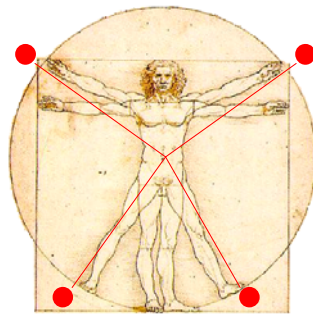


TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO

Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

VOLUMEN I. AÑO 2004

SEPARATA



APECTOS PROCEDIMENTALES DE GEOMORFOLOGÍA LITORAL.
APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA LEY DE COSTAS EN LA DELIMITACIÓN
DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE (DPMT)

A. Enrique Fernández Escalante y Manuel García Rodríguez



UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO
Escuela Politécnica Superior
Villanueva de la Cañada (Madrid)

© Del texto: A. Enrique Fernández Escalante y Manuel García Rodríguez.
Febrero, 2004

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC04_002.pdf

© De la edición: *Revista Tecnol@ y desarrollo*

Escuela Politécnica Superior.

Universidad Alfonso X el Sabio.

28691, Villanueva de la Cañada (Madrid).

ISSN: 1696-8085

Editor: Julio Merino García tecnologia@uax.es

No está permitida la reproducción total o parcial de este artículo, ni su almacenamiento o transmisión ya sea electrónico, químico, mecánico, por fotocopia u otros métodos, sin permiso previo por escrito de la revista.

Tecnol@ y desarrollo. ISSN 1696-8085. Vol.1. 2004.

ASPECTOS PROCEDIMENTALES DE GEOMORFOLOGIA LITORAL. APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA LEY DE COSTAS EN LA DELIMITACIÓN DEL DOMINIO PÚBLICO MARÍTIMO-TERRESTRE (DPMT)

A.Enrique Fernández Escalante^(a) , Manuel García Rodríguez^(b)

(a) D.E.A. en CC. Geológicas. TRAGSATEC. Conde Peñalver 84 28006 Madrid. Doctorando en la Universidad Complutense de Madrid. Tf: 91 3963782. Fax: 91 3963410. Email: efe@tragsatec.es

(b) Dr. Ciencias Geológicas, Departamento de Tecnología Industrial, Escuela Politécnica Superior, Universidad Alfonso X el Sabio, Avda. de la Universidad nº 1, Villanueva de la Cañada, 28691 Madrid, Tf.: 918109118, e-mail: manugaro@uax.es

RESUMEN:

La aparición en la prensa de un artículo titulado “Derribado en la playa de San Pedro el primer chalé a raíz de la ley de Costas”, con fecha 9 de octubre de 2002, representa un hito importante en la recuperación por parte del pueblo español de bienes de propiedad estatal, que indebidamente cambiaron de titularidad en el pasado. En este contexto, y tras varios años de trabajo aplicando la geomorfología litoral a la gestión y ordenación territorial costera, se presenta este artículo en el que se ofrece una metodología para la correcta delimitación del Dominio Público Marítimo - Terrestre.

PALABRAS CLAVE: Geomorfología, litoral, Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT), Ley de Costas, Unidad Morfogenética (UMF), Dominio Morfogenético (DMG).

ABSTRACT:

The publishing in the spanish press on february 9th, 2002 of the articletitled “Derribado en la playa de San Pedro el primer chalé a raiz de la Leyde Costas” represents an important milestone in the recovery of state property land by the spanish people, wich was unlawfully usurped in the past. Related to that, after years of appliance of coastal geomorphology to coast land management, this article proposes a methodology for the accurate and fair demarcation of the different units that constitute the litoral domain, with reference to Spanish Coastal Law and other regulations.

KEY-WORDS: *Public domain, litoral units, litoral geomorphology, shore ,beach, dune*

SUMARIO: 1. Introducción 2. Geomorfología en la Ley de Costas 3. Conceptos Geomorfológicos 4. Metodología propuesta para la delimitación del DPMT por criterios geomorfológicos 5. Dificultades detectadas al aplicar la metodología propuesta y sugerencias prácticas 6. Conclusiones 7. Agradecimientos 8. Bibliografía

http://www.uax.es/publicaciones/archivos/TECEOC04_002.pdf

1. Introducción

El litoral español consta aproximadamente de 10.500 kilómetros, de los que aproximadamente un 24 % corresponden a playas. Esta franja ha sido tradicionalmente utilizada para actividades diversas: comerciales, industriales, turísticas, etc. Su ocupación ha sido regulada tradicionalmente por las corporaciones municipales correspondientes, con objetivos generalmente desarrollistas.

La Ley de Puertos de 19 de enero de 1928 y la Ley 28/1969, de 26 de abril sobre Costas, son impulsos por parte de la Administración española de regular esta franja, como primera medida de cautela ante ciertas actividades que podrían considerarse abusivas. Esta línea de actuación cobrará mayor desarrollo con la promulgación de la ley 22/88 de Costas, de 28 de julio (en adelante LC), y del Reglamento para su desarrollo y ejecución, RD 1471/1989 de 1 de Diciembre (en adelante RC).

El carácter demanial del Dominio Público Marítimo-Terrestre (en adelante DPMT) responde a la preocupación que ha ejercido sobre la administración la desnaturalización de porciones del litoral, como consecuencia de distintas actuaciones como pueden ser el otorgamiento de determinadas concesiones, la carencia de accesos públicos sustrayendo ciertas extensiones de la ribera del mar al disfrute de la colectividad, la destrucción y depredación de enclaves de gran interés ecológico y geomorfológico (marismas, sistemas dunares), la edificación especulativa, etc.

En este contexto, y como respuesta a la necesaria gestión del litoral, la Dirección General de Costas del Ministerio de Medio Ambiente, junto con los distintos Servicios Periféricos y Demarcaciones situados en las distintas provincias costeras, están llevando a cabo los trabajos necesarios para la realización del deslinde del DPMT en diversos tramos de costa, así como la revisión y actualización de los ya aprobados en el ejercicio de sus competencias. Estas labores conllevan la recuperación de enclaves naturales degenerados o perdidos, tarea que todavía se encuentra en un periodo relativamente incipiente.

En este mismo contexto, y en cumplimiento de los artículos 3, 4, 5 y 6 de la LC, se incluyen como bienes de DPMT estatal determinados dominios geomorfológicos que no son definidos en la LC, y que en ocasiones carecen de una definición legalista. Esta tarea ha llevado a la realización de estudios por parte de geomorfólogos entre bienes estatales y privados, mediante la delimitación de unidades morfológicas contempladas en la LC atribuibles al litoral, su ordenación y la elaboración de cartografías geomorfológicas aplicadas y de detalle.

En este artículo se presenta la metodología empleada en el desarrollo de estas tareas y se comentan algunos de los problemas encontrados por los autores en el cumplimiento de esta función, tras colaborar en varios deslindes costeros. Para ello se considera preciso aclarar previamente ciertos conceptos, así como los artículos más “geomorfológicos” de la LC.

2. La geomorfología en la Ley de Costas

La Ley de Costas de 1969 dejaba ya una cierta cabida a la actuación de los técnicos en Ciencias de la Tierra, puesto que enunciaba, de manera incuestionable, la pertenencia de las playas al DPMT, atribución que fue desoída en numerosas concesiones a lo largo del litoral español.

