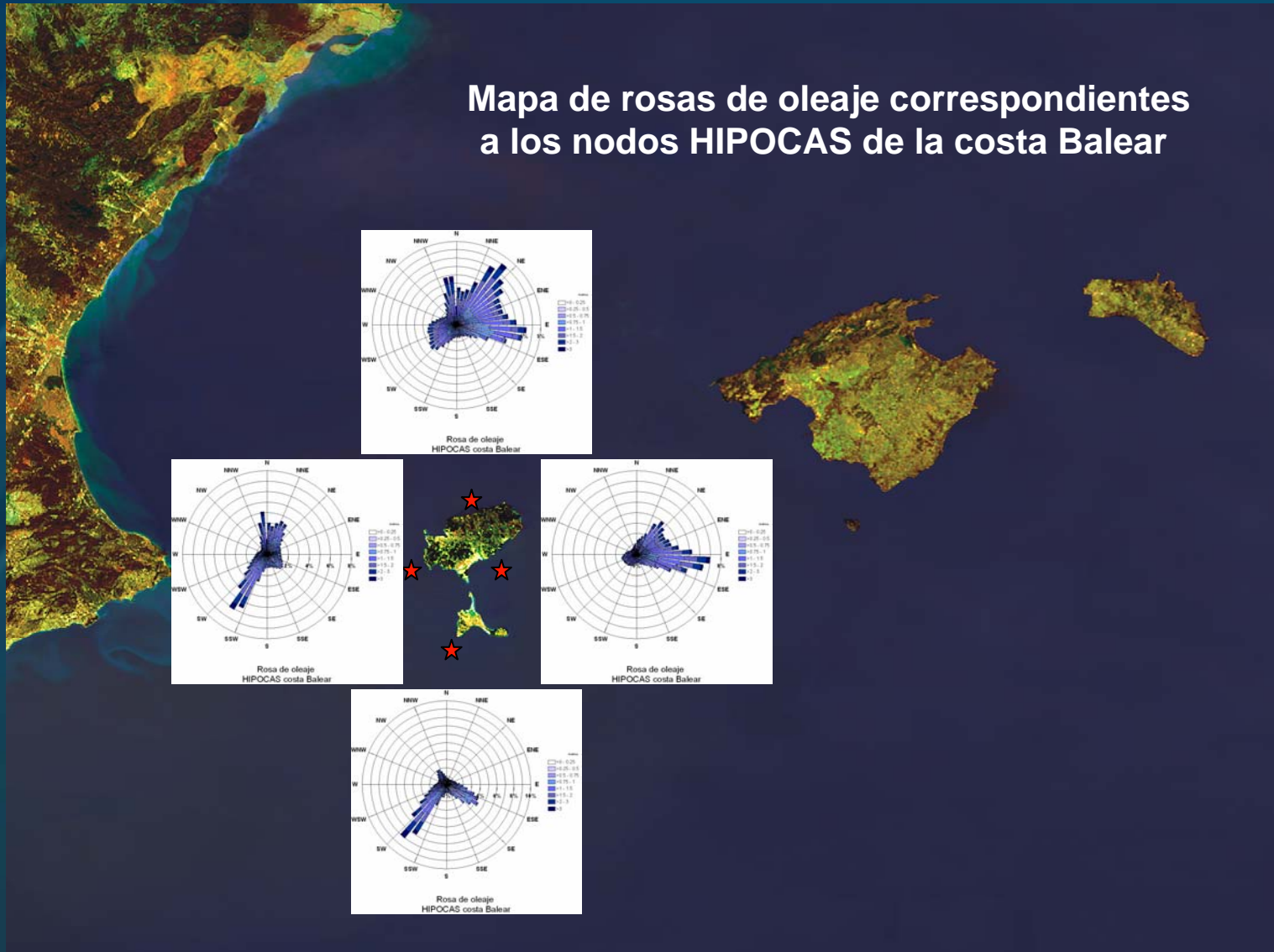


Mapa de rosas de oleaje correspondientes a los nodos HIPOCAS de la costa Balear





## Mapa de rosas de oleaje correspondientes a los nodos HIPOCAS de la costa Balear





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

Comportamiento de los materiales frente al vertido



Playas

Costas rocosas





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

ISA	Tipos de costas
1 A	“Costas rocosas altas y acantilados expuestos a zonas de elevada energía”
1 B	“Estructuras artificiales expuestas a zonas de elevada energía”
1 C	“Costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base expuestas a zonas de elevada energía”
2	“Costas rocosas bajas expuestas”
3 A	“Playas formadas por arenas finas y de grano medio”
3 B	“Escarpes y costas de perfil escalonado formadas por conglomerados, arenas, limos y arcillas y por litologías calcareníticas”
4	“Playas formadas por arenas gruesas”
5	“Playas mixtas, formadas por arenas y gravas”
6 A	“Playas de gravas, cantos rodados y bloques”
6 B	“Rompeolas artificiales y costas rocosas bajas expuestas, de perfil escalonado y cóncavo con presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos”
7 A	“Costas rocosas de altura variable en zonas de baja energía”
7 B	“Estructuras artificiales localizadas en zonas de baja energía”
7 C	“Rompeolas artificiales y costas rocosas bajas con presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos en zonas de baja energía”
7 D	“Costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base localizadas en zonas de baja energía”
8 A	“Playas formadas por fangos y arenas en zonas de baja energía”
8 B	“Playas de gravas, cantos y bloques en zonas de baja energía”
9	“Zonas costeras en contacto o presencia de albuferas y marismas”





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

**1- A.-** Costas rocosas altas y acantilados expuestos a zonas de elevada energía



Punta d'es Far de la Mola  
(Formentera)

**1- B.-** Estructuras artificiales expuestas a zonas de elevada energía



Puerto de Cala Rajada  
(Capdepera, Mallorca)





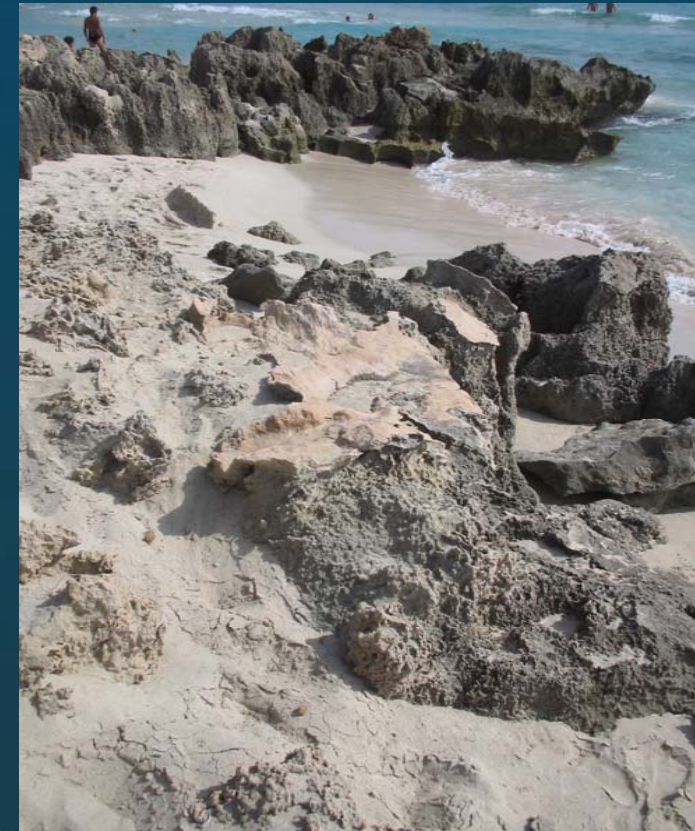
## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

**3- A.-** Playas formadas por arenas finas y de grano medio



Sa Coma  
(Sant Llorenç, Mallorca)

**3- B.-** Escarpes y costas de perfil escalonado formadas por conglomerados, arenas, limos y arcillas y por litologías calcareníticas.



ES Migjorn (Formentera)





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

4.- Playas formadas por arenas gruesas

5.- Playas mixtas, formadas por arenas y gravas



Cala en Bosch  
(Ciutadella, **Menorca**)



Costa d'en Blanes  
(Calvià, **Mallorca**)





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

**6-A.-** Playas de gravas, cantos y bloques



Es Codolar

(Sant Josep, **Eivissa**)

**6-B.-** Costas rocosas bajas expuestas, de perfil escalonado y cóncavo con presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos. Rompeolas artificiales expuestos.



Son Serra de Marina

(Santa Margalida, **Mallorca**)







## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

**7- A.-** Costas rocosas de altura variable en zonas de baja energía

**7- B.-** Estructuras artificiales localizadas en zonas de baja energía



Portinatx  
(Sant Joan, Eivissa)



Puerto de Palma  
(Palma, Mallorca)





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

**7- C.-** Costas rocosas bajas con presencia de bloques y/o playas de arenas y cantos y rompeolas artificiales en zonas de baja energía.



Marina Pitiüses y Marina Botafoch  
(Eivissa, **Eivissa**)

**7- D.-** Costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base localizadas en zonas de baja energía



Es Camp de Mar  
(Andratx, **Mallorca**)





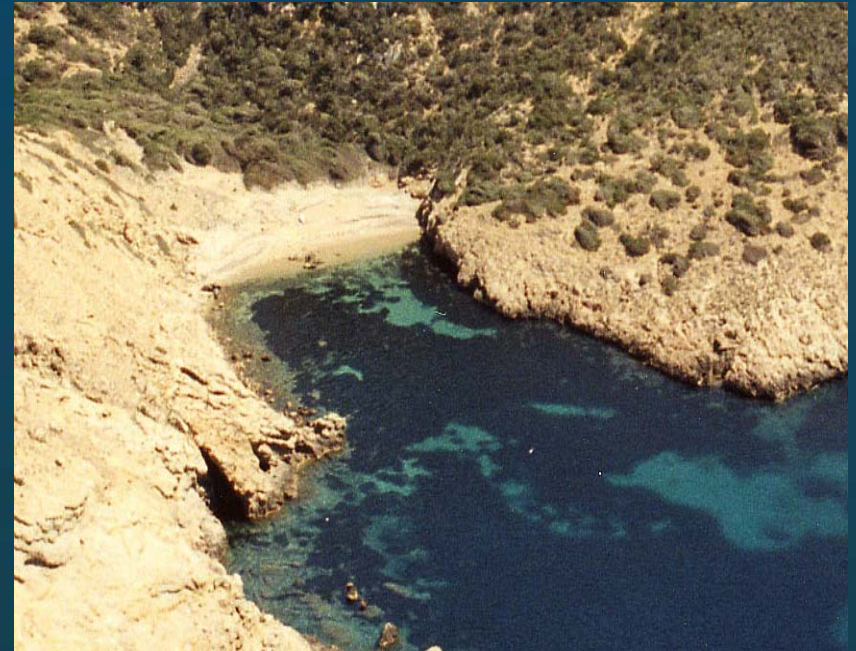
## Caracterización morfodinámica / geomorfológicaC

**8- A.-** Playas formadas por fangos y/o arenas en zonas de baja energía

**8-B.-** Playas de gravas, cantos y bloques en zonas de baja energía



Cala Roja, Fornells  
(Es Mercadal, **Menorca**)



Cala Santa Maria  
(**Cabrera**)





## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

### 9.- Zonas costeras en contacto o presencia de albuferas y marismas



Es Grau  
(Maó, Menorca)



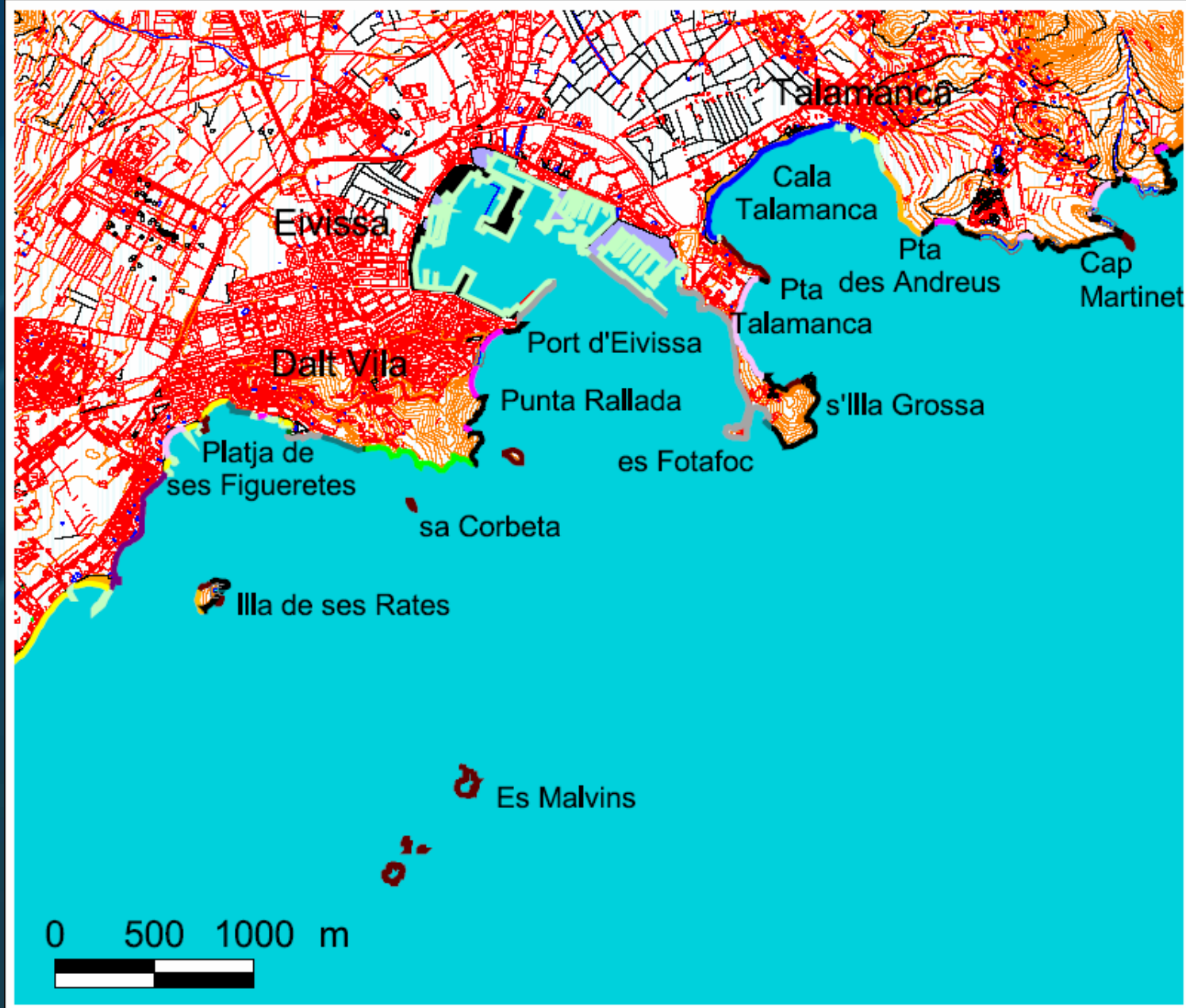
S'Albufereta  
(Pollença – Alcúdia, Mallorca)

