

# LA CARTOGRAFIA MORFODINAMICA EN LA PLANIFICACION Y GESTION DEL LITORAL CANARIO

JESUS MARTINEZ (\*)

**RESUMEN.** Dentro de una perspectiva de planificación y gestión del litoral, se desarrolla una metodología de cartografía morfodinámica, válida para las islas oceánicas, con climas mesotérmicos subhúmedos.

Se admiten cuatro categorías jerarquizadas, que se describen para el entorno canario.

Se proponen criterios, siglas y simbologías a utilizar en esta cartografía.

**ABSTRACT.** *Within a planning and management perspective for the coastline, a morphodynamic cartography methodology is developed which is applicable to oceanic islands with mesothermic subhumid climates.*

*Four hierarchically arranged categories are included, and these described for the environment in the Canary Islands.*

*Proposals are made for the use of criteria, initials and symbols in this cartography.*

## INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El conocimiento, comprensión y seguimiento de los procesos físicos del litoral quedan recogidos, en gran medida, en los mapas morfodinámicos de estos entornos.

Por otra parte, estos mapas se precisan en la planificación y gestión de un medio natural, de acuerdo con numerosos autores: FERGUSON (1974), BROWN et al. (1976), SPANGLE (1976), ROBINSON y SPIEKER (1978), CRAIG y CRAFT (1982), DIAZ DE TERAN (1983 y 85), TRILLA (1985), CENDRERO et al. (1986) y CENDRERO (1987), entre otros.

Una cartografía morfodinámica puede dar lugar a diferentes tipos de mapas. CENDRERO (1987) recoge 5 tipos, en los que la abstracción aumenta progresivamente:

- Mapas de carácter descriptivo. Se representan simplemente las observaciones.
- Mapas de cualificación, en los que se relacionan distintos aspectos observables.
- Mapas de evaluación, con respecto a la idoneidad del territorio, para la implantación de determinados usos.
- Mapas en los que se representan los conflictos entre posibles usos propuestos.
- Y mapas de carácter prescriptivo, que establecen lo que se debe hacer (recomendaciones y usos).

Obviamente, la mejor cartografía morfodinámica descriptiva, e incluso de cualificación, es la que propor-

ciona un mapa geológico sobre otro topográfico. Sin embargo, aquí se propone una cartografía de interpretación sencilla y rápida, que permita una previa estimación de conjunto, a una escala inapropiada para observaciones topográficas significativas (escala de 1:50.000, por ejemplo).

Esta propuesta de cartografía:

A. Tiene:

- Una fuerte componente de aproximación analítica, ya que trata de un tema en concreto.
- Otra componente de integración, en cuanto que la morfodinámica abarca una serie de categorías cartografiables.

B. Se ha concebido en función del litoral de las islas oceánicas, y en particular para Canarias.

C. Considera, prioritariamente, las zonas emergidas. No obstante, también se representan las características más generales de las sumergidas.

D. Y, además, pretende tener una aplicación en la planificación del territorio, en dependencia con los diferentes criterios de optimización del mismo.

## MATERIALES

Para la elaboración de los mapas morfodinámicos, se necesita el siguiente material, o al menos parte de él:

- Fotografías aéreas.
- Equipo para la observación estereoscópica.
- Mapas topográficos.
- Mapas geológicos.
- Mapas batimétricos.
- Datos geofísicos de los fondos litorales.
- Notas de las observaciones de campo.

(\*) Dr. en Ciencias Geológicas y Profesor Titular de Gestión del Litoral. Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Politécnica de Canarias.

**METODO**

**A. CATEGORIAS MORFODINAMICAS DEL LITORAL**

A partir del modelo operativo descrito por CENTENO et al. (1983) y CHRISTIAN (1964), la cartografía morfodinámica se basa en cuatro categorías jerarquizadas e interdependientes, según criterios:

- Geológicos.
- Morfogenéticos, incluidos los procesos de erosión y sedimentación.
- Evolutivos.

Y en relación con los diferentes dominios climáticos.

Estas categorías, de menor a mayor rango, forman la siguiente secuencia:

1. Elementos de erosión (land elements). Representan rasgos de detalle. Pueden:

- Determinar una categoría superior.
- Corresponder a elementos sobreimpuestos (generados independientemente de la unidad en la que se encuentran).

2. Unidades morfodinámicas (land units). Se tratan de unidades básicas, definidas, por CENTENO et al. (1983), como «porciones de terrenos configurados por unos elementos morfológicos propios, que son el reflejo de una génesis condicionada por factores y procesos comunes...». Dado el carácter genético de las unidades, las morfologías convergentes, desde procesos distintos, no pertenecen a la misma unidad.