La entrada en vigor de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas, exige para su correcta aplicación que se complete el deslinde de DPMT, bien realizándolo en aquellas zonas donde no exista o sea incompleto, o revisándolo, para su adaptación a las definiciones contenidas en el Título I de la mencionada Ley, en aquellas otras zonas donde así proceda. Para ello desarrolla, entre los siguientes aspectos:

- Definición del DPMT más acorde con la realidad física y geomorfológica del litoral, tan sometido a intentos de utilización inadecuada. Con objeto de aumentar la preservación del litoral se incluye, entre otras unidades, las dunas litorales tan necesarias para el equilibrio de la costa, de acuerdo con el Artículo 3.1.b de la LC. Estas formas han sido con frecuencia afectadas por la extracción abusiva de arenas, desplazadas, tapadas por edificaciones, etc.
- Reafirmación del carácter público de la ribera del mar, retomando la tradición histórica de nuestro Derecho, de acuerdo con las posturas prácticamente unánimes de la doctrina de la Ley de reafirmar la calificación del mar y su ribera como patrimonio colectivo, siguiendo el mandato constitucional, en concordancia con el artículo 339.1 del Código Civil.
- La exigencia de una planificación que contemple adecuadamente las unidades fisiográficas y morfológicas litorales, la prevalencia y ejecutividad de su deslinde, y que comprenda la restauración del medio y su uso público (Artículos 2 a 5 de la LC).

Entrando en el papel específico del geomorfólogo con respecto a la LC, conviene anticipar que a la hora de definir la correspondencia entre el medio físico litoral y los

elementos citados por la LC, es preciso afinar en la delimitación cartográfica de las distintas unidades geomorfológicas costeras que contempla la propia Ley (playas, dunas, acantilados, rías, marismas, albuferas, marjales, etc), tomando como referencia cuantas pruebas y herramientas pueda utilizar para solucionar el problema (fotografías aéreas de distintas épocas, datos de campo, análisis en el laboratorio, etc) y, en definitiva, razonando su inclusión o exclusión como morfologías pertenecientes al DPMT.

A este respecto cabe mencionar que el carácter práctico de la aplicación de la geomorfología en los tramos de litoral conlleva la defensa de intereses contrapuestos, y, en ocasiones, la interpretación final arrastra unas consecuencias económicas importantes, hasta el punto de que, en muchas ocasiones, la geomorfología llega a los tribunales de justicia con objeto de determinar si un determinado lugar debe formar parte del DPMT o de propiedades particulares.

Esta interpretación “legalista” de la geomorfología litoral introduce una nueva dimensión práctica y aplicada en la actividad del geomorfólogo, quien será el encargado de aportar cuantas “referencias comprobadas” pueda recopilar del estudio del terreno que ayuden a los tribunales de justicia a delimitar adecuadamente los bienes particulares de los demaniales.

3. Conceptos geomorfológicos

El estudio del medio físico litoral puede ser abordado por diferentes criterios, entre los que cabe destacar dominios morfogenéticos (en adelante DMG) y unidades morfogenéticas o morfológicas (e.a. UMG). Los DMG pueden resultar de idónea aplicación en el caso de estudios que aborden la organización y evolución del espacio litoral, aunque su vinculación con su ambiente de formación es menor que en la UMG, concepto que hace alusión al ambiente geográfico y contexto geológico en el que se generaron dichos dominios, lo que conlleva claras connotaciones genéticas independientemente de su evolución posterior.

La definición de ambos es:

- Dominio Morfogenético (IGME, 1984): “Zona de morfología variada, cuyas formas están relacionadas geoméricamente”. Se pueden diferenciar 4 dominios (marino, marino-continental, continental y antrópico).
- Unidad Morfogenética (IGME, 1984): “Depósitos o formas que presentan una geometría concreta y que están producidos por una acción o acciones igualmente

concretas”, o también “*Área donde la morfología y el proceso están unificados*”. Son siempre cartografiables a escala E: 1/5.000. Esta clasificación incluye todos aquellos ambientes que pueden ser interpretados desde un modelo de formas-procesos, es decir, son el resultado de las morfologías creadas por efecto de los agentes (viento, olas, etc.) y procesos (erosión eólica, abrasión marina, etc.).

3.1. Conceptos geomorfológicos “legales” de las Unidades Morfogenéticas

Dado el carácter práctico de la actuación de un geomorfólogo inmerso en un equipo de trabajo que pretende delimitar adecuadamente el demanio estatal y los bienes particulares, los conceptos geomorfológicos empleados deben tener una definición “legal”, es decir, deben figurar en algún documento oficial que no deje dudas en su definición.

De todas las unidades morfológicas litorales citadas en la LC, la mayoría carecen de definición en documentos oficiales. Este hecho debe ser tenido en cuenta, puesto que la asignación de un dominio a una unidad morfológica no siempre quedará suficientemente demostrada por “vacíos legales”, incluso si dicha atribución es incuestionable. En el momento que concurren intereses contrapuestos, dicha correspondencia pierde validez.

A continuación se exponen los principales conceptos de las unidades citadas en la LC y su Reglamento (playas, dunas, acantilados, rías, marismas, albuferas, marjales y esteros) localizados en la legislación española, y por tanto, oficiales, junto con otros de gran aceptación en la comunidad científica internacional aunque carentes hasta el momento de definición “legalista”, o por lo menos no descubierta por los autores del trabajo.

En aplicaciones juristas resulta importante disponer de “conceptos legales” para tratar temas geomorfológicos. Dicha terminología debe incluirse en los estudios técnicos de las partes opuestas en caso de ser resuelto el litigio en los tribunales de justicia.

3.1.1. Playa.

Según la propia LC, se define la playa como: “*zona de depósito de materiales sueltos, tales como arenas, gravas y guijarros, incluyendo escarpes, bermas y dunas, tengan o no vegetación, formadas por la acción del mar o del viento marino, u otras causas naturales o artificiales*”.

Otras definiciones no oficiales son:

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (R.AE, 2003), se define como *“ribera del mar o de un río grande, formada de arenales en superficie casi plana”*. Según el diccionario de Geología (Whitten y Brooks, 1980), se define como *“porción de costa comprendida entre el promedio más alto de la pleamar y el más bajo de la bajamar; es resultante de la abrasión marina sobre la zona litoral y está formada por material suelto (arenas, cantos, etc.)”*.

3.1.2. Dunas.

Representan uno de los mayores elementos geomorfológicos al que se hace referencia en este trabajo (Figura 1). Al margen de estar incluidas dentro de la Ley de Costas en la definición de playa antes transcrita, en el Real Decreto 1471/1989 se especifica que *“se considerarán incluidas en la delimitación de playa las cadenas de dunas que estén en desarrollo, desplazamiento o evolución debida a la acción del viento marino. Asimismo se incluirán las fijadas por la vegetación hasta el límite que resulte necesario para garantizar la estabilidad de la playa y defensa de la costa”*.

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (Neira y Martínez, 1974), se da una definición oficial según la cual *“duna”* se define como *“montículos de arena movedizos al impulso del viento”*.

La Real Academia de la Lengua Española, (RAE, 2003), define duna como *“colina de arena movediza que en los desiertos y en las playas forma y empuja el viento.”*

Hay varias clasificaciones de dunas, entre las que cabe destacar la de Goldsmith (Goldsmith, 1997), por sus connotaciones morfológicas y genéticas.



Figura 1. Duna artificial del cordón lateral. La causa de su generación ha sido una edificación de “primera línea de playa”.

3.1.3. *Rías.*

Aunque no se han encontrado definiciones oficiales, “ría” hace referencia a regiones con valles fluviales bien desarrollados, en los que se ha producido una inmersión de la costa (Pedraza, 1988).

3.1.4. *Marismas.*

Terrenos bajos, pantanosos, que se inundan por las aguas del mar.

3.1.5. *Albuferas.*

Lagunas litorales en costas bajas, separadas del mar por un cordón litoral, flecha o manga, en los que suele haber una boca de comunicación que, con el tiempo, acaba por cerrarse.

3.1.6. *Marjales.*

Se trata de una depresión endorreica, en ocasiones con subsidencia, intercalada en los saladares o entre trenes de dunas, y rellena de materiales arcillosos y arcilloarenosos.