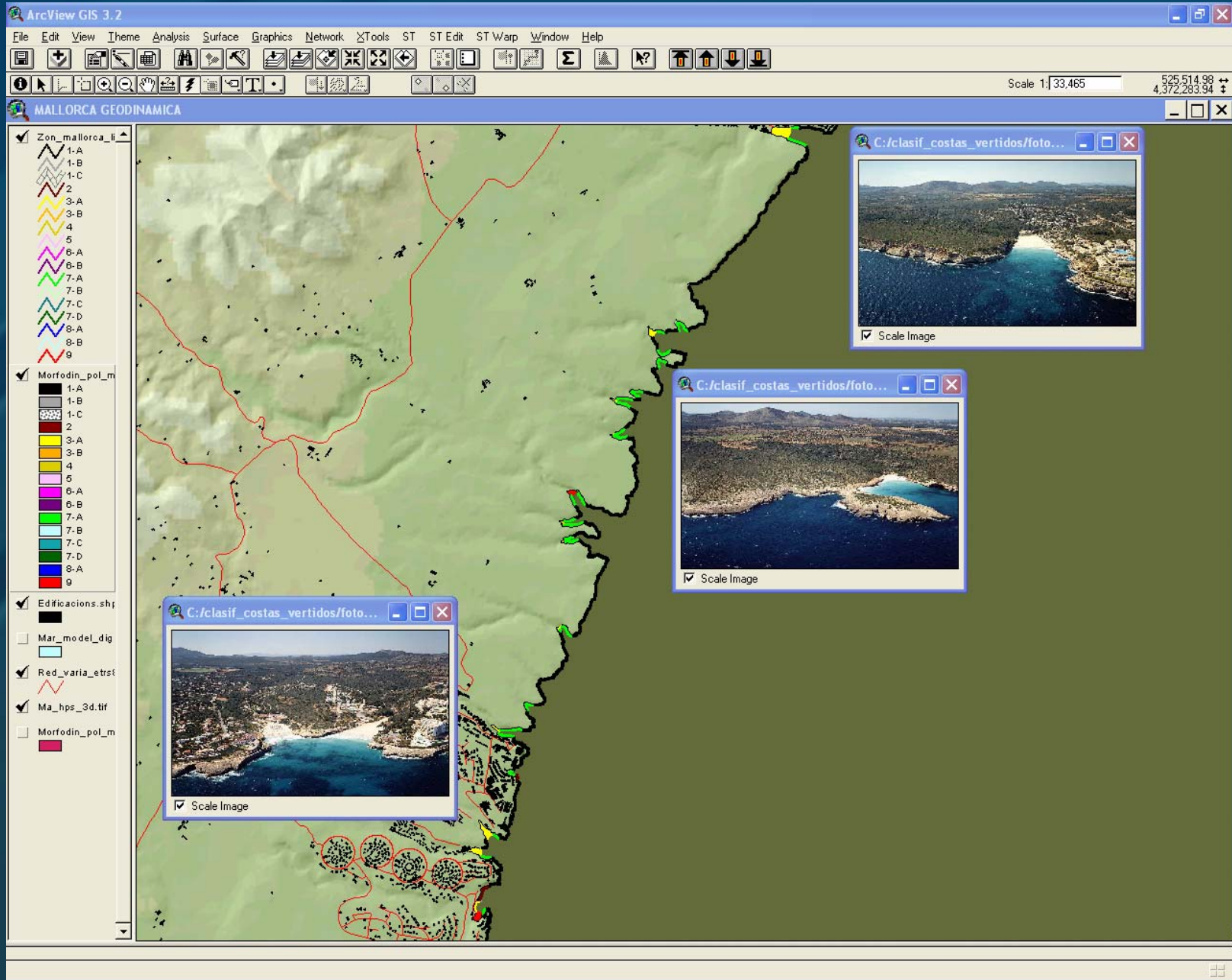


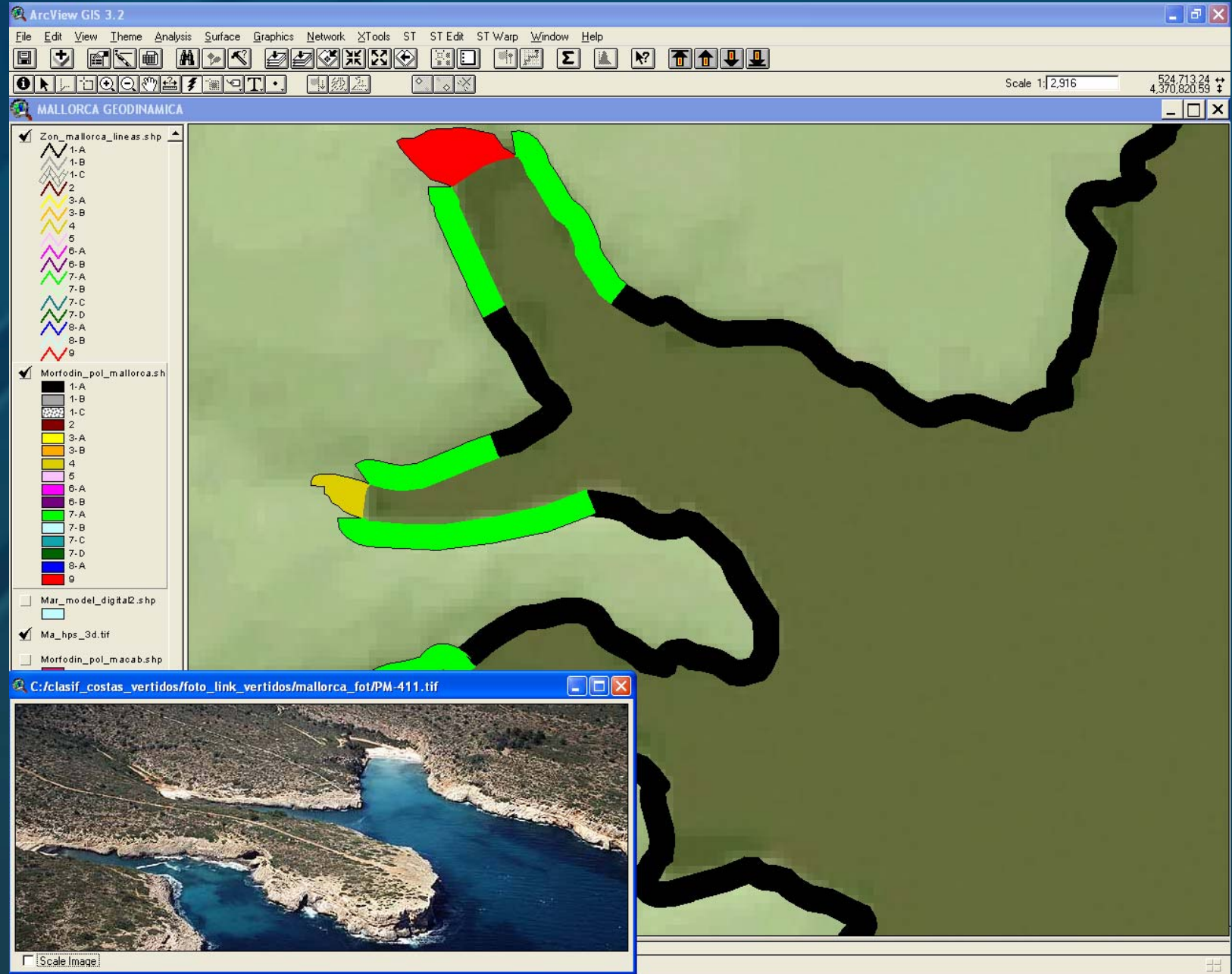


## Caracterización morfodinámica / geomorfológica













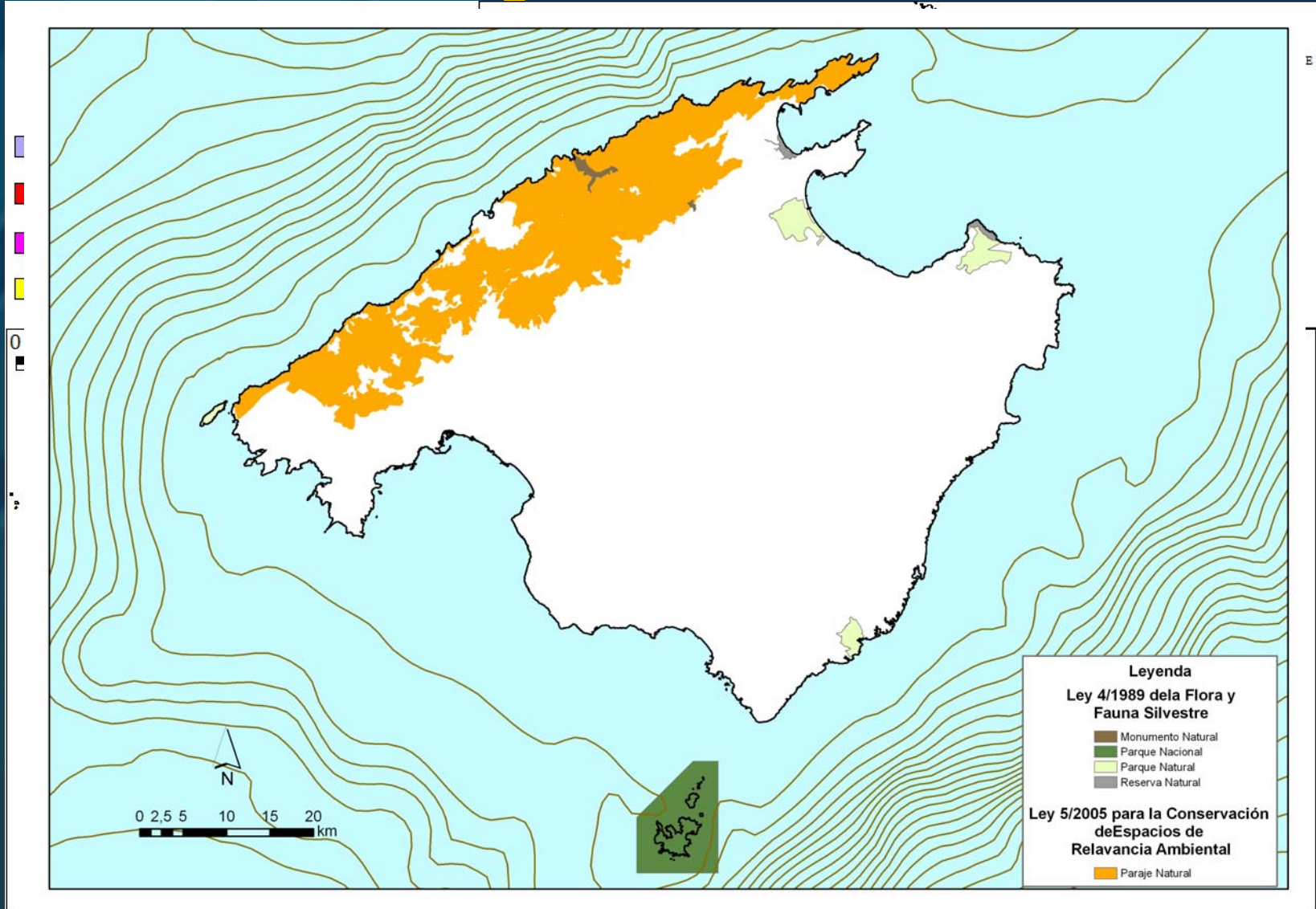
## Caracterización morfodinámica / geomorfológica

TIPO COSTA	Mallorca (m)	Menorca (m)	Ibiza (m)	Formentera (m)	Cabrera (m)
1-A	289.541	128.437	114.709	32.351	44.119
1-B	5.609	710	712	-----	-----
1-C	80.332	53.258	53.538	10.128	4.495
2	42.062	49.512	38.882	12.929	2.539
3-A	45.994	10.196	14.573	14.39	114
3-B	72.293	4.055	12.633	21.769	388
4	2.477	3.156	361	-----	-----
5	6.461	3.89	4.976	118	544
6-A	5.185	7.554	8.009	-----	1.089
6-B	22.132	11.069	11.499	3.145	321
7-A	40.644	38.542	7.327	2.405	3.974
7-B	94.519	17.941	21.67	2.323	253
7-C	4.445	3.229	2.544	-----	850
7-D	2.399	2.768	1.408	-----	350
8-A	2.277	6.181	2.047	1.958	510
8-B	170	-----	-----	-----	50
9	6.041	8.726	91	-----	-----
<b>TOTAL</b>	<b>722.582</b>	<b>349.945</b>	<b>294.978</b>	<b>101.518</b>	<b>59.596</b>



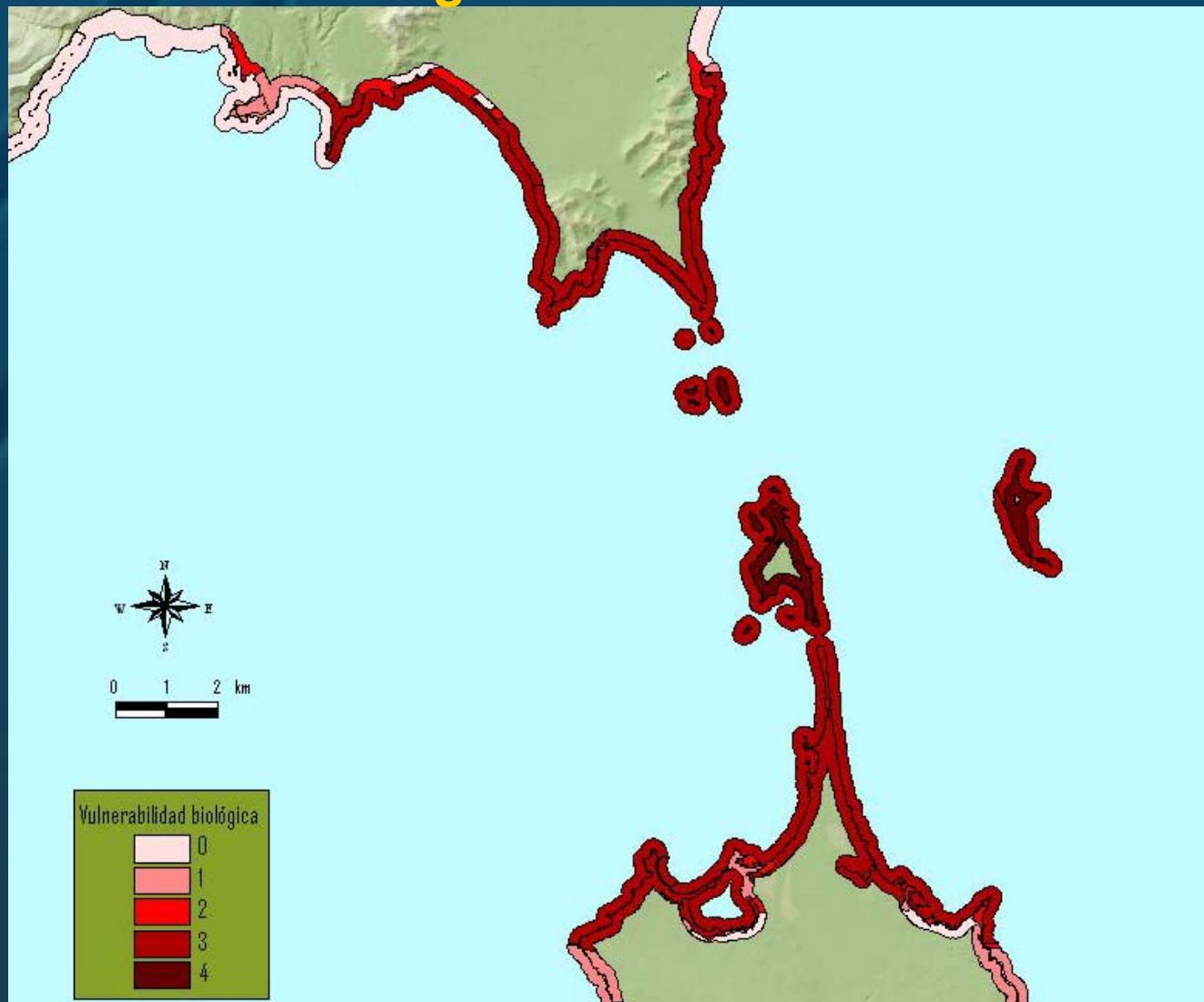


## Caracterización biológica





## Caracterización biológica





## Caracterización socioeconómica

- Se han señalado sobre la cartografía las infraestructuras, servicios y equipamientos de la línea de costa que puedan ser útiles en casos de emergencias debido a vertidos o derrames accidentales de hidrocarburos.





