



BIBLIOTECA U.C.M.



5308149444

T
921

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE GEODINÁMICA



**LA GEOMORFOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS DEL MEDIO
FÍSICO Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL. PROPUESTA
METODOLÓGICA Y APLICACIÓN A UN SECTOR DEL
SISTEMA CENTRAL**

Tesis Doctoral

JOSÉ FRANCISCO MARTÍN DUQUE

Enero 1997

R. 8.389



Director:

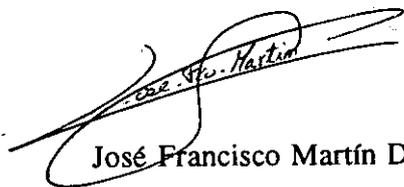
JAVIER DE PEDRAZA GILSANZ
Departamento de Geodinámica
Facultad de Ciencias Geológicas
Universidad Complutense de Madrid

Esta Memoria es presentada por José Francisco Martín Duque para optar al grado de Doctor en Ciencias Geológicas. Ha sido realizada bajo la dirección del Dr. Javier de Pedraza Gilsanz en el Departamento de Geodinámica de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, y durante el periodo de su ejecución el doctorando ha contado con el apoyo de una Beca Predoctoral de la UCM (1991-1995).

Madrid, enero de 1997.

El Doctorando,

El Director de la Tesis



Handwritten signature of José Francisco Martín Duque in black ink, featuring a large, stylized initial 'J' and 'M'.

José Francisco Martín Duque



Handwritten signature of Javier de Pedraza Gilsanz in black ink, featuring a large, stylized initial 'J' and 'P'.

Javier de Pedraza Gilsanz

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo, quiero manifestar mi agradecimiento a las numerosas personas que han hecho posible su realización.

En primer lugar a Javier de Pedraza, director de la tesis, por múltiples razones; entre ellas: permitirme acceder a un campo de estudios que siempre me motivaron; por su dedicación, sabiendo que somos muchos quienes la requerimos; por poner de su parte cuanto fue necesario en los momentos precisos ('integridad física' incluida); y por una formación más amplia que la estrictamente científica, relativa sobre todo a una determinada forma de interpretar la realidad.

La labor de Miguel Ángel Sanz, Rosa M^a Carrasco y Andrés Díez, ha sido imprescindible para la consecución del trabajo y por ello les estoy enormemente agradecido; espero que los resultados se correspondan con su gran esfuerzo. M^a Ángeles Barroso (Nines) ofreció su tiempo y conocimientos; y Aurora Martín las necesarias lecturas del texto final (aportó además, junto a Miguel Ángel, otro integrante al equipo: María). La ayuda de Paquita, Salomón, y nuestros compañeros de Departamento ha sido también inestimable.

A M^a Victoria Ramos y Hortensia Estevez, de la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Geológicas, les agradezco su profesionalidad; a Agustín Blanco y a Jesús Sánchez su disposición permanente; a la empresa Infocarto S.A., la cesión desinteresada de modelos digitales del terreno e imágenes Landsat, y la posibilidad de utilizar sus equipos; a la UCM, la financiación del proyecto de investigación PR219/94-544 *"Modelo de diseño y control en la restauración de explotaciones mineras a cielo abierto"*, en el cual se basa el ejemplo de restauración del paisaje.

A Miguel Ángel Moreno, Javier Oria, Ana Teresa López, Nacho Rico, Giuliano Cannata, Javier Montalvo, Luis Polo, Emilio Blanco, Manuel Marcos y Valentín Gómez, la cesión amable de datos y documentos de gran interés.

A Leopoldo Yoldi y Mariano Carabias, la colaboración de varios años de trabajo entusiasta en Segovia, en especial en las 'Jornadas sobre el Paisaje'. A mis amigos más directos les agradezco su aliento; particularmente a Alberto y M^a Ángeles, por su constante apoyo moral y técnico.

Una mención muy entrañable quiero hacer a Pilar Garcinuño, por haber tenido entre sus preocupaciones prioritarias este trabajo. Por extensión, a toda esa familia.

El agradecimiento más señalado es para cuatro personas. Mis padres, Pepe y Angelines, hicieron —simplemente— todo. Mi gran hermano Ángel demostró, entre sus muchas cualidades, una enorme paciencia conmigo. Finalmente, Pilar ha tenido el papel más destacado desde hace ya varios años; en ellos me aguantó de una forma que dice todo a su favor, y merece por tanto el reconocimiento más especial.