Son zonas de inundación ocasional, muchas veces en torno a los espacios permanentemente encharcados con el nivel freático cercano a la superficie.

3.1.7. Esteros.

Se trata de una parte de la costa comprendida entre el nivel de pleamar y el de bajamar. Puede ser arenoso (playa) o de roca dura (superficie de abrasión). Es, por tanto, parte de la plataforma continental y, generalmente, es una superficie de origen erosivo. También se denomina estero a un brazo de río o riachuelo en forma de marismas, y a lagunas y brazos de río en grandes zonas pantanosas.

3.1.8. Escarpes.

Existe mención del término en el art.4. Real Decreto 1471/1989, definiéndolo como “*talud de fuerte pendiente causado por el oleaje*”. Según el diccionario de la RAE, un escarpe se define como “*declive áspero del terreno*”. En el Diccionario de geología de los autores Whitten y Broks (Whitten y Broks, 1980) se puede leer “*se trata de la ladera más acentuada de la cuesta formada por la playa*”.

3.1.9. Bermas.

En el apartado c) del artículo 4 del Real Decreto 1471/1989 se define como “*parte casi horizontal de la playa, interior al escarpe*”

3.1.10. Acantilados.

En el Real Decreto 1471/1989, en su título primero, cita: “*se consideran acantilados sensiblemente verticales aquellos cuyo paramento, como promedio, pueda ser asimilado a un plano que forme un ángulo con el plano horizontal igual o superior a 60 grados sexagesimales. Se incluirán en su definición las bermas o escalonamientos existentes antes de su coronación*”.

Según el diccionario de la Real Academia de la lengua Española, el acantilado es la “*costa cortada verticalmente o a plomo*”

3.1.11. Islas, islotes.

Existe mención del término isla en el art 5 de la Ley de Costas, si bien no hay una definición oficial. Según el diccionario de la RAE, “*Del lat. insula, 1. f. Porción de tierra rodeada de agua por todas partes*”. El término “islote” según el mismo

diccionario, es “*1. Isla pequeña y despoblada, 2. Peñasco muy grande, rodeado de mar*”.

3.1.12. Salinas.

Aunque la ley no se hace mención expresa a las salinas, quedan incluidas en el artículo 6.2 del Real Decreto 1471/1989.

Del estudio de este artículo se desprende que queda incluido en el Dominio Público Marítimo Terrestre, “*los terrenos inundados mediante técnicas artificiales cuya cota sea inferior a la a la de mayor pleamar*”, así como “*los terrenos naturalmente inundables, cuya inundación haya sido impedida por medios artificiales*”.

3.2. El Dominio antrópico como Dominio Morfogenético (DMG)

Aunque el concepto de dominio antrópico no está contemplado expresamente en la Ley de Costas, si hace referencia a el indirectamente al referirse a las zonas ocupadas y modificadas de manera sustancial por la acción humana, en ocasiones sobre formas integradas en el DPMT, como por ejemplo las playas y dunas.

Está definido como Sistema, al considerarse dichas áreas como un proceso de transformación del medio, con leyes propias de crecimiento y una dinámica específica con respuestas formales particulares, que en gran medida constituyen fenómenos análogos a los de otros procesos geomorfológicos, entendiendo estos procesos como la manifestación dinámica de un fenómeno (Fdez Escalante, 1998).

Gran parte de las unidades morfológicas del litoral español, especialmente mediterráneo, se han convertido en espacios sumamente antropizados, destacando los distintos núcleos urbanos y las vías de comunicación entre los mismos, las industrias, los puertos, los terrenos dedicados a la agricultura, y los terrenos con removilizaciones y nivelaciones del suelo donde se mezclan materiales de playa y los procedentes de excavaciones durante la construcción de edificaciones cercanas, y depositados sobre arenas marinas.

4. Metodología propuesta para la delimitación del DPMT por criterios geomorfológicos

Como se ha comentado, el presente artículo ha sido realizado con la pretensión de servir de apoyo técnico en la toma de decisiones para la delimitación y justificación del DPMT, para que estas se hagan de manera imparcial y ponderada, y en consonancia con las directrices de la LC.

En este contexto se presenta una metodología elaborada tras varios años de trabajo cuestionando la atribución de determinados terrenos del litoral al DPMT

4.1. Elaboración de un estudio tipo

Dependiendo del grado de dificultad, los trabajos de definición del DPMT deben contar, al menos, con los siguientes apartados:

- Interpretación fotogeológica basada en la observación estereoscópica de las fotografías aéreas de diferentes años.

- Pruebas y datos obtenidos en el terreno: estudio de estructuras sedimentarias deducidas de la ejecución de calicatas, toma de muestras, observaciones botánicas y ensayos de laboratorio (análisis de salinidad, calcimetría, granulometría, etc.) que aporten pruebas acerca de la atribución del terreno estudiado a una unidad morfológica determinada (Figura 2). A este respecto conviene destacar que no existe un baremo que posibilite la atribución al DPMT a partir de los resultados de los análisis de salinidad y calcimetría, por tanto, resulta conveniente analizar una muestra de composición y génesis similar, pero que no haya estado sometida a la dinámica litoral (muestra patrón).



Figura 2.- La presencia de plantas psammófilas típicas en la parte interior de un paseo marítimo induce a cuestionarse si el trazado de la vía es apropiado, o bien si incluye una franja de DPMT.

- Elaboración de una cartografía detallada en la que figure el deslinde propuesto en base a referencias comprobadas de manera imparcial y ponderada. La cartografía de base debe estar actualizada y, dependiendo de la complejidad y grado de antropización de la zona, la escala de trabajo debe ser 1:2000 o superior.

4.2. Elaboración de un estudio detallado

Con un grado de detalle mayor, un estudio de peso que permita establecer justificadamente y con precisión la delimitación geográfica de los ambientes que caracterizan el litoral y, por tanto, la línea de deslinde del DPMT, debe abordar, además, los siguientes apartados:

4.2.1. Recopilación de antecedentes.

Recopilación de la información previa de interés para el desarrollo de los trabajos, tales como una cartografía de base actualizada, mapa parcelario, mapa geológico con leyenda, bases de datos de sondeos en la zona para la elaboración de la columna tipo, recopilación de fotografías históricas, fotogramas y ortoimágenes y mapa geotécnico (en tramos urbanizados).

Dentro de este apartado hay que destacar qué subambientes litorales han dejado de comportarse como tales; aquellos cuya geomorfología aparece actualmente enmascarada o modificada por efecto de procesos tales como cambios del nivel del mar, variaciones en el aporte de sedimentos por variaciones antrópicas en los caudales de los ríos, la construcción de determinadas obras públicas, implantación de asentamientos humanos, desecación de lagunas para aprovechamiento agrícola, etc.

4.2.2. Estudio de fotointerpretación.

Realización de un estudio fotogeológico interpretando las fotografías aéreas de diferentes años. Mediante este estudio se trazarán, en la medida de lo posible, las líneas de división entre los distintos subambientes litorales (Bores, 1989) y se delimitarán los campos de dunas, acantilados, plataformas de abrasión, marismas, etc.

Estos límites deben ser posteriormente constatados en campo, generando un proceso iterativo entre la toma de datos de campo y al avance en el grado de detalle de la fotointerpretación (Figuras 3 y 4).



Figura 3. El estudio fotointerpretativo debe ser realizado sobre fotogramas aéreos en planta y oblicuos. Las primeras permiten su observación estereográfica y fotointerpretación. Las tomas oblicuas aportan información adicional. La presencia de barras arenosas sumergidas aporta información de interés en cuanto a la dinámica litoral y medios de sedimentación.