## Caracterización socioeconómica





## Conclusiones

- La intención del trabajo que se está realizando es:

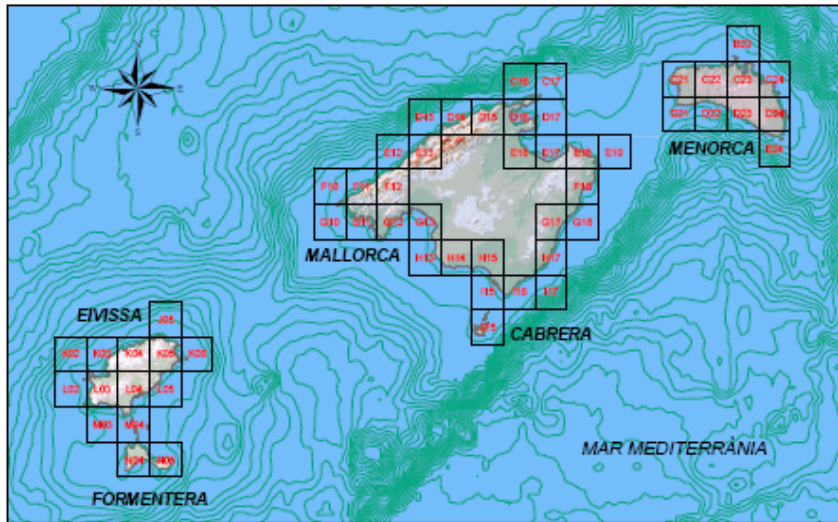
- En estos trabajos **Mapa de Sensibilidad Geomorfológica de la (MSGA) de la costa de las Balears** es esencial de las herramientas de gestión de la línea de costa.





# Conclusiones

## ATLES DE SENSIBILITAT AMBIENTAL DEL LITORAL DE LES ILLES BALEARS



Elaborat per:



### Tipus de línia de costa i característiques dels materials que la conformen

- Costes rocoses altes i penya-segats exposats a zones d'elevada energia
- Estructures artificials exposades a zones d'elevada energia
- Costes rocoses altes amb dipòsits de detrits i acumulació de blocs a la base exposats a zones d'elevada energia
- Costes rocoses baixes exposades a zones d'elevada energia
- Platges formades per arenes fines i de gra mitjà
- Escarpis i costes de perfil escalonat formades per conglomerats, arenes, il·lims i argiles i per litologies calcarenítiques
- Platges formades per arenes gruixudes
- Platges mixtes, formades per arenes i graves
- Platges de graves, còdols i blocs
- Esculleres artificials i costes rocoses baixes exposades, de perfil escalonat i còncav amb presència de blocs i/o platges d'arena i cantons.
- Costes rocoses d'altura variable en zones de baixa energia
- Estructures artificials localitzades en zones de baixa energia
- Esculleres artificials i costes rocoses baixes amb presència de blocs i/o platja de arenes i còdols en zones de baixa energia
- Costes rocoses altes amb dipòsits de detrits i acumulació de blocs a la base, localitzades en zones de baixa energia
- Platges d'arenes fines i mitjanes en zones de baixa energia
- Platges de graves i còdols en zones de baixa energia
- Zones costeres en contacte o presència d'albuferes i marismes

### Punts d'informació i infraestructures de la línia de costa

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| Aeroport                                       | Port comercial               |
| Base naval militar                             | Port pesquer                 |
| Club nautic - port esportiu - marina           | Punt d'immersió              |
| dúbres   | Portic elevador              |
| emissor submari                                | Rampa per a embarcacions     |
| Benzineria - repostar fuel                     | Sanitaris                    |
| Informació meteorològica                       | Servei de grua               |
| Mecànic motor                                  | Aigua potable                |
| Moll - embarcador                              | Electricitat                 |
| Piscifactories - centres de cria i recuperació | Drassanes                    |
| Platja   | Jaciment arqueològic         |
| Primers auxilis                                | Jaciment arqueològic submari |
| Pràctica de windsurf - kitesurf                | Zona de pesca recreacional   |
| Pràctica del surf                              |                              |

### Profunditats marines

- 100
- 99 - -90
- 89 - -80
- 79 - -70
- 69 - -60
- 59 - -50
- 49 - -40
- 39 - -30
- 29 - -20
- 19 - -10

### Carreteres

- Carreteres
- Autopistes

### Límits administratius

- Municipis
- àrees urbanes



Model Digital del Terreny ombrejat

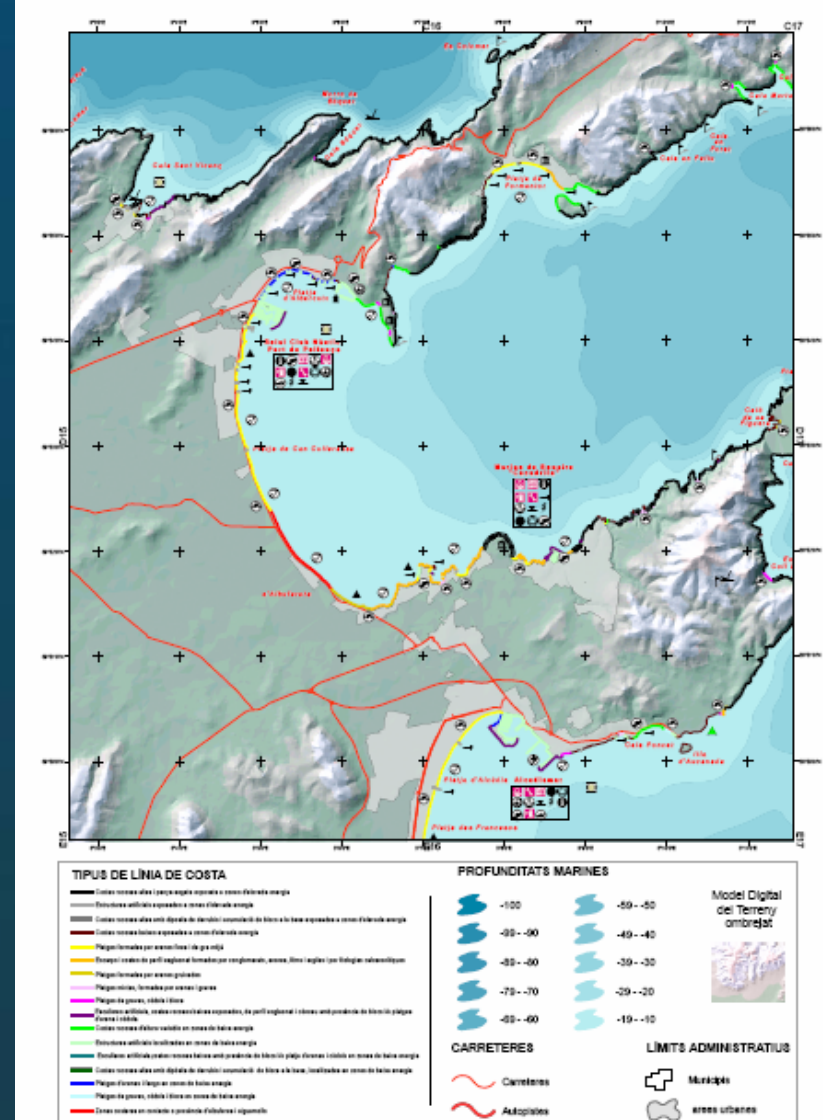
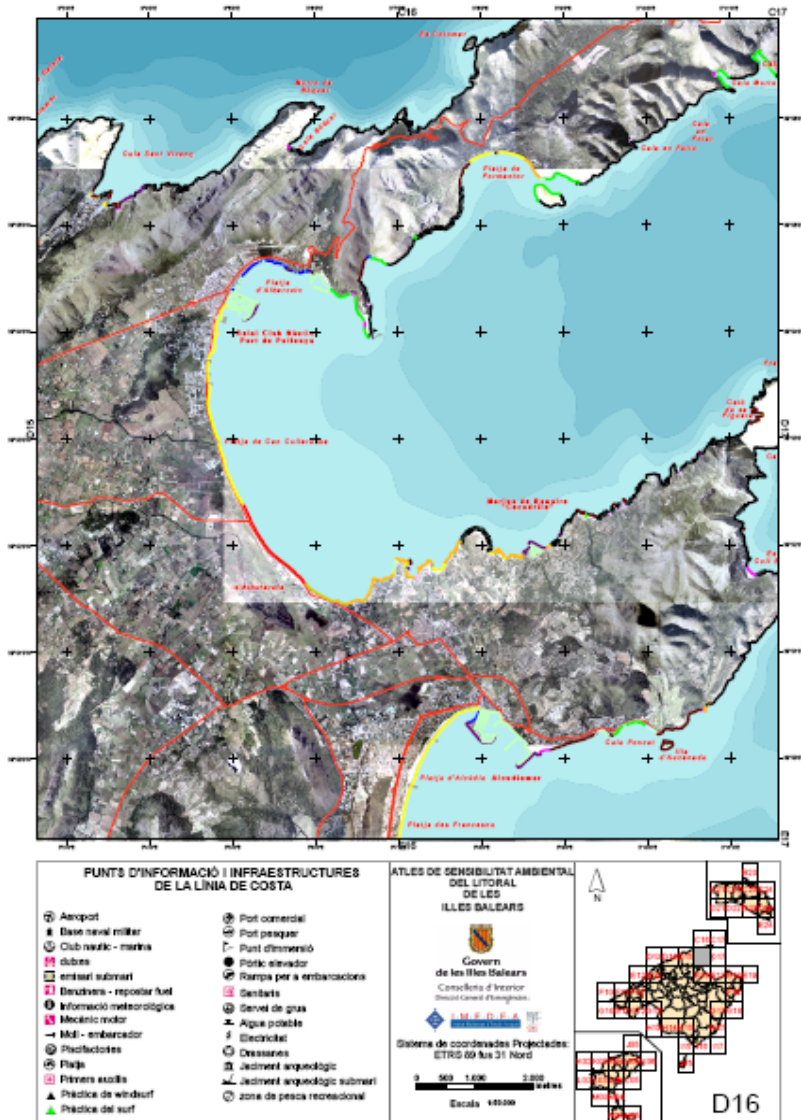








# Conclusiones





## Conclusiones

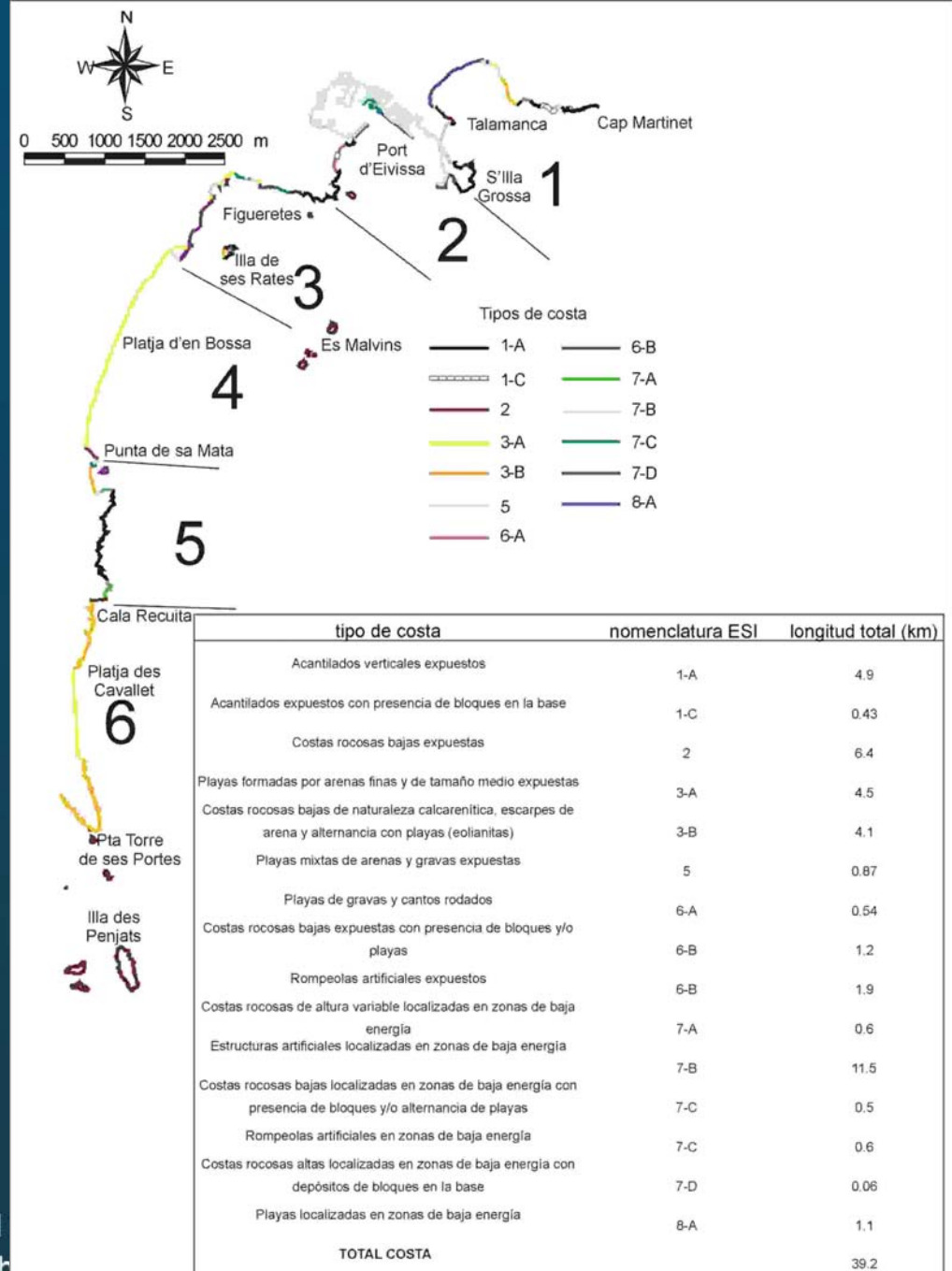
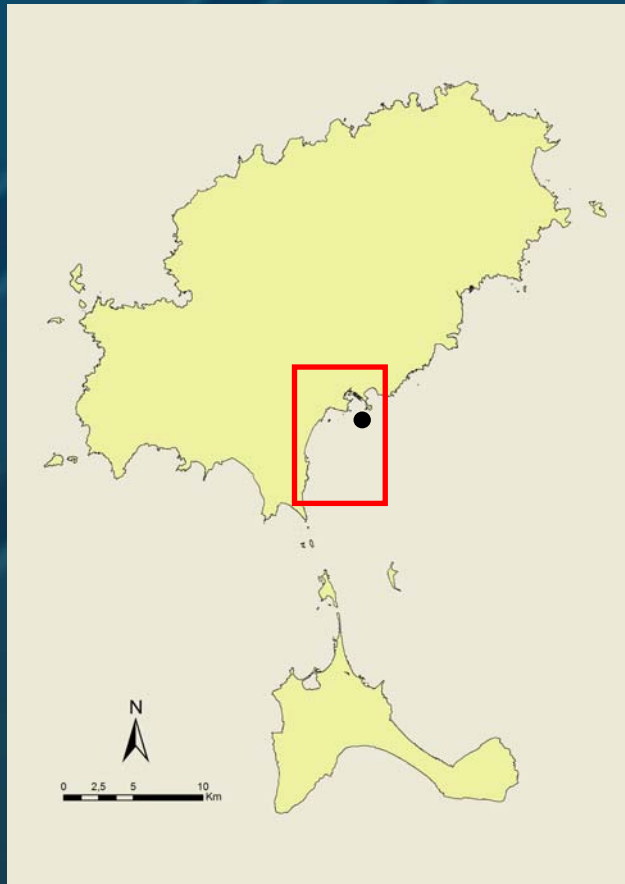
•La intención del trabajo que se está realizando es:

- Elaborar un Mapa de Sensibilidad Ambiental del Litoral (MSAL) de las Illes Balears.
- Integrar la información en un plan de emergencias ante vertidos de hidrocarburos y ligarlo a un modelo de trayectorias.
- Integrar la información cartográfica y bases de datos en el SIG del IMEDEA.