ÍNDICE

Planteamiento	1
Parte I. Desarrollo teórico	
1. El medio físico y la actividad humana	7
1.1. La problemática ambiental	7
1.2. Los estudios del medio físico	11
1.2.1. Planificación y ordenación territorial	13
1.2.2. Evaluación de impactos ambientales (EIA)	22
1.2.3. Restauración ecológica	23
1.2.4. Estudios sobre paisaje	24
1.2.4.1. Significado del término	25
1.2.4.2. Paisaje ecológico	28
1.2.4.3. Paisaje percibido	28
1.2.4.4. Diseño paisajístico	31
1.3. Síntesis. La planificación integrada como objetivo	31
2. Fundamento y metodología de los estudios integrados	35
2.1. Terminología relacionada con los procedimientos: análisis, clasificación y evaluación territorial	35
2.2. Desarrollo histórico: antecedentes y evolución	37
2.2.1. Escuelas geográficas europeas	37
2.2.2. Escuelas fisiográficas anglosajonas	38
2.2.3. Planificación ecológica	39
2.2.4. Estudios integrados en España	40
2.3. Tipos de metodologías	41
2.3.1. Procedimientos fisiográficos	42
2.3.1.1. Grandes unidades: método genético	42
2.3.1.2. Unidades menores: métodos fisiográficos (s.s.) o paisajísticos	43
2.3.2. Procedimientos paramétricos	44
2.4. Síntesis. Los procedimientos geomorfológicos como base de los métodos fisiográficos	46

3. Clasificaciones y evaluaciones fisiográficas	49
3.1. El objeto de clasificación	49
3.2. Carácter científico y aplicado	49
3.2.1. Bases conceptuales y metodológicas	50
3.2.2. Aplicación	53
3.3. Tipos de clasificaciones: resumen general	54
3.4. Ejemplos de métodos fisiográficos o similares aplicados en planificación territorial ..	58
3.5. Síntesis	67
4. La Geomorfología en los estudios integrados y del medio físico	69
4.1. Ciencias de la Tierra y estudios del medio físico: Geología Ambiental	69
4.2. Geomorfología Ambiental	72
4.2.1. El mapa geomorfológico como base de la aplicación	76
4.2.2. Procesos geomorfológicos y riesgos naturales	80
4.2.3. Planificación territorial	81
4.2.3.1. Prospectiva e inventario	82
4.2.3.2. Clasificación del relieve en la definición de unidades geoambientales	84
4.2.3.3. Evaluación y el diagnóstico territorial con criterios geomorfológicos	86
4.2.3.4. Procesos y riesgos	88
4.2.4. Evaluación de impactos geomorfológicos	88
4.2.5. Restauración geomorfológica	90
4.2.6. Geomorfología y estudios sobre paisaje	91
4.3. Síntesis. Planificación territorial, EIA, restauración y paisaje como temas pendientes de la Geomorfología Ambiental	94
5. Contribución de la Geomorfología a la clasificación-evaluación del territorio: propuesta metodológica	97
5.1. Justificación	97
5.2. Fundamento	99
5.2.1. Categorías geomorfológicas o del relieve	99
5.2.2. Problemática ambiental y ámbitos territoriales de actuación	101
5.3. Propuesta para la clasificación del territorio a partir de unidades del relieve	105
5.3.1. Regiones ffsico-geológicas	106
5.3.2. Regiones geomorfológicas	111
5.3.3. Dominios del relieve	111
5.3.4. Elementos del relieve	113
5.4. Contribución para definir unidades integradas del medio físico	115
5.4.1. Regiones ffsico-geológicas: bases para establecer regiones naturales	116
5.4.2. Regiones geomorfológicas: bases para establecer regiones fisiográficas	117
5.4.3. Dominios del relieve: bases para establecer comarcas fisiográficas	120
5.4.4. Elementos del relieve: análisis sectoriales	121
5.4.4.1. Pautas para la evaluación con técnicas paramétricas	127
5.5. Clasificación del relieve y ordenación del territorio	128