Esta técnica permite además realizar una ortofotorestitución georeferenciada del aerograma y su tratamiento en programas de información geográfica. De este modo se pueden digitalizar en el GIS los contactos que luego se pueden incorporar a la cartografía. Esta herramienta resulta especialmente relevante para zonas antropizadas, si tal antropización ha sido realizada tras la entrada en vigor de la LC.

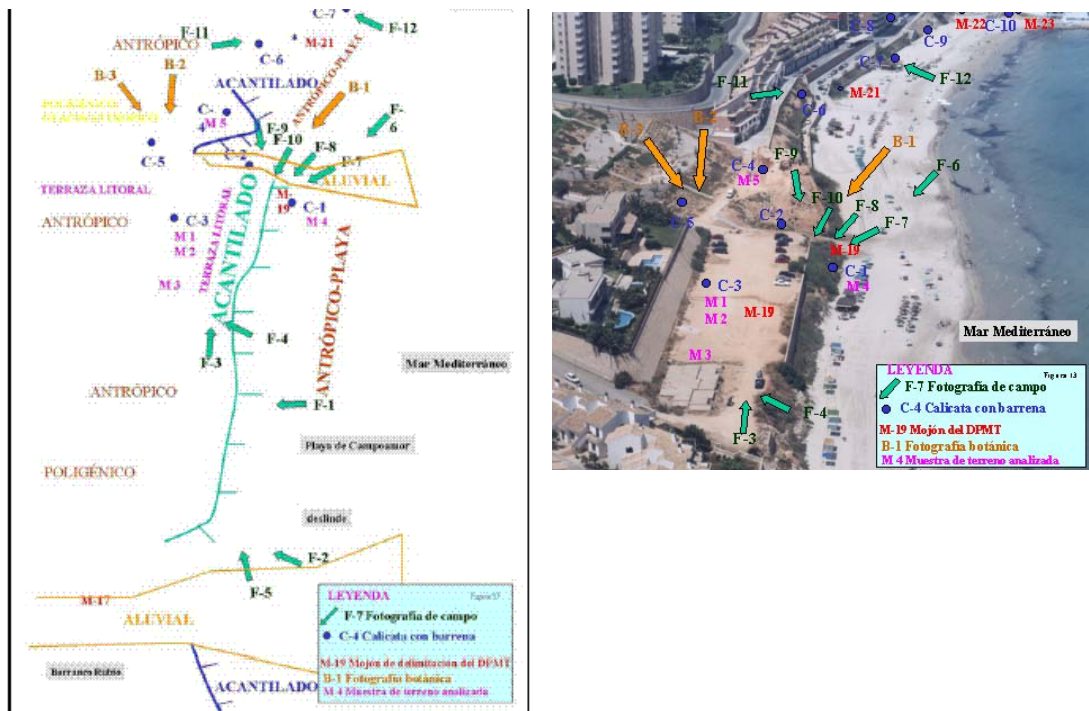


Figura 4. Esquema fotointerpretativo elaborado a partir de una fotografía oblicua. Posición de las calicatas, muestras y fotografías, e interpretación geomorfológica preliminar no georeferenciada.

4.2.3. Estudio geológico.

Se incluyen en este apartado aquellos trabajos de campo tendentes a identificar las morfologías y las estructuras sedimentarias que caracterizan a cada ambiente. De este modo se obtienen criterios objetivos para marcar el límite entre los medios sedimentarios puramente marinos o continentales y los de transición.

El acercamiento al problema debe contar con el enfoque desde otras ramas de la geología, tales como la petrología, geodinámica, tectónica e hidrogeología, así como de la botánica, para el estudio de la ocupación por determinadas plantas halófilas y de la ecología (mediante el análisis de los agentes y procesos con influencia en la degradación del sistema).

Una técnica apropiada para determinar si un sedimento cercano al litoral tiene indicios de continentalidad o si procede de la abrasión marina es estudiando la composición de los clastos de visu (Figura 5) y con lupa binocular (Figura 6). La presencia de “cantos picados” es un indicio inapelable de maritimidad.



Figura 5. Presencia de “cantos picados” en los clastos de una playa pedregosa. Los cantos picados son una morfología típica de los procesos de abrasión marina.

La composición de las arenas debe coincidir con las formaciones geológicas presentes en las inmediaciones (áreas fuentes del medio sedimentario). Para ello se puede emplear una herramienta GIS para delimitar las subcuencas hidrográficas sobre la cartografía geológica. Esta técnica permite prever qué materiales son los más propios del medio de sedimentación en la zona de depósito de esa subcuenca hidrográfica. Por supuesto, la acción eólica puede introducir elementos en el sistema ajenos a él, aunque en muy pequeña proporción. Por otra parte, el estudio de la orografía facilita prever la

localización de los medios de sedimentación y delimitar el área fuente de cada uno. Esta tarea resulta complementaria con la anterior.

Esta etapa descrita contribuye a conocer considerablemente qué minerales puede haber en los sedimentos según su dominio geológico e hidrológico. El estudio de sedimentos con lupa binocular y la coincidencia con la composición del área madre será una nueva técnica para la atribución de la UMG al dominio continental o litoral (Figura 6).

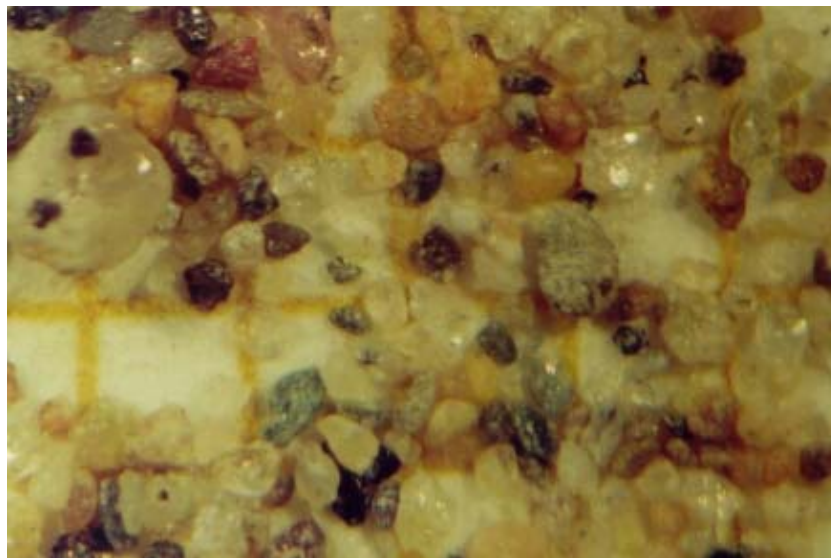


Figura 6. Estudio de la composición de un sedimento en lupa binocular con 20 aumentos. En este ejemplo la presencia de minerales volcánicos en un medio de sedimentación litoral aporta indicios de maritimidad si en el área fuente no hay afloramientos de materiales volcánicos.

4.2.4. Trabajos de campo.

La “línea de contacto” entre los ambientes sedimentarios continentales y litorales puede ser establecida con tomas seriadas y análisis de muestras de sedimento. Para ello deben perforarse calicatas en terrenos sueltos, con una profundidad, si fuese necesario, de hasta tres metros, levantando una columna litoestratigráfica de cada una, estudiando texturas y estructuras y tomando las muestras del terreno necesarias. Estas muestras serán enviadas a un laboratorio homologado para la ejecución de correspondientes ensayos geoquímicos y geotécnicos.

Si fuese necesario para la determinación del dominio público, se realizarán los estudios necesarios para dibujar los cortes geomorfológicos y estratigráficos correspondientes a escala apropiada (DGPC, 1996). Asimismo se realizará un breve y sucinto estudio de la evolución temporal de la línea de orilla y de la dinámica litoral según la documentación existente. Para este objetivo resultan imprescindibles las fotografías aéreas antiguas, utilizando para su georeferenciación elementos fijos, tales como faros o construcciones antrópicas antiguas preservadas.