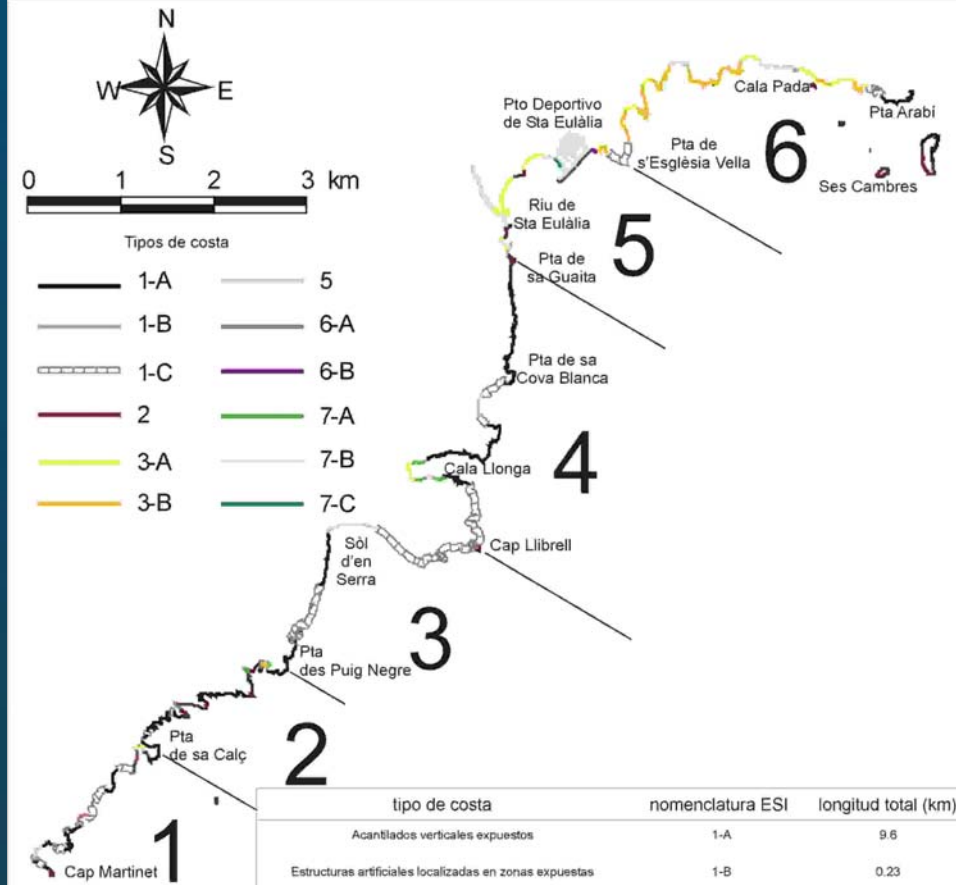
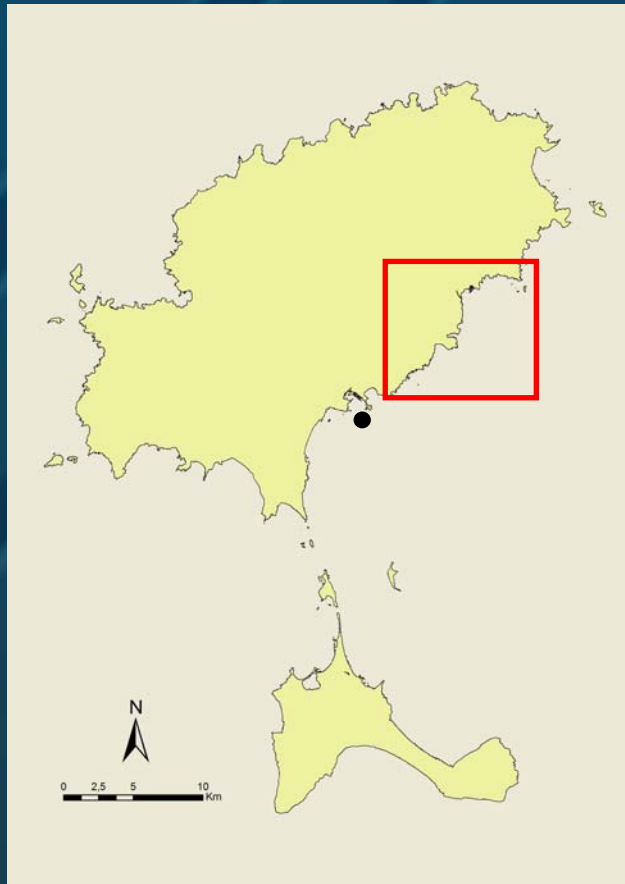


# Conclusiones





# Conclusiones



tipo de costa	nomenclatura ESI	longitud total (km)
Acantillados verticales expuestos	1-A	9.6
Estructuras artificiales localizadas en zonas expuestas	1-B	0.23
Acantillados expuestos con presencia de bloques en la base	1-C	5.47
Costas rocosas bajas expuestas	2	4.1
Playas formadas por arenas finas y de tamaño medio expuestas	3-A	2.6
Costas rocosas bajas de naturaleza calcarenítica, escarpes de arena y alternancia con playas (eolianitas)	3-B	3.3
Playas mixtas de arenas y gravas expuestas	5	1.4
Playas de gravas y cantos rodados	6-A	0.47
Costas rocosas bajas expuestas con presencia de bloques y/o playas	6-B	0.32
Rompeolas artificiales expuestos	6-B	0.62
Costas rocosas de altura variable localizadas en zonas de baja energía	7-A	0.79
Estructuras artificiales localizadas en zonas de baja energía	7-B	5.9
Costas rocosas bajas localizadas en zonas de baja energía con presencia de bloques y/o alternancia de playas	7-C	0.03
Rompeolas artificiales en zonas de baja energía	7-C	0.12
<b>TOTAL COSTA</b>		<b>34.95</b>





# Conclusiones



**Google Earth**

File Edit View Add Tools Help

Fly To Local Search Directions

e.g. New York, NY

**Places**

- 130.206.132.72/klms/esi.kmz
- Legend
  - Caracterització Morfodinàmica
    - Costas rocosas altas y acorados expuestos a zonas de elevada energía
    - Estructuras artificiales expuestas a zonas de elevada energía
    - Costas rocosas altas con depósitos de derrubios y acumulación de bloques en la base
    - Costas rocosas bajas expuestas a zonas de elevada energía
    - Playas formadas por arenas

**Layers**

- Layers
  - terrain
  - roads
  - borders
  - Populated Places
  - Alternative Place Names
  - 3D Buildings
  - Gas, Food, Lodging
  - National Geographic Magazine
  - Google Earth Community
  - Community Showcase
  - Shopping and Services
  - Transportation
  - Geographic Features

Image © 2006 DigitalGlobe

Pointer 39°33'15.10" N 2°43'57.85" E elev 12 ft Streaming 100% Eye alt 14025 ft

Lodging Dining Roads Borders Terrain Buildings





**Este trabajo se enmarca dentro del proyecto “*Sistema de Predicción de Vertidos Marinos en la costa de las Illes Balears*”.**

**Realizado por el IMEDEA (*Institut Mediterrani d’Estudis Avançats*) i por la *Dirección General de Emergencias de la Conselleria d’Interior del Govern de les Illes Balears*.**





# SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE LAS ISLAS BALEARES



**Virginia Jiménez Serranía**  
**Rafael Sardá Borroy**  
**IMEDEA (CSIC-UIB)**

## Generales

1. Proporcionar a la administración las herramientas y criterios necesarios para planificar las actividades e infraestructuras en el litoral.
2. Proporcionar una herramienta de información para los agentes sociales.

## Específicos

1. Construcción de una plataforma de indicadores ambientales y socio-económicos a nivel municipal.
2. Establecer indicadores estratégicos.



## 1. **Compilación de la información**

Conocer el estado actual del territorio en lo que se refiere a infraestructuras y actividades, mediante la utilización de indicadores

## 2. **Desarrollo del Sistema de Información Ambiental**

A partir de una plataforma de indicadores ambientales y socio-económicos a nivel municipal

## 3. **Análisis de tendencias comparando con otras zonas del litoral español**

Litoral Balear vs. Litoral Catalán

## 1. FICHAS MUNICIPALES

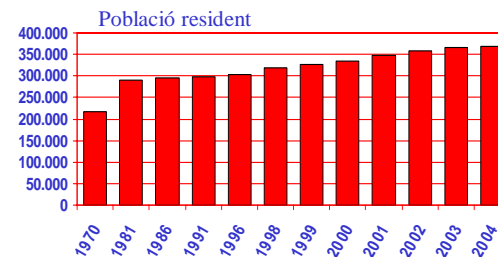
### Palma

209 km<sup>2</sup>  
346.720 habitants (2001)  
Longitud de costa.- 104.415 m



### Estructura poblacional

#### Població resident



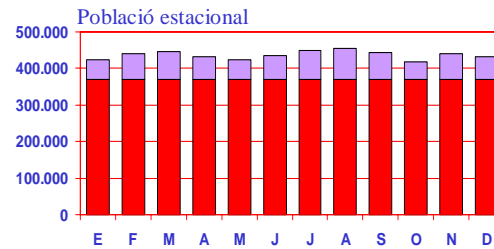
**Densitat població resident (D.p.r.)**  
D.p.r. = 1.765 hab./km<sup>2</sup> (2004)

Població resident (2001) / (2004).-  
Densitat de la població resident (2001) / (2004).-  
Increment població resident (1996-2001) / (1999-2004).-

346.720 / 368.974 hab.  
1.659 / 1.765 hab./km<sup>2</sup>  
13,96 / 12,83 %



## 2 Població estacional ponderada i població base

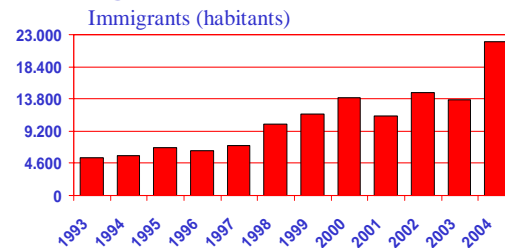


**Estacionalitat de la població (P.b./P.r.)**  
P.b./P.r. = 1,18 (2004)

■ població resident  
■ població estacional

Població estacional ponderada (P.e.p.) 2004.-	67.428 hab.
Població base (P.b.) 2004.-	436.402 hab.
Densitat de la població base 2004.-	2.088 hab./km <sup>2</sup>
Indicador d'estacionalitat (Max-min/min) 2004.-	0,76
Densitat (P.b.) a la línia de costa (2004).-	4,18 hab./m costa
Població resident/Població en segona residència (2004).-	7,65
<b>Increment població base.-</b>	<b>%</b>

## 3 Immigració

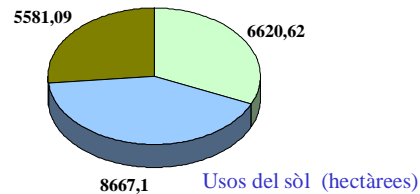


Nombre d'estrangers (2001) / (2004).-	11.370 / 22.048 hab.
Densitat d'immigrants sobre població resident (2001) / (2004)	3,27 / 5,98 %
Increment població d'immigrants (1996-2001) / (1999-2004).-	77,60 / 88,31 %
<b>Index d'exclusió social (?)</b>	



## **Estructura urbana**

### 4 Sòl impermeabilitzat

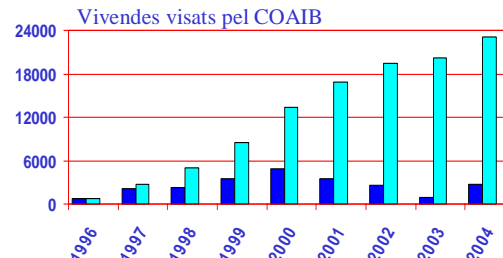


**Percentatge d'impermeabilització (P.i.)**  
P.i. = 31,72 % (2005)

Urbano/Urbanitzat      Natural  
Agrícola

Sòl impermeabilitzat.-	6.620,62 ha
Percentatge d'impermeabilització.-	31,72 %
Increment sòl impermeabilitzat.-	%
Ratio sòl artificialitzat/sòl natural.-	2,74
Densitat població base en sòl urba+urbanitzat.-	31,54 hab./km <sup>2</sup>
Percentage d'impermeabilització del sòl segons distància amb la costa	%/km

### 5 Construcció de vivendes



**Coefficient de funció constructora (C.f.c.)**  
C.f.c. = 5,51 (1999-2004)

Vivendes finalitzades (visats) a l'any  
Acumulació de vivendes finalitzades

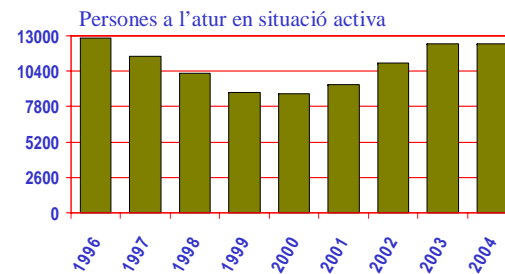
157.446 vivendes (2001)  
169.510 vivendes (2004)

Vivendes construïdes (2001) / (2004)	3.468 / 2.779
Nombre de vivendes construïdes per resident (2001) / (2004)	0,01 / 0,007
Increment de vivendes (1996-2001) / (1999-2004).-	399,71 % / -20,82 %
Coefficient de funció constructora (1996-2001) / (1999-2004)	5,53 / 5,51
Ratio venda primària utilitzada / vivienda secundària utilitzada (2001)	10,33



## 6 Béns culturals

## 7 Desocupació



**Atur sobre població activa (At.)**  
**At. = 6,11 % (2004)**

Nombre total de persones aturades en situació activa (2001) / (2004).- 9.412 / 12.455 hab.