3. Sistemas morfodinámicos (land systems). Forman conjuntos, a escala regional, de unidades morfodinámicas, que comparten algunos condicionantes o características significativas.

4. Conjuntos geológicos. Se basan en las características geológicas comunes, que sustentan a sistemas morfodinámicos. Estas categorías geológicas matizan a toda la cartografía morfodinámica.

En las islas oceánicas, con climas mesotérmicos subhúmedos (con unos parámetros climáticos próximos a los de Canarias):

1. Las unidades morfodinámicas se identifican con las grandes formas erosivas (MARTINEZ, 1985):

- Acantilados.
- Caletas (bahías), normalmente asociadas a desembocaduras de barrancos.
- Amplias rasas emergidas.

A veces conviene considerar también estos otros ambientes:

- Las grandes playas arenosas.
- Los depósitos eólicos de arenas.
- Las formaciones sedimentarias «deltaicas».
- Los glacis litorales.
- Las laderas intermedias.

Los «glacis litorales» se definen como llanuras extensas, de pendientes suaves hacia el mar, formadas por:

- La erosión.
- Las deposiciones locales de sedimentos aluviales.
- Y/o las coladas de rocas volcánicas.

No se descartan que los glacis litorales sean rasas, total o parcialmente.

Se entienden por laderas intermedias las vertientes emergidas, que buzan hacia el mar, con pendientes entre las de los glacis litorales y las de los acantilados bien caracterizados. Pueden tener grandes problemas de inestabilidad (deslizamientos).

Estas laderas, según los criterios de DIAZ DE TERAN (1983) y CENDRERO (1987), se clasifican en:

- Lomas: pendientes entre 5 y 25 %.
- Colinas: pendientes entre 25 y 50 %.
- Laderas abruptas: pendientes entre 50 y 100 %.

2. Los sistemas morfodinámicos se identifican con los tipos de litorales, de acuerdo con una clasificación morfológica, que considere las características de la zona sumergida más interna (más próxima a tierra).

Para las islas oceánicas, a partir de una modificación de la clasificación de OTTMANN (1965), se puede admitir tres tipos de litorales:

- Costas bajas: presencia de plataformas insulares.
- Costas abruptas: ausencia de plataformas insulares.
- Costas intermedias: cuando hay plataformas insulares, con pendientes relativamente acusadas.

3. Los conjuntos geológicos los establecen la naturaleza petrológica de los relieves emergidos, afectados por la geodinámica externa marina.

En las Islas Canarias, interviene la siguiente columna litológica:

- Aluviales.
- Basaltos recientes.
- Formaciones polimícticas de nube ardiente.
- Fonolitas.
- Traquitas-sienitas.
- Basaltos antiguos.
- Complejo basal.

Los mapas así diseñados, se superponen a otros mapas temáticos, en trabajos interdisciplinarios, para la planificación del territorio.

**B. CRITERIOS, SIGLAS Y SIMBOLOGIAS**

**EN LA CARTOGRAFIA MORFODINAMICA PARA EL ENTORNO CANARIO**

La cartografía de las categorías morfodinámicas, en el entorno canario, puede hacerse conforme a los siguientes criterios, siglas y simbologías:

**1. Elementos de erosión**

- Alveolos marinos: al.
- Arcos: a.
- Bancos esculpidos: b.
- Bloques de erosión: be.
- Charcones: ch.
- Cornisas: cn.

- Covachas: co.
- Cresteras: cr.
- Cuchillos marinos: cu.
- Farallones (fariones): f.
- Grutas: g.
- Hervideros (bufaderos): h.
- Monolitos isleos marinos: m.
- Oquedades superficiales centimétricas: o.
- Paredones isleos: pi.
- Pasillos de erosión: pe.
- Plataforma de abrasión: pa.
- Socavones: s.
- Taffonis marinos: t.

Las siglas se colocan junto al límite externo del mapa.

## 2. Unidades morfodinámicas

**Rasas.** Rayado paralelo o la línea de costa generalizada, dentro del mapa. Se indican las altitudes alcanzadas en el borde interno.

**Caletas (o conjuntos de subcaletas).** Pequeñas semicircunferencias, abiertas hacia el mar, sobre flechas delimitantes de doble sentido, en el límite externo del mapa.

**Acantilados.** Rayado perpendicular a la línea de costa generalizada, dentro del mapa. Se indican las cotas de coronación en su borde interno.