Puede resultar preciso, la realización de perforaciones sobre pavimento con el fin de averiguar sobre que tipo de terreno se asientan determinadas construcciones antrópicas, debiendo realizarse posteriormente las labores de reparación y recubrimiento.

Asimismo, en zonas con interacción importante entre aguas subterráneas dulces y saladas, se tomarán muestras de agua, que serán sometidas a ensayo con objeto de ver la posibilidad de intercambios catiónicos, generalmente de calcio por sodio (Figura 7). El agua muestreada en una zona determinada permite estudiar los procesos de interacción agua-suelos, y estudiar la evolución previsible de los sedimentos aplicando códigos de modelización hidroquímica.

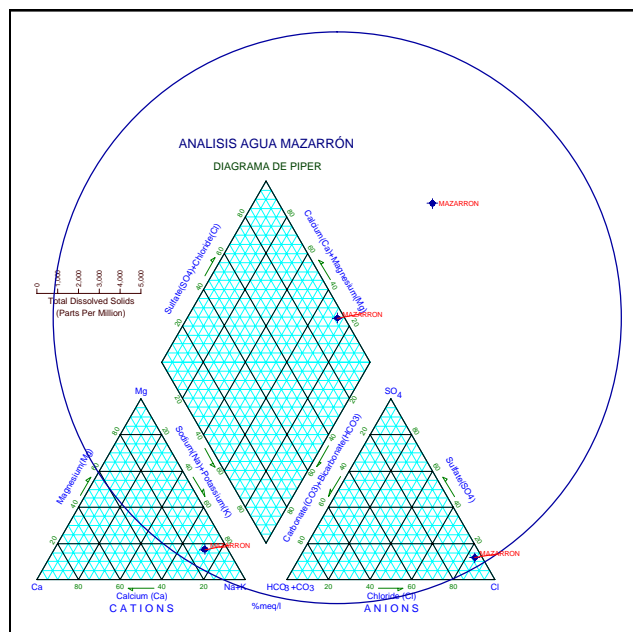


Figura 7. Representación de una muestra de agua en un hidrograma de Piper-Hill-Langelier.

Por otra parte, se tomarán sobre el terreno todas las fotos en color del terreno, tanto panorámicas como de detalle, necesarias para la determinación de sus características geomorfológicas (Figura 8).



Figura 8. Fotos donde muestra el “efecto del mar y del viento marino”, que inciden con las edificaciones de primera línea de playa.

También, la toma de fotografías en episodios de temporales marinos permite conocer el alcance máximo de las olas (Figura 9), y cuestionar la pertenencia al DPMT de determinadas UMGs (en este caso poligénico y antrópico) con “referencias comprobadas”. Para ello sería recomendable que las demarcaciones de costas y las guarderías tomaran fotografías durante e inmediatamente después de los temporales, tanto a pié como fotografías aéreas.

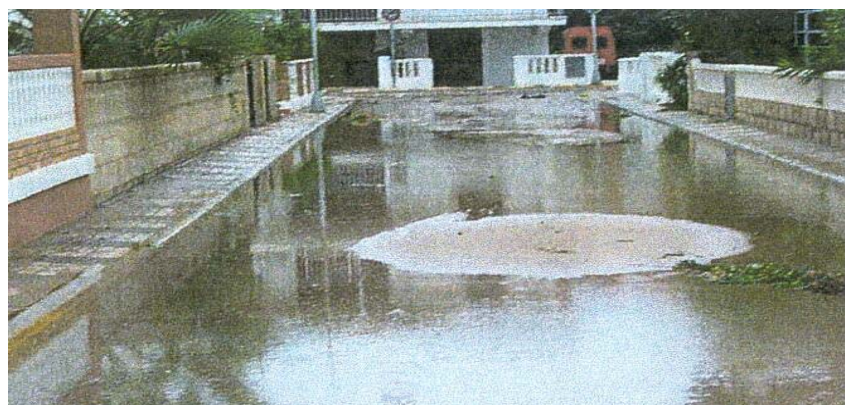


Figura 9. Ejemplo del alcance de las olas en episodios de temporales marinos.

4.2.5. Estudio y análisis de muestras.

De cada muestra de terreno se realizará:

- Descripción petrológica de las muestras, modal y normativa.
- Descripción del protocolo analítico utilizado.
- Un fichero con la descripción de las muestras, en el que cada ficha presentará, al menos, la siguiente información:
 - a) Columna litoestratigráfica.
 - b) Fotografía microscópica de la muestra y descripción.
 - c) Granulometría.
 - d) Calcimetría.
 - e) Prueba previa de salinidad.
 - f) Análisis de agua recogida, si ello fuese necesario.
 - g) Foto del lugar de la toma de la muestra y/o calicata y de su entorno, así como sus coordenadas.

En la figura 10 se muestra a modo de ejemplo una ficha donde se observa la perforación de calicatas con barrena, tarea que permite conocer los materiales depositados y extraer muestras para su análisis en laboratorio. La barrena representa una forma de muestreo de mínimo impacto ambiental. Es preciso levantar la columna litológica de la calicata con la profundidad prospectada, indicar la profundidad de toma de la muestra, etc. La información obtenida permite atribuir esta posición a una UMG determinada.