Atur sobre població activa (2001) / (2004).- 4,84 / 6,11 %

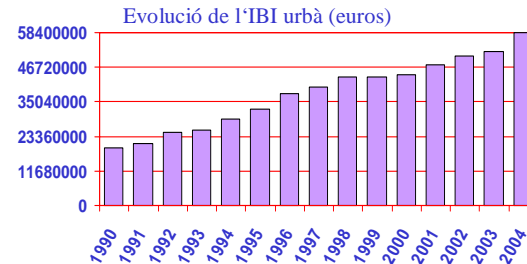
Increment persones aturades (1996-2001) / (1999-2004).- -26,52 / 40,37

Percentage d'atur estacional



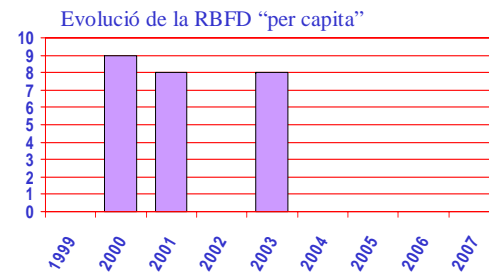
## Estructura econòmica

### 8 Evolució de l'IBI



IBI de natura urbana total (2001) / (2004).-	47.720.802 / 58.315.258 euros
IBI de natura urbana per rebut (2001) / (2004).-	204,91 / 240,48 euros
Increment IBI urbà (1996-2001) / (1999-2004).-	26,01 / 33,92 %

### 9 Evolució de la Renda Bruta Familiar Disponible (RBF)



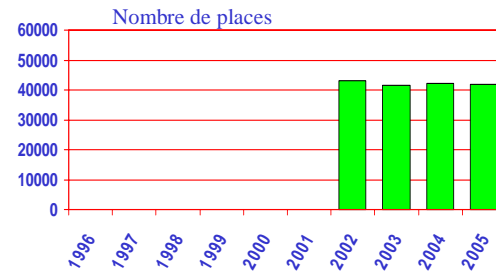
**Renda Bruta Familiar Disponible (RBF)**  
**RBF mitjana.- 12.000 euros (2001)**

RBF total (2001).-	4.160.640 milers d'euros
RBF mitjana (2001).-	12.000 euros per cápita
Increment RBF ().-	%



## 10 Evolució del Producte Interior Brut (PIB)

## 11 Evolució de l'Oferta Turística

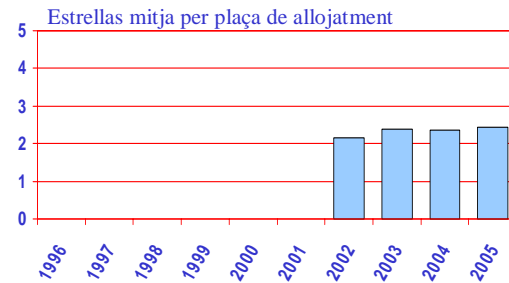


**Coefficient de funció allotjament (C.f.a.)**  
C.f.a. = 11,41 (2004)

Nombre de places allotjament (2004)	42.091 places
Coefficient de funció allotjament (places/100 hab .el 2004).-	11,41 places
Increment nombre de places allotjament (2001-2006).-	%



## 12 Qualitat de l'Oferta Turística d'allotjament hoteler



**2,89 (2004)**

Estrelles mitja per plaça hotelera (solo hoteles) (2004)	2,89 estrelles
Nombre de places amb distintiu de qualitat (2004).-	11.457 places
Nombre de places amb distintiu de qualitat sobre total (2004)	27,22 %
Increment nombre de places amb distintiu (2001-2006).-	%

## 13 Preus de l'Oferta Turística d'allotjament hoteler



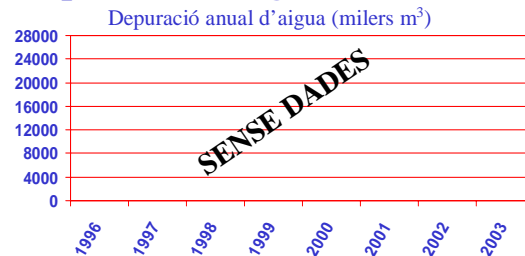


## \* Fluxes a m b i e n t a l s

### 14 Consum d'aigua



### 15 Depuració d'aigües residuals

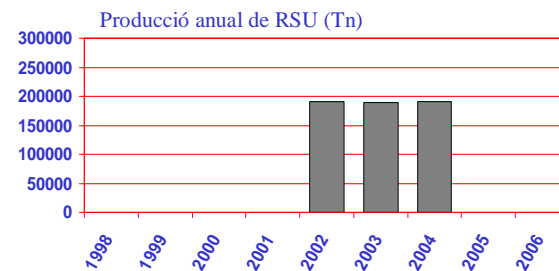


Depuració total d'aigua (2004).-	m <sup>3</sup> any
Depuració per persona resident (2004)	m <sup>3</sup> persona dia
Depuració per persona base (2004).-	m <sup>3</sup> persona dia
Increment depuració aigua anual (2001-2006).-	%
Reutilització d'aigües (2004).-	m <sup>3</sup> any



## 16 Situació de l'aqüífer

## 17 Producció de residus sòlids urbans (RSU)

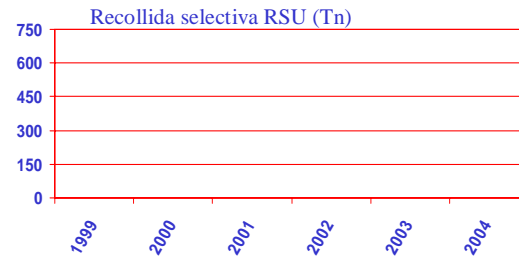


**Intensitat d'ús de residus (I.u.r.)**  
I.u.r. =

Producció total de residus (2004).-	190.456 Tn any
Producció RSU per persona resident (2004).-	1,41 Kg persona dia
Producció RSU per persona base (2004).-	1,20 Kg persona dia
Increment producció RSU anual (2001-2006).-	%
Indicador d'estacionalitat 2004 (Max-min/min).-	0,25
Intensitat d'ús de RSU.-	Kg/euro



## 18 Valorització de residus sòlids urbans



**Valorització total de residus  
Tn (2004)**

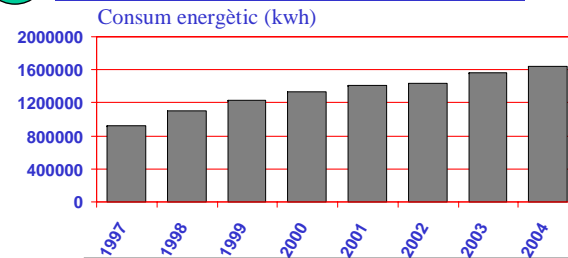
**PALMA NO TIENE DATOS !!!**

Valorització RSU per persona resident (2001) / (2004).-	/ Kg persona dia
Valorització RSU per persona base (2004).-	Kg persona dia
Valorització Residus "packaging" (2001) / (2004).-	/ Kg persona dia
Increment valorització RSU anual (1999-2004).-	%
Indicador d'estacionalitat 2001 / 2004 (Max-min/min).-	/
Percentatge de valorització sobre producció total (2004).-	%

## 19 Producció de residus sòlids industrials (RSI)



## 20 Consum d'Energia elèctrica



**Intensitat de consum energètic (I.u.e.)**  
I.u.e. =

Consum total d'energia elèctrica (2001) / (2004).-	1.413.327 / 1.637.105 kwh
Consum energètic per persona resident (2004).-	4,44 kwh persona
Consum energètic per persona base (2004).-	3,75 kwh persona
Increment consum energètic anual (1999-2004)	33,10 %
Indicador d'estacionalitat (M-m/m).-	0,32

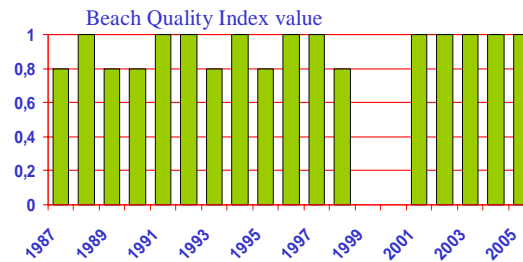
## \* Explotació de recursos

### 21 Captures de pesca comercial





## 22 Qualitat higiènica de les platges

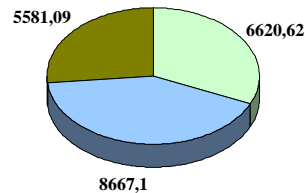


Index de qualitat higiènica (IQH) 2001/2004.-  
 Percentatge de platges que compleixen amb la Directiva 76/160 (2001/2004)

1 / 1  
 100 / 100 %

## 23 Àrea natural al municipi

Usos del sòl (hectàrees)



Urbano/Urbanitzat    Natural  
 Agrícola

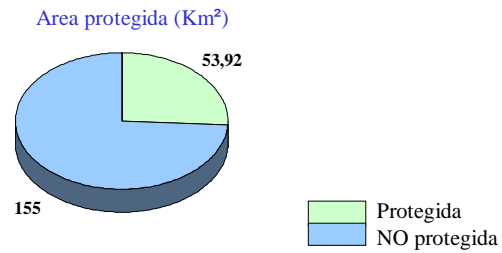
**26,74 % (2005)**

Sòl en estat natural al municipi.-  
 Percentatge del sòl en estat natural sobre el total municipal.-  
 Increment de sòl en estat natural (2001-2006).-

5.581,09 ha  
 26,74 %  
 %



## 24 Àrea protegida al municipi

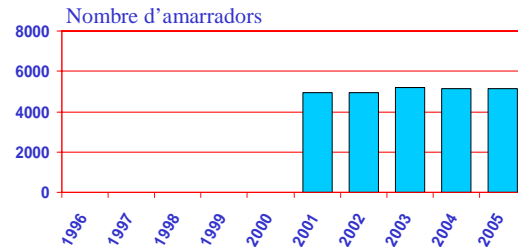


**Percentatge d'àrea protegida (P.a.p.)**  
**P.a.p. = 25,80 %**

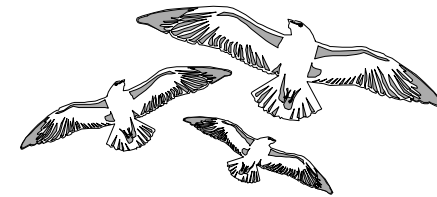
Segons: Ley 4/89  
Red Natura 2000  
Ley de la C.A. de Balears 5/2005

## \* Ocupació del domini marí

### 25 Cens d'embarcacions d'esbarjo



Nombre d'amarradors total (2001) / (2004).-	4.959 / 5.171 amarradors
Nombre d'amarradors per Km de costa (2001) / (2004).-	91,08 / 94,97 amarradors
Increment nombre d'amarradors (2001-2005) .-	4,27 %

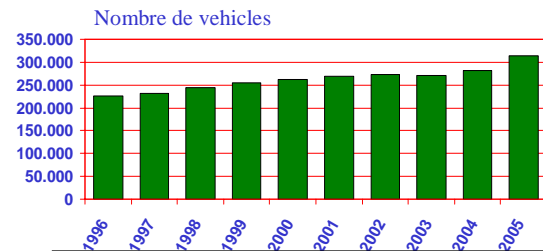




26 Extracció/regeneració d'àrids marins

 Ocupació del domini terrestre i Transport

27 Índex de motorització municipal



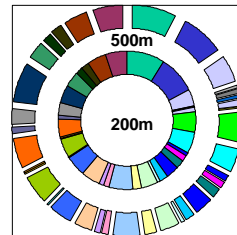
**Coefficient de motorització (C.m.)**  
C.m.= 762 (2004)

Nombre de vehicles al municipi (2001) / (2004).-	269.651 / 281.258 unitats
Coefficient de motorització (2001) / (2004).-	778 / 852 units per 1000 hab.
Increment de motorització (1996-2001) / (1999-2004).-	9,25 / 10,66 %



28 Mosaic territorial

29 Artificialització de la línia de costa



Artificialització de la costa (A.c.)  
A.c. (200 m) = 51,66 % (2005)

Artificialització de la costa (200 primers metres de costa).-	53.942 m
Percentage d'artificialització (200 primers metres de costa).-	51,66 %
Artificialització de la costa (500 primers metres de costa).-	55.265 m
Percentage d'artificialització (500 primers metres de costa).-	52,93 %





## 2. INDICADORES ESTRATÉGICOS

**Densidad de la población residente.** Se calculó a partir del número de habitantes en el 2004, partido por el área del municipio en Km<sup>2</sup>.

**Estacionalidad de la población.** Este indicador lleva tras de si una gran cantidad de datos para su obtención, pero en definitiva, es el resultado de la división de la población base del 2004 entre la población residente del mismo año.

**Porcentaje de suelo impermeabilizado.** Es un dato cartográfico obtenido a partir de un GIS, considerándose como suelo impermeabilizado cualquier zona urbana o urbanizada, excluyendo las áreas naturales y agrícolas.

**Coefficiente de función constructora.** Este indicador se realiza para un período de tiempo, que, en función de los datos disponibles, corresponde al período comprendido entre los años 1999-2004. La fórmula del coeficiente es,

$$\frac{\sum \text{Viviendas visadas entre 1999 y 2004}}{\text{Población residente de 1999}} \times 100$$



**Porcentaje de paro sobre población activa.** El porcentaje se calcula a partir de los datos de paro del año 2001 y de la población activa del año 2001. Se escoge este año puesto que son los datos más actuales de población activa en Baleares.

**Coefficiente de función hotelera.** Este indicador nos muestra el número de plazas hoteleras por cada 100 habitantes, en este caso, en el año 2004. La fórmula del coeficiente es,

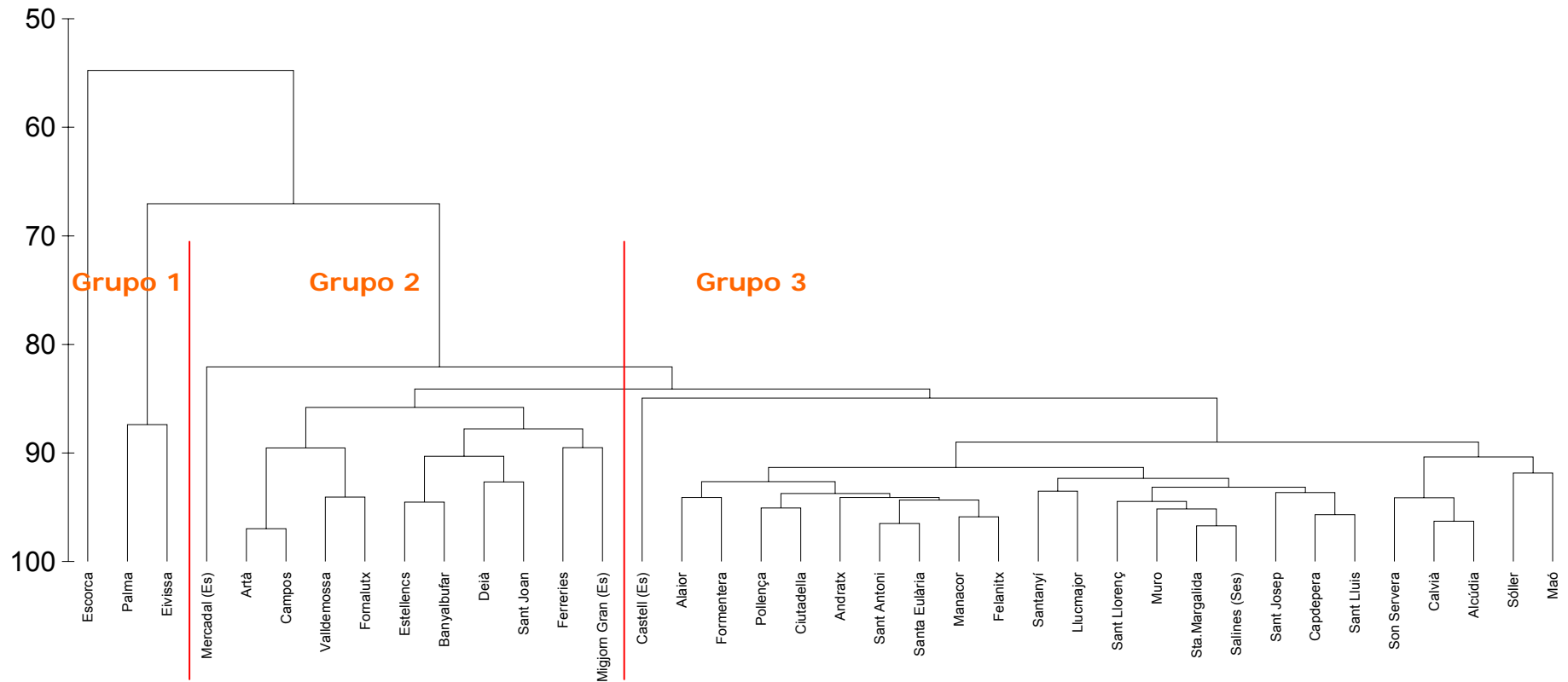
$$\frac{\text{Nº Plazas hoteleras de 2004} \times 100}{\text{Población residente de 2004}}$$

**Coefficiente de motorización.** Representa el número de vehículos por cada 1000 habitantes en el año 2004, considerándose vehículos, turismos, motos, camiones y furgonetas. Se calcula de la siguiente manera,

$$\frac{\text{Nº Vehículos en 2004} \times 1000}{\text{Población residente de 2004}}$$

**Artificialización de la línea de costa.** Es un dato cartográfico obtenido a partir de un GIS, consiste en delimitar los metros de costa que se encuentran artificializados, en un buffer de 200 metros.