Parte II. Desarrollo y validación de la propuesta metodológica

Ámbito de aplicación	133
----------------------------	-----

6. El territorio	137
6.1. Características morfológicas	137
6.1.1. El relieve	137
6.2. Problemática ambiental	139
6.2.1. Evolución histórica de las transformaciones territoriales	140
6.2.1.1. Actividades agrosilvopastoriles	140
6.2.1.2. Cantería y minería tradicionales	144
6.2.1.3. Poblamientos y primeras obras públicas	146
6.2.2. Transformaciones recientes	147
6.2.2.1. Abandono de prácticas agrarias tradicionales. Repoblaciones forestales	147
6.2.2.2. La minería moderna	148
6.2.2.3. Urbanización e infraestructuras	149
6.2.3. Ordenación del territorio	155
6.2.3.1. Planeamiento urbanístico	155
6.2.3.2. Espacios protegidos	156
7. Clasificación del relieve	161
7.1. Regiones físico-geológicas: bases para establecer regiones naturales	161
7.1.1. Clasificación-descripción	161
7.1.2. Discusión	165
7.1.2.1. Utilidad para los objetivos de la ordenación territorial	166
7.2. Regiones geomorfológicas: bases para establecer regiones fisiográficas	166
7.2.1. Clasificación-descripción	167
7.2.2. Transformación de las regiones geomorfológicas y fisiográficas	171
7.2.3. Discusión	175
7.2.3.1. Utilidad para los objetivos de la ordenación territorial	181
7.3. Dominios del relieve: bases para establecer comarcas fisiográficas	183
7.3.1. Clasificación-descripción	184
7.3.2. Aproximación a las comarcas fisiográficas	189
7.3.2.1. Comarcas fisiográficas y geográficas	195
7.3.3. Discusión	199
7.3.3.1. Utilidad para los objetivos de la ordenación territorial	199
7.4. Elementos del relieve: análisis sectoriales	204
7.4.1. Clasificación-descripción	204
7.4.2. Valoración	212
7.4.2.1. Procesos geomorfológicos actuales y riesgos asociados	212
7.4.2.2. Influencia antrópica en la morfogénesis	217
7.4.2.3. Eficacia morfogenética	223
7.4.2.4. Potencialidad edáfica	231
7.4.2.5. Recursos singulares y paisaje	232
7.4.3. Un ejemplo para planeamiento local	239
7.4.4. Discusión	247
7.4.4.1. Utilidad para los objetivos de la ordenación territorial	248
8. Los elementos del relieve en la restauración del paisaje. Un ejemplo	249
8.1. Generalidades acerca del proyecto	249
8.2. Características de la explotación minera abandonada	250

8.2.1. Alteraciones en el medio	251
8.3. Objetivos y factores condicionantes de la rehabilitación	254
8.4. El diseño geomorfológico	255
8.4.1. El estudio geomorfológico como punto de partida	255
8.4.2. La clasificación del relieve	256
8.4.3. El perfil definitivo	261
8.5. El suelo y la revegetación	268
8.5.1. Análisis edáficos	268
8.5.2. La selección de especies	270
8.6. Hipótesis sobre la evolución ecológica y paisajística del diseño geomorfológico . . .	270
8.7. Discusión	271
9. Síntesis y conclusiones	283
Referencias	289

ANEXO. Análisis geomorfológico

I.1. Antecedentes y problemática	315
I.2. Clasificación morfogenética	317
I.2.1. Morfologías asociadas a las superficies de erosión (poligénico)	318
I.2.1.1. Formas de denudación	318
I.2.1.2. Formaciones superficiales	321
I.2.2. Morfologías de origen o asociación con la estructura	321
I.2.2.1. Asociadas a la estructura tectónica (tectoestructurales)	321
I.2.2.2. Asociadas a la disposición de los materiales	322
I.2.3. Morfologías de origen gravitacional	323
I.2.3.1. Formas del modelado	323
I.2.3.2. Formaciones superficiales	324
I.2.4. Morfologías de origen periglaciario	325
I.2.4.1. Formas del modelado	325
I.2.4.2. Formaciones superficiales	327
I.2.5. Morfologías de origen glaciario	330
I.2.5.1. Formas de erosión	332
I.2.5.2. Formaciones superficiales	332
I.2.6. Morfologías de origen fluvial	332
I.2.6.1. Formas de erosión	332
I.2.6.2. Formaciones superficiales	335
I.2.7. Morfologías cársticas	338
I.2.7.1. Formas resultantes de la disolución de las rocas	339
I.2.7.2. Formaciones superficiales de acumulación de residuos insolubles	340
I.3. Síntesis	349
I.3.1. Evolución geomorfológica cuaternaria	349
I.3.2. Aportaciones del estudio morfogenético	351
I.4. Referencias	358

PLANTEAMIENTO

Casi todos los especialistas en temas ambientales, coinciden en señalar la importancia que tienen los datos aportados por la Geomorfología al elaborar estudios del medio físico.