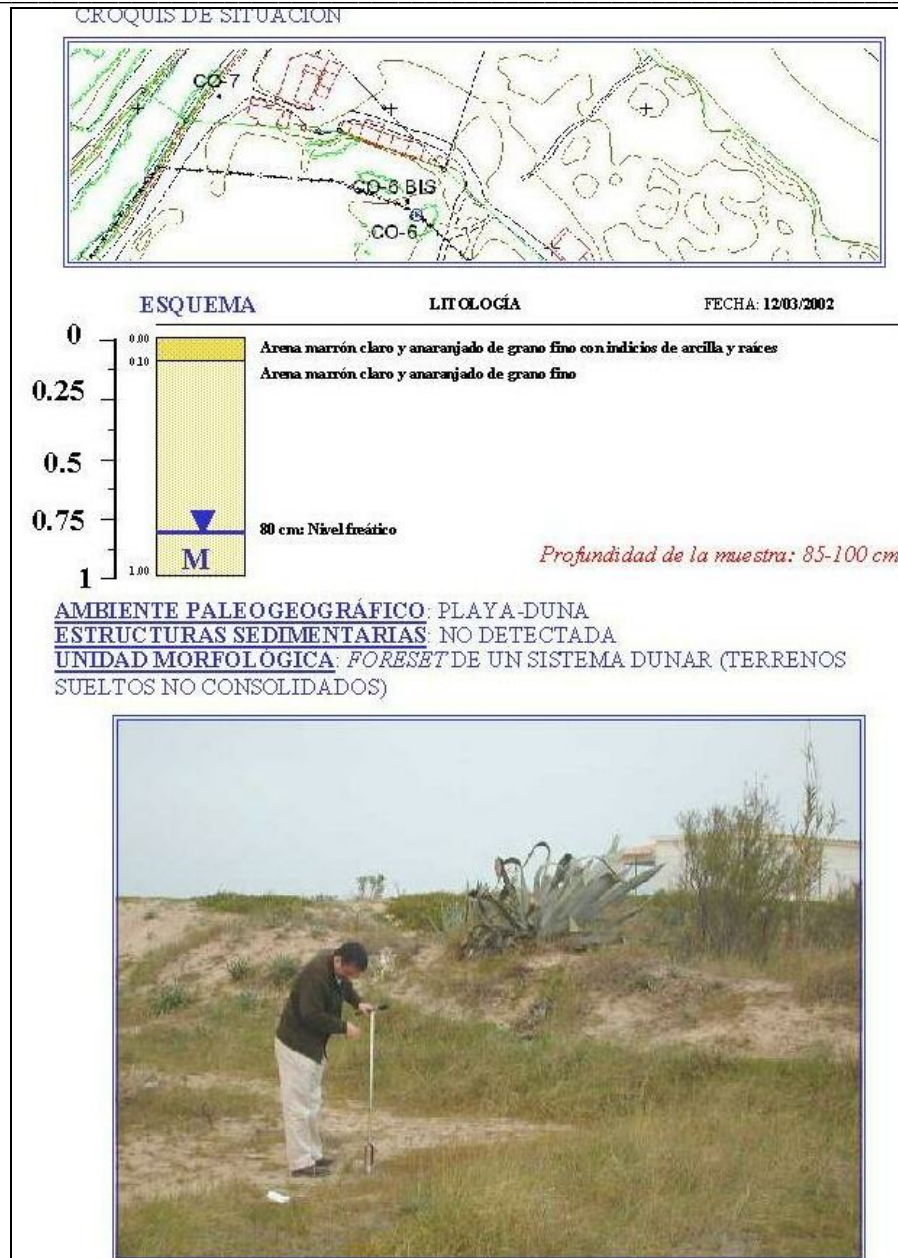


Figura 10. Ficha de registro de calicatas.

4.2.6. Elaboración de la cartografía geomorfológica aplicada y de detalle.

Esta cartografía deberá reflejar información detallada sobre la posición de las calicatas perforadas, ubicación de las muestras recogidas y localización de las fotos, indicado desde donde están tomadas. A partir del análisis de dicha información, deberán quedar plasmados sobre el mapa los ambientes sedimentarios y/o erosivos presentes, a modo de Unidades Morfogenéticas (UMG) o como Dominios Morfogenéticos (DMG).

El sistema de representación propuesto por los autores del estudio se basa en la diferenciación de las distintas UMG de acuerdo con los criterios marcados por el articulado de la Ley de Costas. Esta atribución no es unívoca, y no tiene pretensiones de condicionar la opinión de no expertos, como puede ser un juez, que se vea obligado a resolver un litigio con dos estudios geomorfológicos contrapuestos en una situación de intereses enfrentados.

El modus operandi seguido en la elaboración de la cartografía geomorfológica consta de las siguientes etapas:

1. Elección de una cartografía de base. Como base cartográfica es preciso emplear un plano topográfico a una escala aproximada 1/5.000, con objeto de identificar y plasmar los elementos geomorfológicos existentes en el sistema, que a su vez constituyen una referencia para la delimitación del deslinde del DPMT, de acuerdo con lo establecido en la Ley 22/88 de Costas. La cartografía a esta escala conlleva un alto grado de compromiso, de ahí la necesidad de utilizar todas las técnicas posibles.

Esta cartografía base es empleada como documento de trabajo, y suele anexarse al final del informe con información relativa a la ubicación exacta de calicatas y muestreos realizados, toma de datos de sedimentología y punto de realización y campo de visión del reportaje fotográfico.

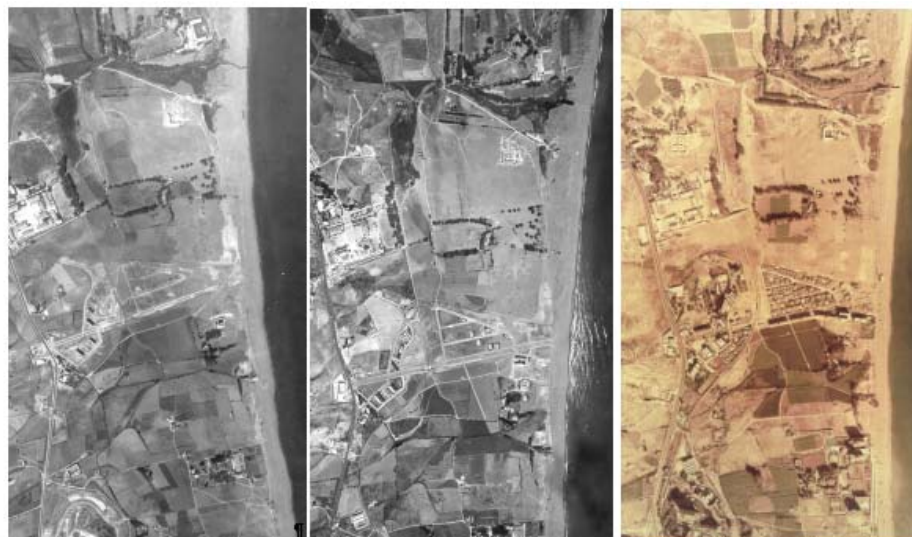
2. Elección de un periodo de tiempo de referencia para la elaboración de la cartografía. Es preferible que esté disponible una colección de fotogramas a color de esa fecha, y también que sea posterior a la entrada en vigor de la Ley 22/88 de Costas.

3. Distinción y sobreposición sobre fotografías aéreas seriadas de los elementos geomorfológicos diferenciados por fotointerpretación. Para ello se emplea un estereoscopio de mesa dotado de tableta digitalizadora. Los límites entre los distintos dominios se georeferencian digitalizándolos sobre ortoimágenes, con objeto de evitar la

deformación que tienen las fotografías aéreas como consecuencia de su sistema de toma.

Una vez trazados los límites coordenados de las UMGs, y elaborados ficheros en formato digital, es posible su representación a cualquier escala de trabajo, eludiendo así el grado de incertidumbre que conlleva el cambio de escala.

Para la digitalización de los límites, el fotointerpretador amplía en la pantalla del ordenador el fotograma hasta la escala de trabajo precisa, siempre y cuando la resolución conserve la nitidez necesaria (García de la Cruz et al., 1997). Con objeto de conocer la evolución de un paraje costero determinado es preciso contar con fotografías aéreas seriadas (Figura 11).



Figuras 11. Fotogramas correspondientes a Torremolinos costa de los años 1957, 1975 y 1987.

Para conseguir una buena resolución con una ampliación a gran escala, se lleva a cabo un escaneado previo de las imágenes a color disponibles con resolución suficiente (300 ppi o calidad imprenta), previamente a traspasar los límites a la ortofoto georreferenciada (Figura 12).



Figura 12. Aplicación de alguna herramienta GIS (en este caso Arc/view) para delimitar la interpretación geomorfológica con polígonos digitalizados y georeferenciados.

4. En aquellas zonas cuya interpretación geomorfológica resulta más conflictiva, dada la multiplicidad de descripciones posibles, se utilizan los criterios deducidos de las técnicas descritas (registro de calicatas, estudio de la textura, estructura, quimismo, indicadores botánicos y faunísticos –pruebas indiciales-, y alcance de las olas y mareas a partir de fotografías tomadas en temporal –referencias comprobadas-). Se utilizan además varias colecciones de fotogramas para ver la evolución espacial y morfogenética. Para facilitar la interpretación es preciso elaborar un mapa donde se indique la posición de las actuaciones realizadas, como puede ser ubicación exacta de ejecución de las calicatas, fotografías tomadas, análisis de agua y suelos, etc.

En la figura 13 se muestra un ejemplo de interpretación georeferenciada, con la delimitación o atribución de determinadas Unidades Morfogenéticas al Dominio Morfogenético Litoral. Dado el carácter eminentemente práctico del estudio, no son interpretadas las Unidades Morfogenéticas comprendidas en el Dominio Morfogenético Continental.