# Cluster de los municipios de Islas Baleares



# Distribución de los grupos formados

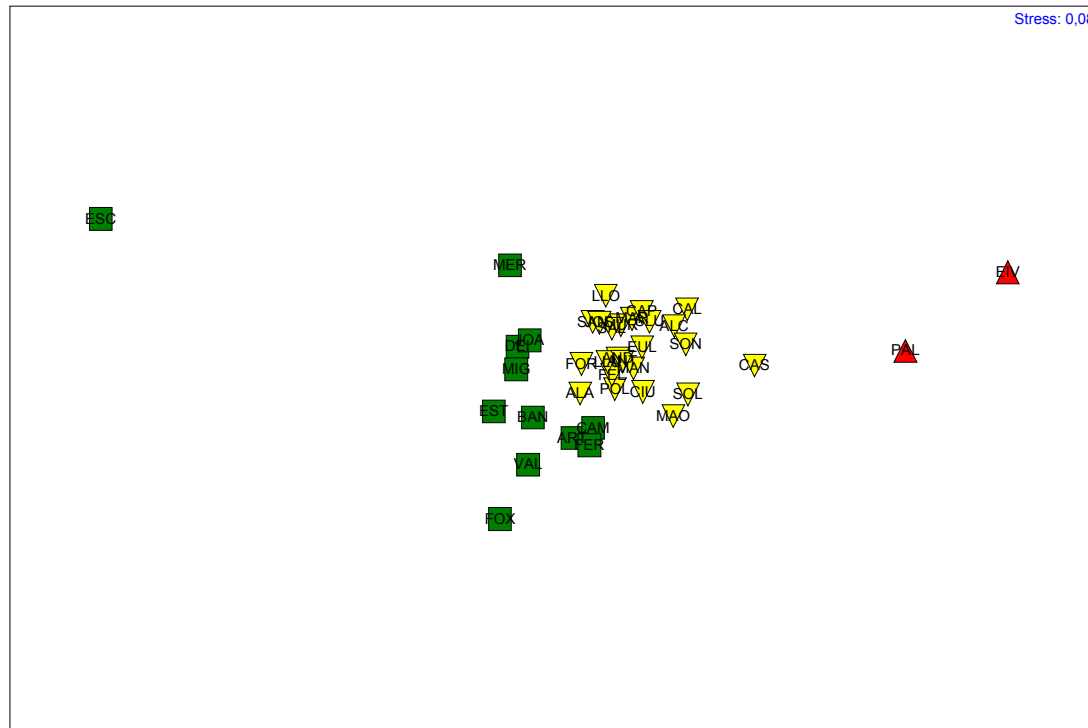


- Grupo 1
- Grupo 2
- Grupo 3

## Descripción (valores medios municipales) de los grupos obtenidos en las Islas Baleares.

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
2004	Densidad de población	1863,48	36,91	138,73
2004	Estacionalidad de población	1,19	1,86	1,91
2005	Suelo impermeabilizado	91,58	50,11	225,96
1999-2004	C. f. constructora	6,01	14,21	12,24
2001	Paro sobre población activa	4,93	1,87	6,27
2004	C. f. hotelera	10,23	20,77	40,57
2004	Coeficiente de motorización	765,03	946,03	877,23
2005	Artificialización línea de costa	146,99	193,17	1186,24

# Diferenciación de los grupos municipales de Islas Baleares



▲ Grupo 1

■ Grupo 2

▼ Grupo 3



	DIFERENCIAS	G.1 y G.3	G.1 y G.2	G.3 y G.2
	Significancia	0,995	0,82	0,668
<b>Media de di-similaridad</b>	General	56,23	63,76	20,84
<b>Contribución (%)</b>	Densidad de población	91,27	85,06	25,65
	Motorización		10,65	5523
	C.f. hotelera			7,88
	Artificialización			7,41

	SEMEJANZAS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Media de di-similaridad</b>	General	71,74	77,24	88,17
<b>Contribución (%)</b>	Densidad de población	67,08		10,94
	Motorización	28,95	92,49	80,55

1. Este proyecto constituye una importante fuente de información que podría ser utilizada para la elaboración de un Plan Estratégico de las zonas costeras de Baleares.
2. Un Sistema de Información como este, debería alimentarse mediante la colaboración de aquellos departamentos institucionales o privados que periódicamente recogen la información.
3. Debería ponerse en funcionamiento una página web para divulgar la información obtenida, según el principio de Transparencia de la información en materia ambiental que recoge el Plan de Acción Medioambiental de la Comunidad Europea.
4. Es necesario trabajar en la obtención de determinados indicadores importantes a nivel municipal, como el Producto Interior Bruto (PIB) y el Consumo de agua, que actualmente no son recogido en las Islas Baleares.





**GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!**

### 13. Sistema de Información Ambiental de las Islas Baleares

Virginia Jiménez Serranía<sup>1,2</sup> y Rafael Sardá Borroy<sup>2</sup>

1. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA-UIB-CSIC), C/ Miquel Marquès, 21. 07190 Esporles. Mallorca, Illes Balears.

2. Centro de Estudios Avanzados de Blanes (CEAB-CSIC), Carretera de acceso a la Cala Sant Francesc, s/n, Blanes, Girona.

#### Resumen

Las zonas costeras constituyen entornos naturales de características muy particulares debido a su riqueza natural y socioeconómica; especialmente por esta última, ha sufrido grandes transformaciones en los últimos cincuenta años, como consecuencia del turismo y del aumento de las actividades urbanísticas (Turner et al., 1996; Sardá et al., 2006).

Actualmente existen una serie de tendencias socioeconómicas globales, tales como un aumento en la demanda de segunda residencia, puesto que el poder adquisitivo es mayor y el desplazamiento turístico mucho más fácil. Por otro lado, los núcleos urbanos no dejan de crecer debido a la construcción de vivienda primaria, lo que supone un aumento en la ocupación del suelo y creación de infraestructura para abastecer las nuevas viviendas. Como consecuencia de estas demandas, se produce el crecimiento de diferentes sectores industriales y de servicios. Todo esto conlleva un incremento de la presencia humana y por lo tanto, un elevado número de actividades asociadas en la costa española (Sardá et al., 2006).

Las zonas turísticas, como cualquier recurso explotable, muestran un patrón en el que se produce una primera fase de crecimiento y explotación, seguida de una segunda fase llena de problemas, producto de una explotación sin control y una ordenación territorial mal planificada que han dado lugar a una serie de fenómenos destructivos como la erosión, destrucción del hábitat y la biodiversidad, contaminación del suelo y recursos hídricos, etc. (Sardá et al., 2004; Sardá et al., 2005).

Esta situación ha hecho que la Unión Europea diseñe una estrategia para caminar hacia un uso sustentable de la costa. La Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC), nace para ello.

Las estrategias de gestión deben estar diseñadas para ser sostenibles durante largos períodos de tiempo, debe ser capaz de adaptarse a los cambios rápidamente y proporcionar mecanismos para conseguir la colaboración entre instituciones y usuarios (Olsen, 2003).

Pero la gestión de la costa no es tarea fácil, ya que se trata de un sistema muy complejo. Para tratar de reducir dicha complejidad se utilizan los indicadores o índices. Los indicadores utilizados en las zonas costeras, sirven, entre otras cosas, para estudiar un rango de perturbaciones relacionadas con factores como el aumento del nivel del mar, impacto humano, erosión de las olas, etc., siendo su principal objetivo la clasificación de la línea de costa, en unidades que presenten una serie de características similares (McLaughlin et al., 2002).

Movidos por este hecho y por la recomendación de la Unión Europea COM/00/545 de 8 de Septiembre de 2000, se desarrollaron varios proyectos a nivel de Comunidades Autónomas, en el caso de España, encaminados a un turismo sostenible y para obtener una visión general del estado de nuestras costas.

Actualmente en las Islas Baleares, se está trabajando en un Sistema de Información Ambiental propio, basado en la medida de una serie de indicadores ambientales y socioeconómicos a nivel municipal, dentro del proyecto UGICZ (Unidad de Gestión Integrada de Zonas Costeras).

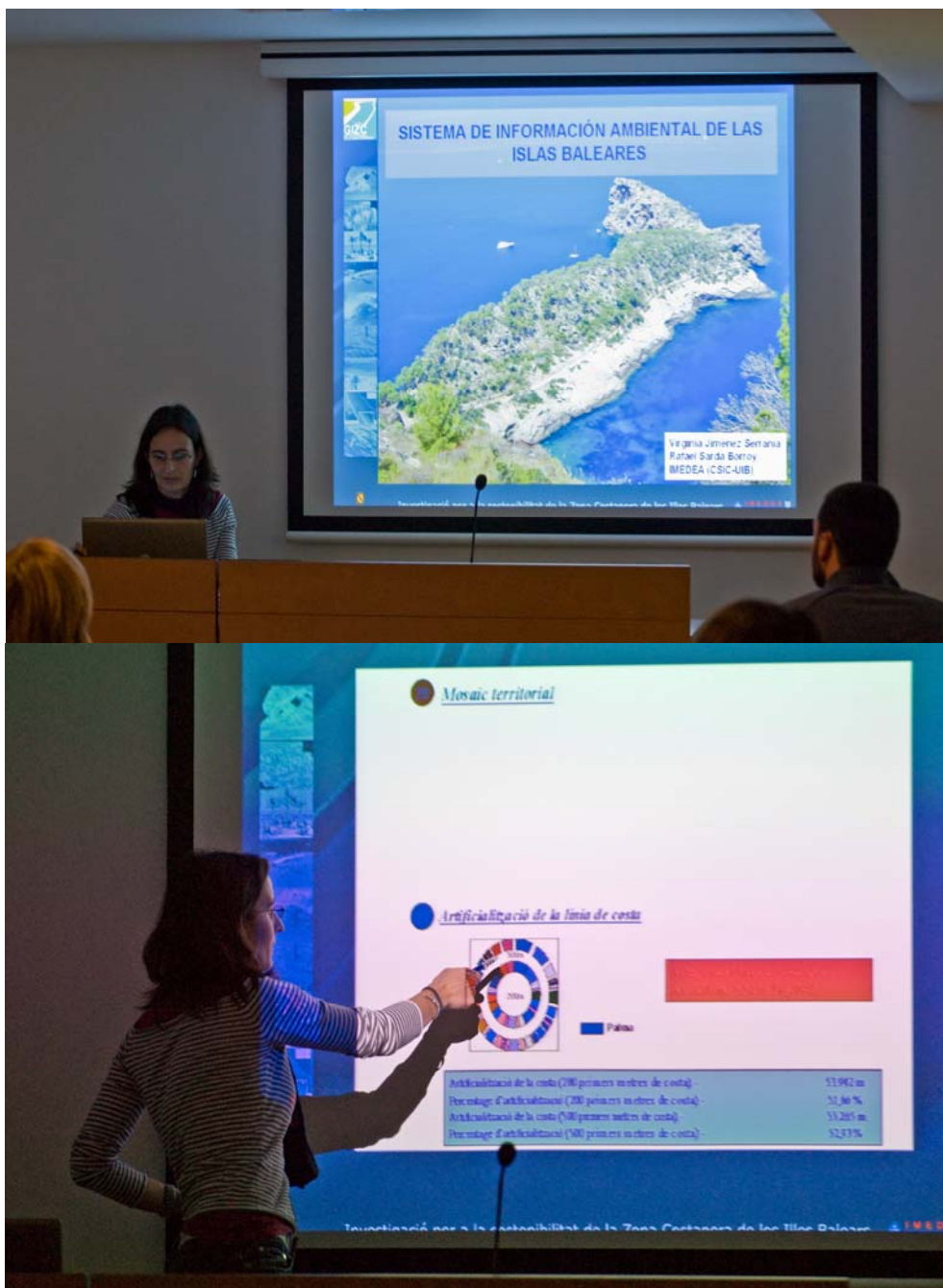
Estos indicadores constituyen una herramienta fundamental para la planificación de actividades e infraestructuras, por parte de la Administración, que debieran implantarse o gestionarse en el litoral balear. Por lo tanto, el presente trabajo pretende organizar la complejidad de la información que fluye en los sistemas litorales para permitir la agilización en la toma de decisiones y soluciones a conflictos.

#### Agradecimientos:

El trabajo presentado es una contribución al proyecto de investigación I + D + i GIZC, iniciativa conjunta entre la Direcció General de Recerca, Desenvolupament Tecnològic i Innovació de la Conselleria d'Economia, Hisenda i Innovació (Govern de les Illes Balears) y el IMEDEA (Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Universitat de les Illes Balears).

#### Referencias

- McLaughlin S., J. McKenna, J.A.G. Cooper. 2002. Socio-economic data in coastal vulnerability indices: constraints and opportunities. *Journal of Coastal Research* 36: 487-497.
- Olsen S. B. 2003. Frameworks and indicators for assessing progress in integrated coastal management initiatives. *Ocean & Coastal Management* 46: 347-361.
- Sardá R., J. Mora & C. Avila. 2004. Tourist Development in the Costa Brava (Girona, Spain)-How Integrated Coastal Zone Management may rejuvenate its lifecycle. In: Vermaat et al. (2004) *Managing European coasts: past, present and future*.
- Sardá R., C. Avila & J. Mora. 2005. A methodological approach to be used in integrated coastal zone management processes: the case of the Catalan Coast (Catalonia, Spain). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 427-439.
- Sardá R., J. Brenner y J. A. Jiménez. 2006. Visione (HEMU's) y Sistemas Socio-ambientales (SES's) como prerrequisito para la implementación de la Estrategia Española de Gestión Integrada de Zonas Costeras: el caso de estudio de la Costa Catalana. Comunicación técnica en el Congreso Nacional del Medio Ambiente.
- Turner R. K., S. E. Subak & W. N. Adger. 1996. Pressures, trends and impacts in the coastal zones: interactions between socio-economic and natural systems. *Environ Manage* 20: 159-173.



Virginia Jiménez a la seva intervenció a les V Jornades de Medi Ambient



# SISTEMA DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE LAS ISLAS BALEARES



**Virginia Jiménez Serranía  
Rafael Sardá Borroy  
IMEDEA (CSIC-UIB)**

## Generales

1. Proporcionar a la administración las herramientas y criterios necesarios para planificar las actividades e infraestructuras en el litoral.
2. Proporcionar una herramienta de información para los agentes sociales.

## Específicos

1. Construcción de una plataforma de indicadores ambientales y socio-económicos a nivel municipal.
2. Establecer indicadores estratégicos.