Este rayado puede englobar las siguientes siglas:

- H: cuando la potencia del acantilado rebasa la altura crítica límite teórica, para un nivel estable del mar (169 m).
- I: indica inestabilidad litológica-estructural.
- P: hace referencia a paleo-acantilados.

**Laderas intermedias.** Rayado discontinuo, perpendicular a la línea de costa generalizada, dentro del mapa.

El rayado engloba las siglas  $L_1$ ,  $L_2$  o  $L_3$ , según se trate de lomas, colinas o laderas abruptas, respectivamente.

**Grandes playas arenosas.** Punteado dentro del mapa.

**Depósitos eólicos de arenas.** Pequeñas cruces dentro del mapa.

**Formaciones sedimentarias «deltaicas».** Símbolos de cantos irregulares, en el interior del mapa.

**Glacis litorales.** Rayado discontinuo, paralelo a la orilla generalizada, dentro del mapa.

La coincidencia de varias unidades se cartografía con la superposición de sus símbolos.

## 3. Sistemas morfodinámicos (en función de los tipos de litoral)

- Costas abruptas: A.
- Costas bajas: B.
- Costas intermedias: CI.

Sería aconsejable que estas siglas lleven además, como subíndices, las propuestas en la clasificación de OTTMANN (1965).

Las siglas se colocan frente a la orilla, en el exterior del mapa, y sobre una flecha de doble sentido, que delimita el dominio del sistema.

En la identificación de las plataformas insulares, se consideran las pendientes medias entre la orilla y la cota batimétrica de los 100 m. Pueden ocurrir tres situaciones:

- Que las pendientes sean iguales o menores a  $1/46$  ( $1.24^\circ$ ). Se admite una plataforma insular (costa baja).
- Que las pendientes sean iguales o mayores a  $1/8$  ( $18.43^\circ$ ). No se admite una plataforma insular (costa abrupta).
- O que se den los casos intermedios (pendientes entre  $1/46$  y  $1/8$ ).

Referencia: La pendiente media de las plataformas continentales es de  $1/1.000$ .

## 4. Conjuntos geológicos

Para las Islas Canarias, se utilizan los siguientes colores en la cartografía de estas categorías:

- Aluviales: rosado.
- Basaltos recientes: verde.
- Formaciones polimícticas de nubes ardientes: amarillo.
- Traquitas-sienitas: marrón.
- Fonolitas: naranja.
- Basaltos antiguos: azul.
- Complejo basal: rojo.

Las coloraciones caben sustituirlas por flechas de doble sentido, las más externas, que:

- Soporten la denominación geológica, sin siglas.
- Abarquen al conjunto en cuestión.

Se pueden dar conjuntos mixtos.

## 5. Litorales primarios

Se simbolizan con un trazado discontinuo, paralelo y próximo a la línea de costa generalizada, en el interior del mapa.

Este litoral será objeto de otros símbolos y siglas, en relación con las formas y estructuras identificables, aunque fuera de un esquema estrictamente morfodinámico.

## 6. Ejemplo de aplicación

La isla de Hierro (fig. 1), dentro del archipiélago canario, resulta ilustrativa, por sus dimensiones y contenidos, para ejemplarizar una cartografía morfodinámica, referida básicamente al litoral.

## CONCLUSIONES

1. Se desarrolla una metodología para la obtención de mapas morfodinámicos descriptivos y de cualificación, de interpretación sencilla y rápida.
2. Estas cartografías tienen interés en reconocimientos previos del litoral, en relación con su planificación y gestión.