Figura 13. Ejemplo de atribución de determinadas UMGs al DMG litoral de un sector de Cartagena

El DMG antrópico más moderno se sobrepone en forma de cobertura vectorial, con objeto de determinar fenómenos de peligrosidad y/o riesgo en los diferentes transectos ocupados.

4.2.7. Trabajos adicionales.

Además de los objetivos que podrían ser considerados “imprescindibles”, se debe tener en cuenta qué apartados adicionales, a juicio de los consultores y de la dirección técnica del estudio/cliente/promotor, resultan de interés para la delimitación de los transeptos geomorfológicos incorporables en los bienes de DPMT estatal y propiedades particulares según la legislación vigente. Se estudiarán los agentes y procesos con incidencia directa en la génesis de estas morfologías (corrientes, régimen de vientos, etc).

5. Dificultades detectadas al aplicar la metodología propuesta y sugerencias prácticas

5.1. Toma de datos

Presenta dificultades si se trabaja para una de las partes en el caso de que haya establecido un litigio. En determinadas ocasiones puede resultar necesario llevar a cabo una perforación en presencia de un notario o incluso realizar unas fotografías en un momento determinado ante poder notarial, como puede ser con posterioridad a una tormenta marina de fuerte oleaje. Se ha encontrado algún caso de fotografías tomadas en una calle céntrica de un pueblo costero de la provincia de Valencia el día siguiente a un temporal, que demostraban que el alcance del oleaje llegaba hasta el núcleo urbano. La parte contraria argumentaba que era agua dulce procedente de la lluvia, en cuyo caso el estudio se reduce al carácter genético de los sedimentos movilizados que quedaron sobre el asfalto tras el temporal.

5.2. Datos topográficos

En un caso que se planteó en Orihuela, el litigio entre las dos partes se centraba en una discrepancia acerca de la veracidad del replanteamiento topográfico de un mojón, pieza clave para determinar la pertenencia al DPMT o propiedad privada de un solar.

5.3. Falta de información

En ocasiones ha habido que recurrir a fotografías oblicuas realizadas desde avioneta o incluso cartografías antiguas. Este ha sido el caso del litoral alicantino en Guardamar del Segura (García de la Cruz et al., 1997). El museo de Guardamar y el equipo de

arqueología municipal disponen de fotografías tomadas desde avioneta en 1915 y de una cartografía fina del sistema dunar de 1878.

5.4. Datos difícilmente verificables

Es el caso de fotografías sin fecha, construcciones antrópicas, etc. Este apartado suele ser cubierto con encuestas a la población local, consulta de bibliotecas, etc. Gran parte de las fotografías de archivos cuentan con una fecha, por lo menos aproximada. Las fotografías existentes en las demarcaciones provinciales de la serie “Paisajes Españoles” o equivalentes son datadas al recurrir a la fuente de información.

5.5. Fotografías aéreas disponibles

Dificultades para contar con fotos aéreas muy posteriores a la entrada en vigor de la LC. En estos casos se puede afinar la cartografía geomorfológica. En el caso de antropización de una zona que pudiera pertenecer al DPMT, lo primero que habrá que hacer será estudiar cuándo fue llevada a cabo tal construcción, si antes o después de la entrada en vigor de la LC. La adquisición de tal información se lleva a cabo en los ayuntamientos, si bien puede resultar más complicado si hay intereses contrapuestos entre el municipio y el Ministerio.

5.6. Análisis de suelos

Problemas surgidos de errores cometidos al analizar muestras de suelos y realizar pruebas de salinidad en baterías de calicatas. A pesar de constatar un cambio repentino en la salinidad o calcimetría entre dos calicatas sucesivas, cabe averiguar en qué punto se produce tal cambio, lo que conlleva un nuevo muestreo y analítica. Este proceso encarece los costes del estudio, si bien resulta conveniente en zonas con alto valor del suelo o de especial interés. En el caso del litoral de Torremolinos hubo que seriar varias calicatas con una densidad anormalmente alta con respecto a otras experiencias, dado el alto valor que tenía el terreno sin edificar para construcciones en “primera línea de costa”.

5.7. Vacío de datos

En algunas ocasiones puede resultar inviable recopilar información suficiente sobre la atribución de un terreno al DPMT por referencias comprobadas, en cuyo caso adquieren validez las pruebas indiciales.

5.8. Condiciones dinámicas en un periodo de tiempo restringido

Nos hemos encontrado el caso de un área marjalenca en cuyo área distal, como consecuencia de la dinámica del litoral, se empezaba a formar una playa, por lo que hubo que modificar la línea de DPMT y de ribera del mar preestablecidas.

5.9. Procesos fluviales recientes

Un problema importante y frecuente que encuentra el geomorfólogo a la hora de llevar a cabo la asignación del medio, se sitúa en la desembocadura de los ríos, especialmente en la llanura de inundación, puesto que dependiendo de la fecha a la que se refiera la cartografía geomorfológica realizada, puede haber predominancia de arcillas de desbordamientos fluviales o de arenas introducidas por los temporales o los vientos marinos. Esta diferencia determina su inclusión en el DPH o en el DPMT. El caso reviste gran relevancia en situaciones de gota fría. En la provincia de Murcia se han encontrado terrenos que han modificado sus características propias para su incorporación al DPH a DPMT hasta tres veces en 10 años. Este hecho resulta bastante frecuente, según se deduce de la observación de fotografías aéreas de gran parte de las desembocaduras del litoral mediterráneo o de la ejecución de calicatas, puesto que es frecuente encontrar una alternancia rítmica de arcillas y arenas en la vertical.

La interpretación del geomorfólogo debe pasar por tanto por asignar una unidad morfológica a un espacio en una fecha determinada, preferiblemente en las fechas más importantes en el desarrollo de la legislación costera en nuestro país, que fueron los años 1969 y 1988 por la promulgación de las leyes de costas. Si queda demostrado que en el periodo inmediatamente posterior a la entrada en vigor de cada una de estas leyes las unidades morfológicas que contempla cada ley pueden ser asignadas a un lugar físico determinado, la demanialidad de dicho lugar no debe ser cuestionada. La disponibilidad de fotogramas aéreos o de fotografías oblicuas de estas fechas es una herramienta de gran valor para estudiar la demanialidad de un lugar costero determinado en cualquier proceso de deslinde, y para determinar el límite con precisión y justicia. En la figura 14 se muestra un ejemplo con la atribución de Unidades Morfogenéticas al Dominio Morfogenético litoral. Puede observarse una zona de delta mareal o prodelta, que progresa sobre un delta aluvial. El límite corresponde a un periodo de tiempo determinado, si bien tiene un carácter excesivamente dinámico.



Figura 14. Ejemplo de atribución de determinadas UMGs al DMG litoral.

5.10. Dominio antrópico

Representa una zona problemática para establecer el contexto geomorfológico sobre el que se asienta, puesto que la edificación constituye un “tramo cubierto” para los técnicos. El empleo de fotografías aéreas históricas resulta viable para determinar la atribución de una unidad morfológica determinada, así como la perforación de calicatas, que, muchas veces deben ser ejecutadas en los jardines de las urbanizaciones o incluso en el asfalto de paseos marítimos o acerados. Cualquier estudio de este tipo debe estar referida a una fecha determinada, resultando claves las dos citadas con anterioridad, puesto que la legalidad de un asentamiento antrópico depende de la unidad morfológica

sobre la que se asentó cuando fue construido, gozando de ciertos derechos históricos (prescriptibles) si su ubicación es anterior.

6. Conclusiones

En el presente artículo se ha presentado una serie de objetivos y herramientas que, a juicio de los autores, permiten llevar a cabo gran parte de los estudios geomorfológicos para determinar la inclusión de determinadas zonas del litoral al Dominio Público Marítimo Terrestre, o para que mantengan la condición de terrenos particulares, según proceda de acuerdo con la legislación vigente.