## 1. **Compilación de la información**

Conocer el estado actual del territorio en lo que se refiere a infraestructuras y actividades, mediante la utilización de indicadores

## 2. **Desarrollo del Sistema de Información Ambiental**

A partir de una plataforma de indicadores ambientales y socio-económicos a nivel municipal

## 3. **Análisis de tendencias comparando con otras zonas del litoral español**

Litoral Balear vs. Litoral Catalán

## 1. FICHAS MUNICIPALES

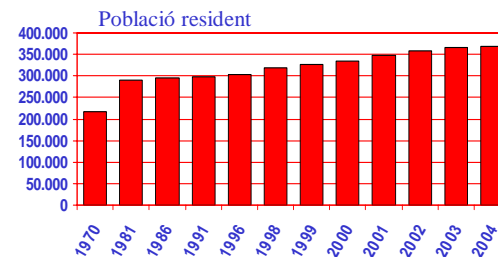
### Palma

209 km<sup>2</sup>  
346.720 habitants (2001)  
Longitud de costa.- 104.415 m



### Estructura poblacional

#### Població resident



**Densitat població resident (D.p.r.)**  
D.p.r. = 1.765 hab./km<sup>2</sup> (2004)

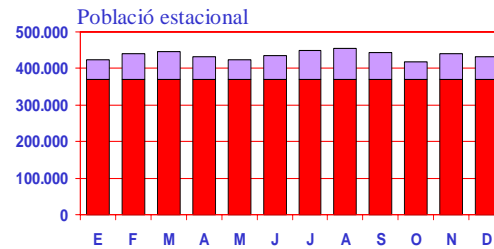
Població resident (2001) / (2004).-  
Densitat de la població resident (2001) / (2004).-  
Increment població resident (1996-2001) / (1999-2004).-

346.720 / 368.974 hab.  
1.659 / 1.765 hab./km<sup>2</sup>  
13,96 / 12,83 %





## 2 Població estacional ponderada i població base

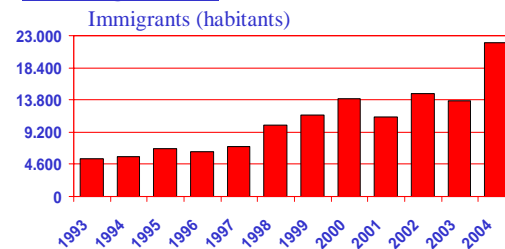


**Estacionalitat de la població (P.b./P.r.)**  
P.b./P.r. = 1,18 (2004)

■ població resident  
■ població estacional

Població estacional ponderada (P.e.p.) 2004.-	67.428 hab.
Població base (P.b.) 2004.-	436.402 hab.
Densitat de la població base 2004.-	2.088 hab./km <sup>2</sup>
Indicador d'estacionalitat (Max-min/min) 2004.-	0,76
Densitat (P.b.) a la línia de costa (2004).-	4,18 hab./m costa
Població resident/Població en segona residència (2004).-	7,65
<b>Increment població base.-</b>	<b>%</b>

## 3 Immigració

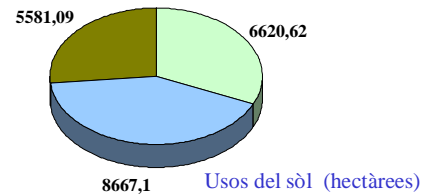


Nombre d'estrangers (2001) / (2004).-	11.370 / 22.048 hab.
Densitat d'immigrants sobre població resident (2001) / (2004)	3,27 / 5,98 %
Increment població d'immigrants (1996-2001) / (1999-2004).-	77,60 / 88,31 %
<b>Index d'exclusió social (?)</b>	



## **Estructura urbana**

### 4 Sòl impermeabilitzat

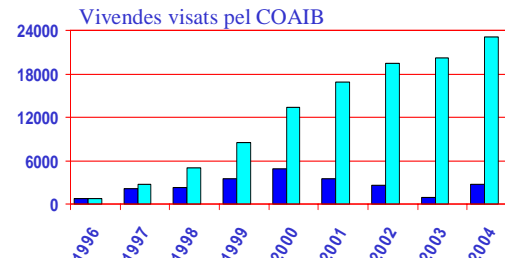


**Percentatge d'impermeabilització (P.i.)**  
P.i. = 31,72 % (2005)

Urbano/Urbanitzat      Natural  
Agrícola

Sòl impermeabilitzat.-	6.620,62 ha
Percentatge d'impermeabilització.-	31,72 %
Increment sòl impermeabilitzat.-	%
Ratio sòl artificialitzat/sòl natural.-	2,74
Densitat població base en sòl urba+urbanitzat.-	31,54 hab./km <sup>2</sup>
Percentage d'impermeabilització del sòl segons distància amb la costa	%/km

### 5 Construcció de vivendes



**Coefficient de funció constructora (C.f.c.)**  
C.f.c. = 5,51 (1999-2004)

Vivendes finalitzades (visats) a l'any  
Acumulació de vivendes finalitzades

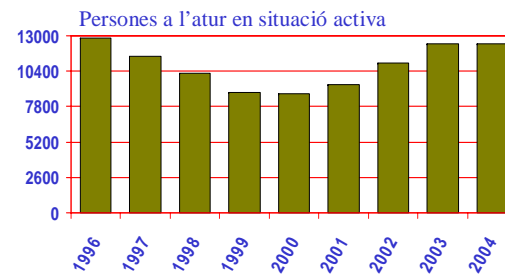
157.446 vivendes (2001)  
169.510 vivendes (2004)

Vivendes construïdes (2001) / (2004)	3.468 / 2.779
Nombre de vivendes construïdes per resident (2001) / (2004)	0,01 / 0,007
Increment de vivendes (1996-2001) / (1999-2004).-	399,71 % / -20,82 %
Coefficient de funció constructora (1996-2001) / (1999-2004)	5,53 / 5,51
Ratio venda primària utilitzada / vivienda secundària utilitzada (2001)	10,33



## 6 Béns culturals

## 7 Desocupació



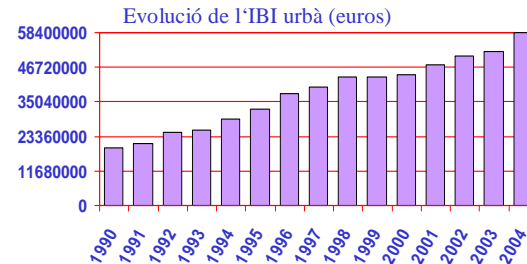
**Atur sobre població activa (At.)**  
**At. = 6,11 % (2004)**

Nombre total de persones aturades en situació activa (2001) / (2004).-	9.412 / 12.455 hab.
Atur sobre població activa (2001) / (2004).-	4,84 / 6,11 %
Increment persones aturades (1996-2001) / (1999-2004).-	-26,52 / 40,37
<b>Percentage d'atur estacional</b>	



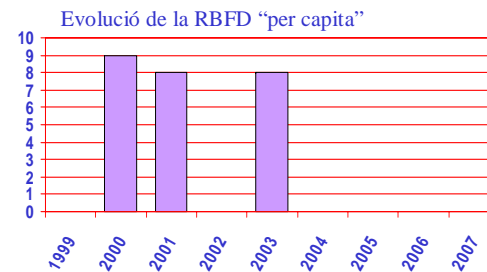
## Estructura econòmica

### 8 Evolució de l'IBI



IBI de natura urbana total (2001) / (2004).-	47.720.802 / 58.315.258 euros
IBI de natura urbana per rebut (2001) / (2004).-	204,91 / 240,48 euros
Increment IBI urbà (1996-2001) / (1999-2004).-	26,01 / 33,92 %

### 9 Evolució de la Renda Bruta Familiar Disponible (RBF)



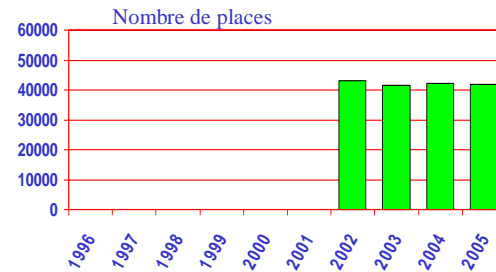
**Renda Bruta Familiar Disponible (RBF)**  
**RBF mitjana.- 12.000 euros (2001)**

RBF total (2001).-	4.160.640 milers d'euros
RBF mitjana (2001).-	12.000 euros per cápita
Increment RBF ().-	%



## 10 Evolució del Producte Interior Brut (PIB)

## 11 Evolució de l'Oferta Turística

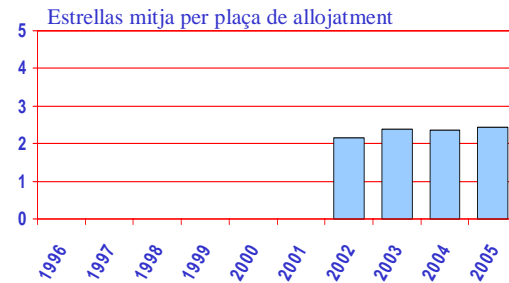


**Coefficient de funció allotjament (C.f.a.)**  
C.f.a. = 11,41 (2004)

Nombre de places allotjament (2004)	42.091 places
Coefficient de funció allotjament (places/100 hab .el 2004).-	11,41 places
Increment nombre de places allotjament (2001-2006).-	%



## 12 Qualitat de l'Oferta Turística d'allotjament hoteler



**2,89 (2004)**

Estrelles mitja per plaça hotelera (solo hoteles) (2004)	2,89 estrelles
Nombre de places amb distintiu de qualitat (2004).-	11.457 places
Nombre de places amb distintiu de qualitat sobre total (2004)	27,22 %
Increment nombre de places amb distintiu (2001-2006).-	%

## 13 Preus de l'Oferta Turística d'allotjament hoteler

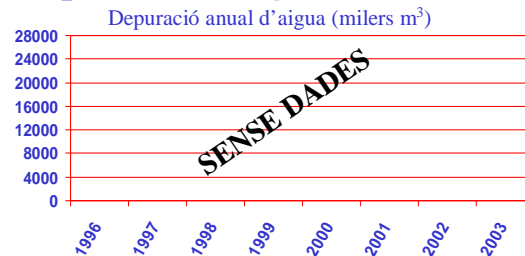


## \* Fluxes a m b i e n t a l s

### 14 Consum d'aigua



### 15 Depuració d'aigües residuals

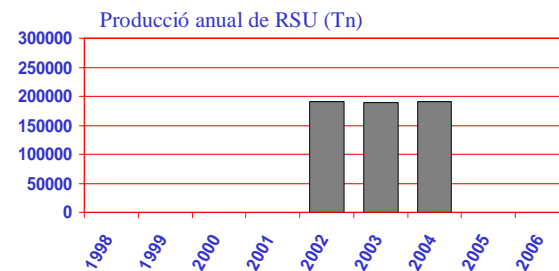


Depuració total d'aigua (2004).-	m <sup>3</sup> any
Depuració per persona resident (2004)	m <sup>3</sup> persona dia
Depuració per persona base (2004).-	m <sup>3</sup> persona dia
Increment depuració aigua anual (2001-2006).-	%
Reutilització d'aigües (2004).-	m <sup>3</sup> any



## 16 Situació de l'aqüífer

## 17 Producció de residus sòlids urbans (RSU)



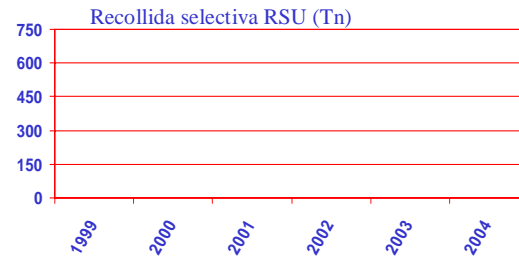
**Intensitat d'ús de residus (I.u.r.)**  
I.u.r. =

Producció total de residus (2004).-	190.456 Tn any
Producció RSU per persona resident (2004).-	1,41 Kg persona dia
Producció RSU per persona base (2004).-	1,20 Kg persona dia
Increment producció RSU anual (2001-2006).-	%
Indicador d'estacionalitat 2004 (Max-min/min).-	0,25
Intensitat d'ús de RSU.-	Kg/euro





## 18 Valorització de residus sòlids urbans



**Valorització total de residus  
Tn (2004)**

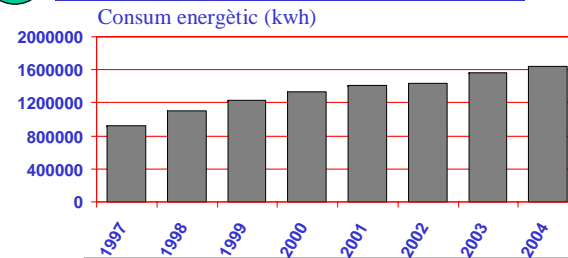
**PALMA NO TIENE DATOS !!!**

Valorització RSU per persona resident (2001) / (2004).-	/ Kg persona dia
Valorització RSU per persona base (2004).-	Kg persona dia
Valorització Residus "packaging" (2001) / (2004).-	/ Kg persona dia
Increment valorització RSU anual (1999-2004).-	%
Indicador d'estacionalitat 2001 / 2004 (Max-min/min).-	/
Percentatge de valorització sobre producció total (2004).-	%

## 19 Producció de residus sòlids industrials (RSI)



## 20 Consum d'Energia elèctrica



**Intensitat de consum energètic (I.u.e.)**  
**I.u.e. =**

Consum total d'energia elèctrica (2001) / (2004).-	1.413.327 / 1.637.105 kwh
Consum energètic per persona resident (2004).-	4,44 kwh persona
Consum energètic per persona base (2004).-	3,75 kwh persona
Increment consum energètic anual (1999-2004)	33,10 %
Indicador d'estacionalitat (M-m/m).-	0,32

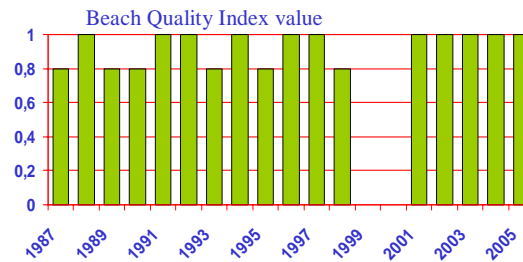
## \* Explotació de recursos

### 21 Captures de pesca comercial





## 22 Qualitat higiènica de les platges

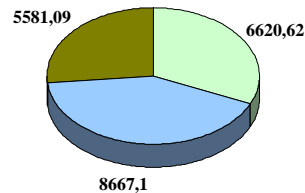


Index de qualitat higiènica (IQH) 2001/2004.-  
 Percentatge de platges que compleixen amb la Directiva 76/160 (2001/2004)

1 / 1  
 100 / 100 %

## 23 Àrea natural al municipi

Usos del sòl (hectàrees)



Urbano/Urbanitzat    Natural  
 Agrícola

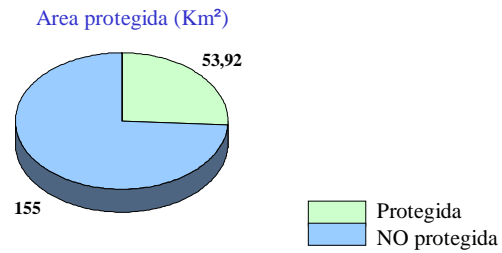
**26,74 % (2005)**

Sòl en estat natural al municipi.-  
 Percentatge del sòl en estat natural sobre el total municipal.-  
 Increment de sòl en estat natural (2001-2006).-

5.581,09 ha  
 26,74 %  
 %



## 24 Àrea protegida al municipi

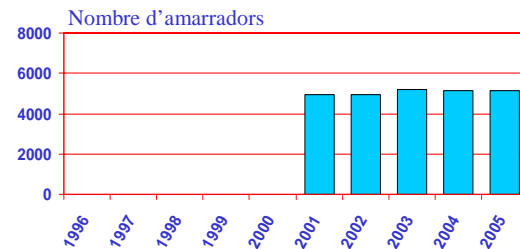


**Percentatge d'àrea protegida (P.a.p.)**  
**P.a.p. = 25,80 %**

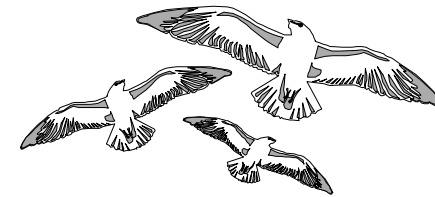
Segons: Ley 4/89  
Red Natura 2000  
Ley de la C.A. de Balears 5/2005

## \* Ocupació del domini mari

### 25 Cens d'embarcacions d'esbarjo



Nombre d'amarradors total (2001) / (2004).-	4.959 / 5.171 amarradors
Nombre d'amarradors per Km de costa (2001) / (2004).-	91,08 / 94,97 amarradors
Increment nombre d'amarradors (2001-2005) .-	4,27 %

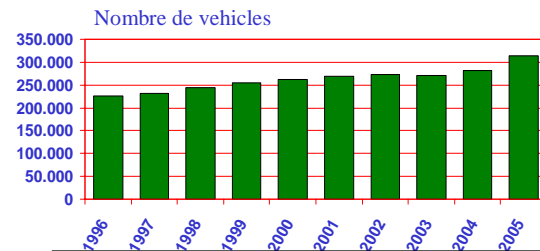




26 Extracció/regeneració d'àrids marins

 Ocupació del domini terrestre i Transport

27 Índex de motorització municipal



**Coefficient de motorització (C.m.)**  
C.m.= 762 (2004)

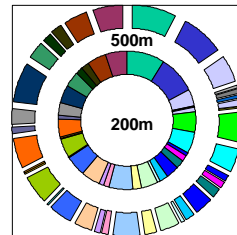


Nombre de vehicles al municipi (2001) / (2004).-	269.651 / 281.258 unitats
Coefficient de motorització (2001) / (2004).-	778 / 852 units per 1000 hab.
Increment de motorització (1996-2001) / (1999-2004).-	9,25 / 10,66 %



28 Mosaic territorial

29 Artificialització de la línia de costa



Artificialització de la costa (A.c.)  
A.c. (200 m) = 51,66 % (2005)

Artificialització de la costa (200 primers metres de costa).-	53.942 m
Percentage d'artificialització (200 primers metres de costa).-	51,66 %
Artificialització de la costa (500 primers metres de costa).-	55.265 m
Percentage d'artificialització (500 primers metres de costa).-	52,93 %



## 2. INDICADORES ESTRATÉGICOS

**Densidad de la población residente.** Se calculó a partir del número de habitantes en el 2004, partido por el área del municipio en Km<sup>2</sup>.