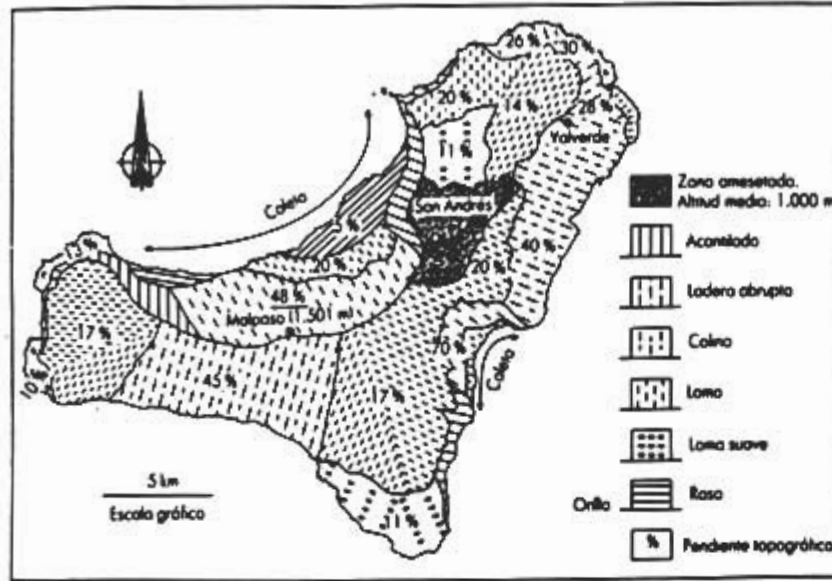


FIGURA 1. Isla de Hierro (Canarias). Primera aproximación de cartografía de unidades morfodinámicas, en un sistema de costas abruptas, enmarcadas en un conjunto geológico de basaltos.

3. Se parten de categorías jerarquizadas. De mayor a menor rango forman la siguiente serie:

- A. Elementos de erosión. Definen la erosión del relieve en detalle.
- B. Unidades morfodinámicas. Comprenden, dentro del litoral emergido:
  - Las grandes formas erosivas.
  - Los depósitos sedimentarios significativos.
- C. Sistemas morfodinámicos. Están en dependencia con la morfología del litoral sumergido.
- D. Y conjuntos geológicos. Se establecen de acuerdo con la cartografía litoral.

4. La metodología se adapta:

- A las islas oceánicas mesotérmicas-subhúmedas en general.
- Al entorno canario en particular.

**BIBLIOGRAFIA**

BROWN, L.; BREWTON, J.; MCGOWEN, J.; EVANS, T.; FISHER, W., y GROAT, C. (1976). Environmental Geologic Atlas of the Texas coastal zone-Corpus Christi Area. Bureau of Economic Geology. The University of Texas at Austin. 123 pp y 9 mapas.

CENDRERO, A.; NIETO, M.; ROBLES, F., y SANCHEZ, J. (directores) (1986). Mapa Geocientífico de la provincia de Valencia. Diputació Provincial de València. Universitat de València. Universidad de Cantabria.

CENDRERO, A. (1987). Cartografía integrada de zonas litorales emergidas y sumergidas para la planificación. Seminario Internacional sobre zonas litorales. Consejo de Europa. Bilbao, 8-17 de octubre. Documento de 50 pp.

CENTENO, J. D.; DE PEDRAZA, J., y ORTEGA, L. I. (1983). Estudio geomorfológico, clasificación de relieve de la Sierra de Guadarrama y nuevas aportaciones sobre su morfología gla-

ciar. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.) 81 (2-4), 153-171.

CHRISTIAN, C. S., y STEWARD, G. A. (1964). Methodology of integrated surveys. Aerial Surveys and Integrated Studies. Proc. Troulouse, Unesco, Paris. 233-280.

CRAIG, R., y CRAFT, J. (ed.) (1982). Applied Geomorphology, 253 pp. George Allen and Unwin. London.

DIAZ DE TERAN, J. (1983). Una metodología para el análisis del físico del territorio y para la definición de aptitudes de uso en la zona costera oriental de Cantabria. 2.ª Reunión Nacional del Grupo Español de Geología Ambiental y de Ordenación del Territorio. Lérida. 1.64-1.81.

DIAZ DE TERAN, J. R. (1985). Estudio geológico-ambiental de la franja costera Unquera-Castro Urdiales (Cantabria) y establecimiento de bases para su ordenación territorial. Tesis de Doctorado (inédita). Universidad de Oviedo.

FERGUSON, H. (1974). Geologic Mapping for Environmental Purposes. The Geological Society of America. Engineering Geology Division. Boulder, Colorado.

INMAN, D., y BRISH, B. (1973). The coastal Challenge. Science, 181, 20-32.

MARTINEZ, J. (1985). Geomorfología: Un modelo para el entorno canario. 177 pp. Tipografía-Impronta El Pino. Las Palmas.

OTTMANN, F. (1965). Introduction a la Geologie marine et litorale. Masson et Cie. Paris.

ROBINSON, G., y SPIEKER, A. (ed.) (1978). «Nature to be... commanded». Earth-Science maps applied to land and water management. Geological Survey Professional Paper 950. United States Government Printing Office. Washington.

SPANGLE, W. (1976). Earth-Science information in land-use planning. Guidelines for Earth Scientists and Planners. Geological Survey. Circular 721. U.S. Department of Housing and Urban Development, Office of Policy Development and Research. Arlington.

TRILLA, J. (director) (1985). El medi físic terrestre del litoral de Catalunya. Department de Política Territorial i Obres Públiques. Generalitat de Catalunya. Barcelona.