La Ley 22/88, de Costas, y el Reglamento que la desarrolla exponen en sus primeros artículos la demanialidad de determinados terrenos por su atribución a determinadas unidades geomorfológicas. Por tanto, esta misma Ley ha dado cabida a la actividad realizada por los geomorfólogos en los estudios de delimitación del DPMT estatal, quedando establecida una línea de participación y colaboración entre los geólogos y la Dirección General de Costas y sus Servicios Provinciales.

Ha quedado demostrada la importancia de realizar este tipo de trabajos por un equipo pluridisciplinar, pues las referencias comprobadas o pruebas indiciales pueden ser de muy diferentes orígenes, además de las estrictamente geomorfológicas. Pueden ser empleadas pruebas de salinidad o calcimetría a cargo de químicos, estudios de la vegetación a cargo de botánicos, de suelos a cargo de ingenieros agrónomos, vestigios y huellas del pasado a cargo de arqueólogos e historiadores, etc. El equipo deberá trabajar con un jurista que dote a los términos técnicos de los vocablos apropiados para ser utilizados como pruebas ante un tribunal de justicia.

Los problemas encontrados a la hora de realizar estudios tendentes a separar ambas titularidades, muchas veces tienen una resolución más jurídica que técnica, al existir vacíos legales que impiden su correcta aplicación. También es previsible encontrar pruebas manipuladas con cierta intencionalidad (mojones desplazados, movimientos de tierras que modifican las características naturales, etc).

En determinadas ocasiones la solución técnica no puede ser aplicada por razones geopolíticas o socioeconómicas. Esto se hace patente al existir ciertas ratificaciones, en las que la Ley de Costas no se ha aplicado con rigor, quedando en manos de particulares, incuestionables bienes del DPMT.

Sea cual sea el resultado de las investigaciones llevadas a cabo por los equipos de trabajo, los resultados deben ser tratados con objetividad y justicia, y de manera imparcial y ponderada.

7. Agradecimientos

A Manuel Calmarza Cuencas, Román Rodríguez, José Ramón Martínez Cordero, Luis López Peláez, Carlos Foradada, Salvador Barnés y Jaime Somalo.

8. Bibliografía

- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (BOE). (1969): *Ley 28/1969, de Abril, sobre costas*. Derogada.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (BOE). (1985): *Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas*. BOE número 189 de 8 de agosto.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (BOE). (1986): *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas*. BOE número 103 de 30 de abril.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1988): *Ley De Costas. Ley 22/1988, de Julio de 1988*. BOE 27-7-1988 nº 181.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1988): *Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas*. BOE número 209 de 31 de agosto.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1998): *Ley 6/1998, de 13 de abril, sobre régimen del suelo y valoraciones*. BOE número 89 de 14 de abril.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1988): *Reglamento General para desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de Julio, de Costas, aprobado por Real Decreto 1471/1989, de 1 de Diciembre*. B.O.E. núm. 297, de 12 de Diciembre de 1989.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1989): *Ley 4/1989, de 27 de marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres*. BOE núm. 74, de 28 de marzo de 1989.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (1999): *Ley 46/99, de 13 de diciembre, de modificación de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas*. BOE número 298 de 14 de diciembre.
- BORES, P.S.(1989): *Clasificación de las formas costeras*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Madrid.

- COPANO, C., GARCÍA DE LA CRUZ, J.R., y FDEZ ESCALANTE, E. (1997): *Anteproyecto de ordenación integral de las dunas de Guardamar y Elche. Provincia de Alicante. Comunidad Valenciana*. Tragsatec-Consejería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana.
- DABRIO, C. (1989): *Playas en islas barrera-lagoon. Sedimentología. Vol 1* CSIC. Madrid.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (DOCE) (2000):. *Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de diciembre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*. Directiva 2000/60/CE.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PUERTOS Y COSTAS (1996): *Instrucción para el deslinde y amojonamiento del dominio publico maritimo-terrestre*. Documento interno.
- PUERTOS DEL ESTADO (2001): *Efecto de los temporales en la Costa Mediterranea Española*. Artículo preparado por el Area de Medio Físico de la Dirección de Infraestructuras y Servicios Portuarios de Puertos del Estado, con la colaboración de Marcos García Sotillo del Proyecto Europeo de Reanálisis de Viento y Oleaje (HIPOCAS). Noviembre de 2001.
- FDEZ ESCALANTE, E. (1998): *Agentes y procesos que alteran el equilibrio dinámico del sistema dunar de Guardamar y Elche*. Alkibla, Revista de investigación del Bajo Segura, nº 4, 1998.
- GARCÍA DE LA CRUZ, J.R., COPANO, C. & FDEZ ESCALANTE, E. (1997): *Proyecto de restauración y consolidación del sistema dunar de Guardamar y Elche. Provincia de Alicante. Comunidad Valenciana*. Ed. Tragsatec-Consejería de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana.
- GOLDSMITH (1997): *Coastal Processes and resulting forms of sediment accumulation*. Virginia Institute of Marine Science, nº 143.
- GUTIÉRREZ ELORZA, M. (1994): *Geomorfología de España*. Edición coordinada: Mateo Gutiérrez Elorza. C. Zazo y J. L. Goy. Ed. Paraninfo.
- INSTITUTO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (ICONA) (1990): *Guía natural de las costas españolas*. MAPA, Madrid.
- INSTITUTO GEOLÓGICO y .MINERO de ESPAÑA (IGME) (1984): *Seminarios de sedimentología.Vol. 1*. Coordinado por V. Gabaldon. División de Geología del I.G.M.E. Instituto Geológico y Minero de España.
- LA NUEVA ESPAÑA (2002): *Derribado en la playa de San Pedro el primer chalé a raíz de la ley de Costas*. Noticiario de fecha 9 de octubre de 2002.
- LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F.; MINTEGUI AGUIRRE, J.A.; PÉREZ SOBA BARÓ, A. (1984): *Metodología integrada para la determinación de los sedimentos*

- aportados por una cuenca*. Simposium sobre la investigación en pequeñas cuencas. FAO/IUFRO. Torremolinos.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. (1976): *Plan Indicativo de Usos del Dominio Público Litoral*.MOP. Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (2000): *Guía para la elaboración de Estudios del Medio Físico. Contenido y Metodología*. 4ª Ed. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES (1990): *Principales contenidos de la legislación de Costas. Ley 22/1988 y reglamento general aprobado por real decreto 1.471/1989 de 1 de Diciembre (B.O.E. del 12)*. Dirección General de Puertos y Costas.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES (1992): *Efectos de las olas*. Informes de las comisiones sobre el oleaje de los congresos de navegación. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1986): *Ecosistemas vegetales del Litoral Mediterráneo español*. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente. Madrid.
- MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1993): *El Litoral de Andalucía*.MOPTMA Madrid.
- NEIRA, M. y MARTÍNEZ, F. (1974): *Terminología Forestal Española*. Editado por el Instituto Nacional de Instigaciones Agrarias. INIA.
- PEDRAZA GILSANZ, J. (1988): *Geomorfología Principios, Métodos y Aplicaciones*. Ed. Rueda.
- REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA (RAE) (2003): *Diccionario de la Real Academia de la lengua Española*. RAE.
- SAGREDO J. (1994): *Diccionarios Río Duero. Geología y Mineralogía*. Versión y adaptación por José Sagredo. Ediciones Rioduero.
- WHITTEN, DGA and BROOKS, J.R.V. (1980): *Diccionario de Geología*. Revisión técnica: J.A. Martínez Alvarez, M. Gutierrez Claverol, Versión española J.J. Ruiz Olavide. Título original: The Penguin Dictionary of Geology. Alianza Editorial Madrid.