**Estacionalidad de la población.** Este indicador lleva tras de si una gran cantidad de datos para su obtención, pero en definitiva, es el resultado de la división de la población base del 2004 entre la población residente del mismo año.

**Porcentaje de suelo impermeabilizado.** Es un dato cartográfico obtenido a partir de un GIS, considerándose como suelo impermeabilizado cualquier zona urbana o urbanizada, excluyendo las áreas naturales y agrícolas.

**Coefficiente de función constructora.** Este indicador se realiza para un período de tiempo, que, en función de los datos disponibles, corresponde al período comprendido entre los años 1999-2004. La fórmula del coeficiente es,

$$\frac{\sum \text{Viviendas visadas entre 1999 y 2004}}{\text{Población residente de 1999}} \times 100$$



**Porcentaje de paro sobre población activa.** El porcentaje se calcula a partir de los datos de paro del año 2001 y de la población activa del año 2001. Se escoge este año puesto que son los datos más actuales de población activa en Baleares.

**Coefficiente de función hotelera.** Este indicador nos muestra el número de plazas hoteleras por cada 100 habitantes, en este caso, en el año 2004. La fórmula del coeficiente es,

$$\frac{\text{Nº Plazas hoteleras de 2004} \times 100}{\text{Población residente de 2004}}$$

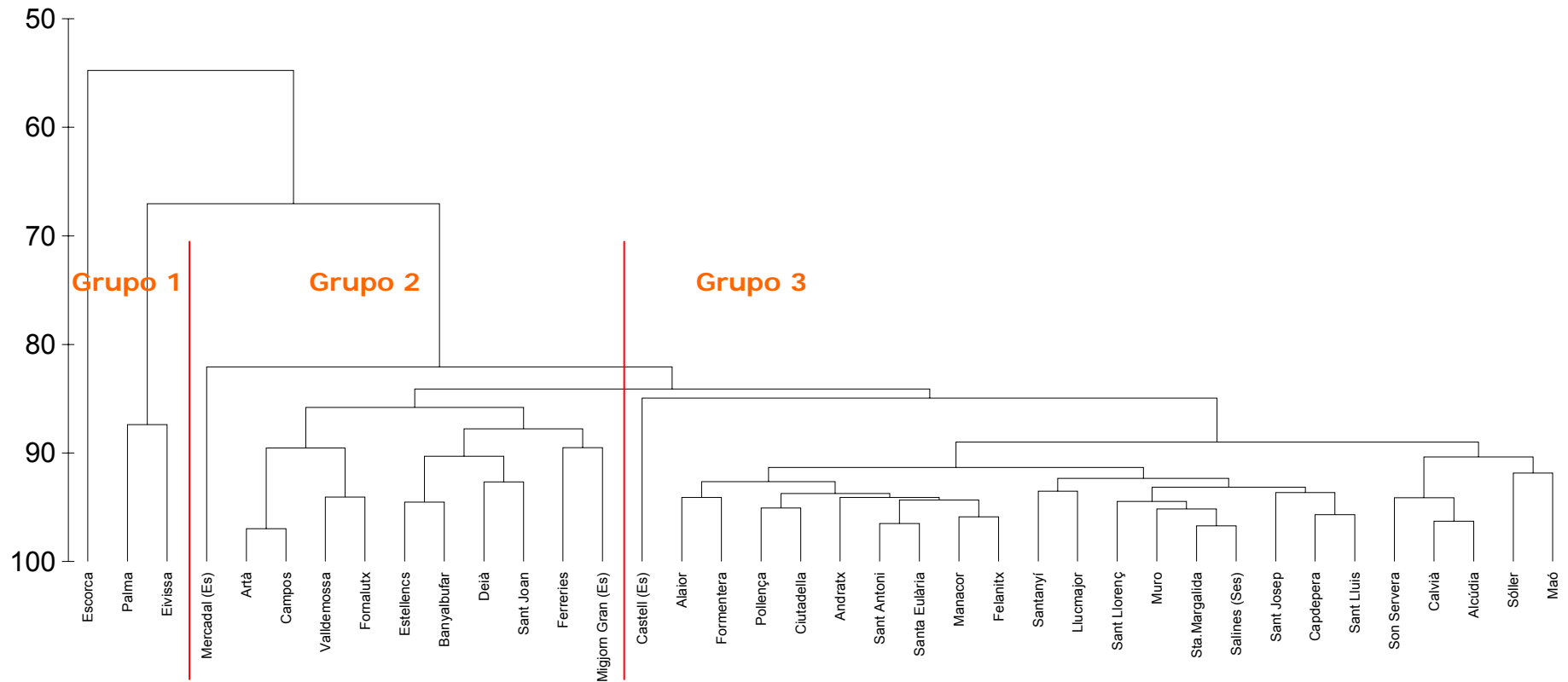
**Coefficiente de motorización.** Representa el número de vehículos por cada 1000 habitantes en el año 2004, considerándose vehículos, turismos, motos, camiones y furgonetas. Se calcula de la siguiente manera,

$$\frac{\text{Nº Vehículos en 2004} \times 1000}{\text{Población residente de 2004}}$$

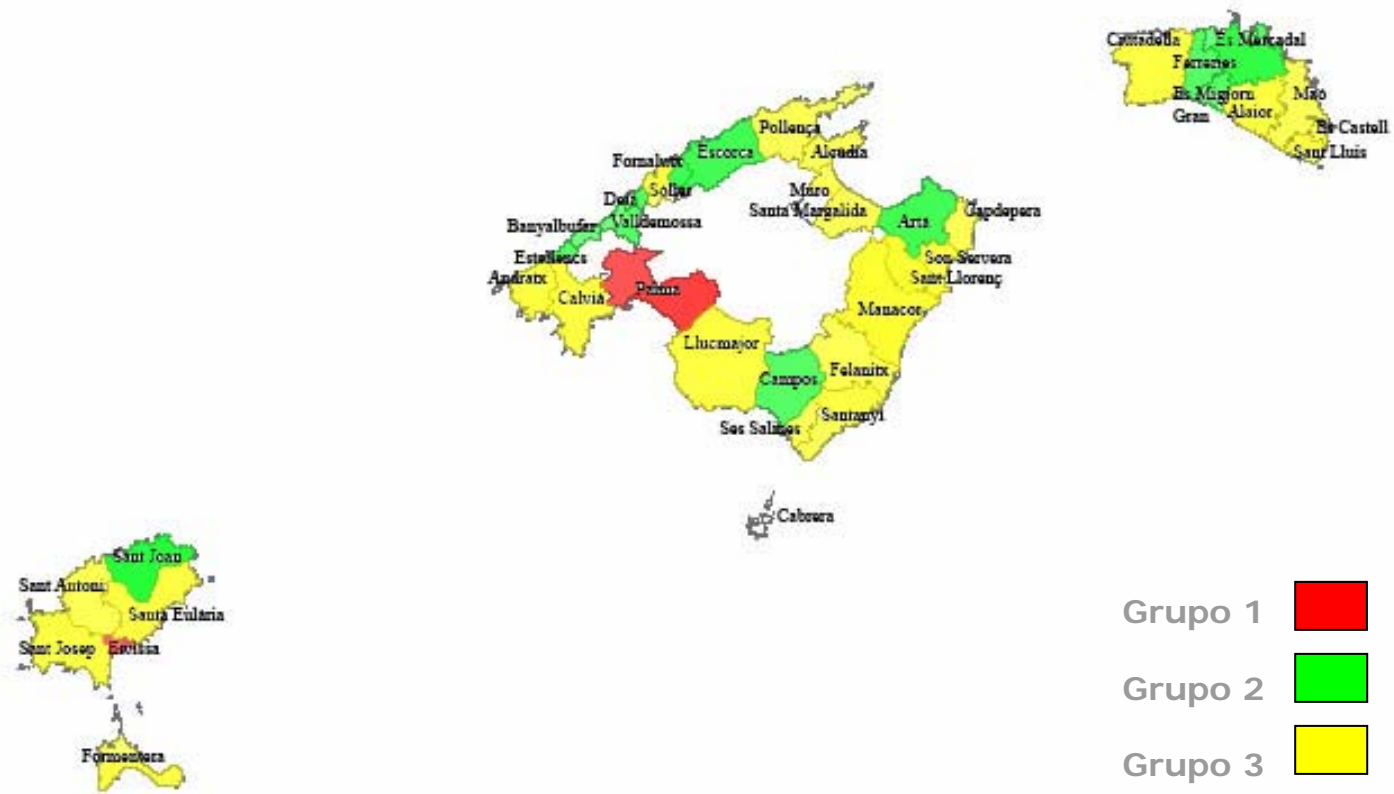
**Artificialización de la línea de costa.** Es un dato cartográfico obtenido a partir de un GIS, consiste en delimitar los metros de costa que se encuentran artificializados, en un buffer de 200 metros.



# Cluster de los municipios de Islas Baleares



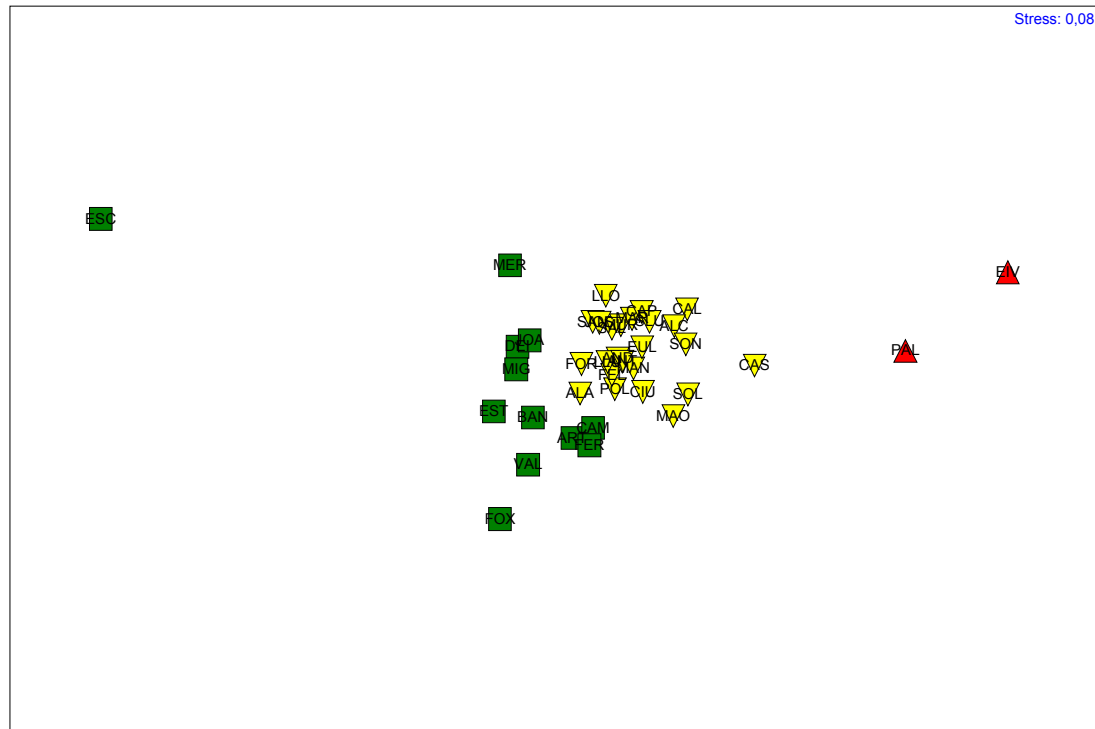
# Distribución de los grupos formados



## Descripción (valores medios municipales) de los grupos obtenidos en las Islas Baleares.

		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
2004	Densidad de población	1863,48	36,91	138,73
2004	Estacionalidad de población	1,19	1,86	1,91
2005	Suelo impermeabilizado	91,58	50,11	225,96
1999-2004	C. f. constructora	6,01	14,21	12,24
2001	Paro sobre población activa	4,93	1,87	6,27
2004	C. f. hotelera	10,23	20,77	40,57
2004	Coeficiente de motorización	765,03	946,03	877,23
2005	Artificialización línea de costa	146,99	193,17	1186,24

# Diferenciación de los grupos municipales de Islas Baleares



▲ Grupo 1

■ Grupo 2

▼ Grupo 3



	DIFERENCIAS	G.1 y G.3	G.1 y G.2	G.3 y G.2
	Significancia	0,995	0,82	0,668
<b>Media de di-similaridad</b>	General	56,23	63,76	20,84
<b>Contribución (%)</b>	Densidad de población	91,27	85,06	25,65
	Motorización		10,65	5523
	C.f. hotelera			7,88
	Artificialización			7,41

	SEMEJANZAS	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
<b>Media de di-similaridad</b>	General	71,74	77,24	88,17
<b>Contribución (%)</b>	Densidad de población	67,08		10,94
	Motorización	28,95	92,49	80,55

1. Este proyecto constituye una importante fuente de información que podría ser utilizada para la elaboración de un Plan Estratégico de las zonas costeras de Baleares.
2. Un Sistema de Información como este, debería alimentarse mediante la colaboración de aquellos departamentos institucionales o privados que periódicamente recogen la información.
3. Debería ponerse en funcionamiento una página web para divulgar la información obtenida, según el principio de Transparencia de la información en materia ambiental que recoge el Plan de Acción Medioambiental de la Comunidad Europea.
4. Es necesario trabajar en la obtención de determinados indicadores importantes a nivel municipal, como el Producto Interior Bruto (PIB) y el Consumo de agua, que actualmente no son recogido en las Islas Baleares.



**GRACIAS POR SU ATENCIÓN!!**