Sin embargo, cuando se analizan en detalle esos estudios encontramos que ese papel es poco menos que simbólico o, caso también frecuente, se utilizan datos morfográficos para organizar las unidades territoriales sin que aparezcan otros contenidos que podrían dar más entidad al conjunto de los trabajos.

Por supuesto, la Geomorfología es una herramienta cartográfica de gran utilidad pero, y sobre todo, puede considerarse "una ciencia que sintetiza todos los aspectos abióticos de la superficie terrestre", aportando información relevante acerca de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas.

Lo anterior es la **hipótesis central** que pretendemos demostrar en este trabajo, es decir: la Geomorfología es equiparable a una "Geología de superficie" capaz de abordar aspectos configuracionales (morfografía de la superficie terrestre) aptos para compartimentar el territorio en porciones homogéneas, pero también aspectos analíticos (genéticos y evolutivos) aplicables al diagnóstico y valoración de dichas porciones.

En base a la hipótesis de partida, el **objetivo** general de este trabajo es el de contribuir a clarificar el papel de la Geomorfología en los estudios del medio físico y la planificación territorial.

Ese objetivo general posibilita además otros particulares, como son: analizar las posibles aportaciones de la Geomorfología a los trabajos sobre restauración ecológica y del paisaje, y la evaluación de impactos ambientales, en los cuales esta disciplina ha participado en escasa medida hasta el momento; y ensayar una propuesta metodológica que integre los datos geomorfológicos en un sistema de clasificación del relieve, apto para los estudios territoriales.

Para la consecución de los objetivos marcados, el trabajo se estructura en dos grandes apartados.

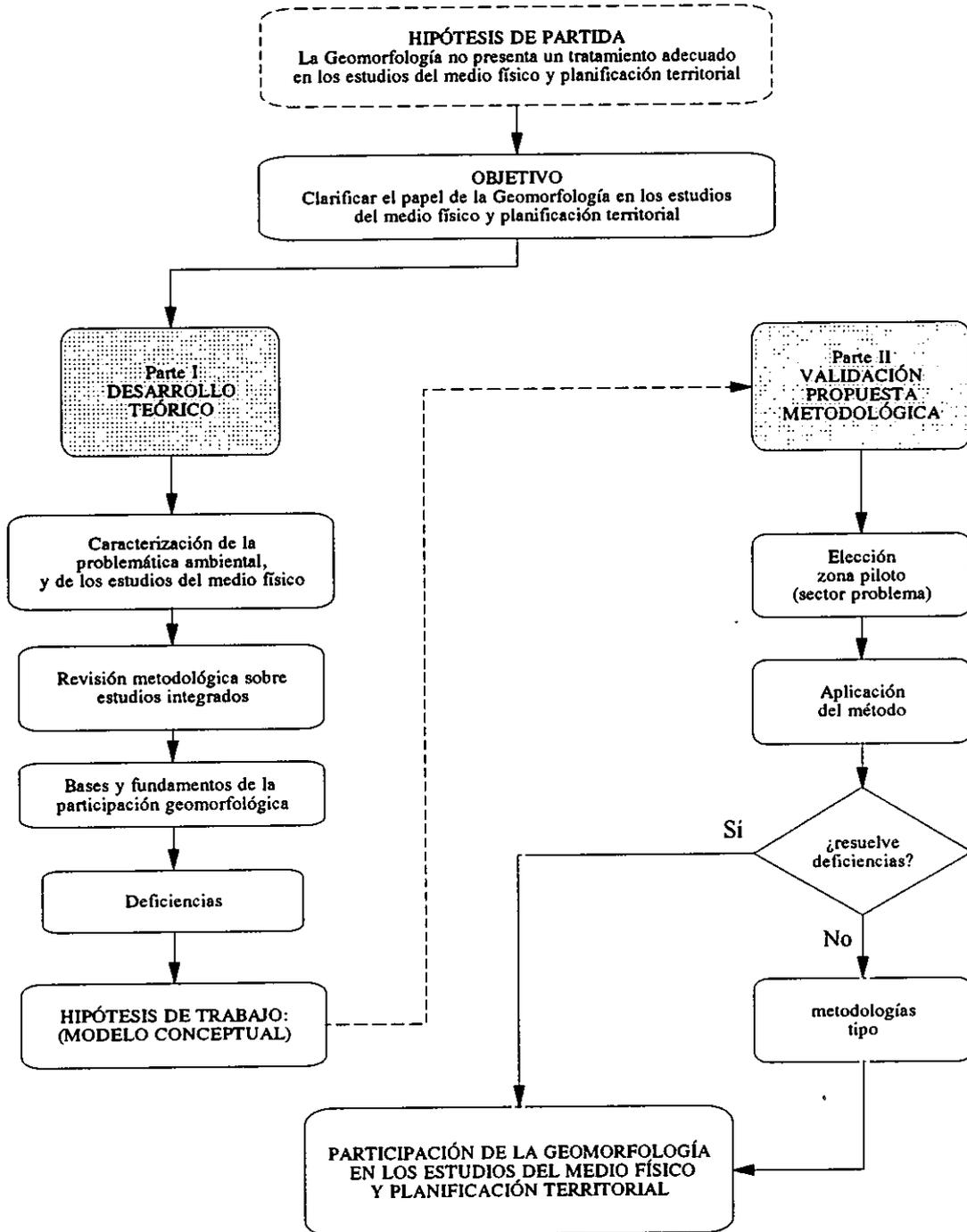
El primero (Parte I) consiste en un estudio teórico y metodológico, y su fin es elaborar una propuesta sobre el papel de la Geomorfología en los estudios del medio físico. En concreto, los pasos a seguir son:

- 1º) caracterizar la problemática ambiental en el momento presente y en nuestro entorno sociopolítico, así como los distintos tipos de estudios del medio físico al uso (capítulo 1)
- 2º) llevar a cabo una revisión metodológica sobre estudios integrados y de planificación territorial (capítulo 2)
- 3º) analizar en detalle los procedimientos en los que la Geomorfología ha participado en mayor medida (capítulo 3)
- 4º) caracterizar las bases y fundamentos de la participación geomorfológica en los estudios integrados (capítulo 4)
- 5º) desarrollar un procedimiento (propuesta metodológica) para estructurar las aportaciones de la Geomorfología a trabajos de planificación territorial y estudios del medio físico (capítulo 5)

El segundo apartado (Parte II) es un trabajo de validación; es decir, para comprobar las excelencias y limitaciones de la propuesta metodológica elaborada a partir del desarrollo teórico. Para ello se aplica dicha propuesta a un sector problema, o zona piloto, seleccionada en función de su adecuación al fin perseguido. Esta etapa permitirá obtener conclusiones acerca de nuestra hipótesis de trabajo.

Respecto a este último objetivo, es necesario precisar que los métodos de planificación y ordenación territorial presentan serias limitaciones para su 'homologación experimental'; realmente sólo es posible medir la consistencia o inconsistencia de una determinada propuesta según resuelva o no los problemas planteados.

Procedimiento a desarrollar



Parte I

DESARROLLO TEÓRICO

1. EL MEDIO FÍSICO Y LA ACTIVIDAD HUMANA

La necesidad que existe de imponer algún tipo de limitación u ordenamiento a las actividades humanas en la Tierra, ha sido ampliamente tratada en la literatura (científica y de divulgación) en los últimos veinticinco años. Los temas que abordan esa problemática surgida de las relaciones entre el hombre y el medio ocupan un primer plano en la sociedad, y se refieren habitualmente como 'ambientales', 'ecológicos', o 'del medio ambiente'. Sin embargo, esto no quiere decir que su tratamiento esté acorde a su popularidad. Ramos (1993), refiriéndose a este particular, señala:

"(...) vista con una pequeña dosis de curtido escepticismo, la abundancia de referencias a una cuestión no implica necesariamente que tal cuestión se estime trascendente ni que haya voluntad de condicionar a ella las acciones, sino sólo que se considera conveniente mencionarla e incluirla en los enunciados." (Ramos, 1993:16).

En este contexto inundado de referencias a lo 'ambiental', y como paso previo a todo análisis, es preciso discutir acerca del verdadero significado de los calificados como 'problemas ecológicos', lo cual permitirá caracterizar más adecuadamente los objetivos particulares de nuestro trabajo.

También es necesario conocer cuáles son las técnicas o herramientas de que disponemos para hacer frente a la degradación del medio. Las señaladas en la literatura especializada son: la 'planificación integrada', reconocida por los expertos como el instrumento preventivo más adecuado para afrontar la degradación territorial, aunque apenas tenga hoy posibilidades de ser aplicada; los procedimientos de 'evaluación de impactos ambientales', que gozan de gran popularidad; y la 'restauración ecológica o del paisaje', campo que comienza a emerger con fuerza sin duda alentado por la demanda social de espacios con un cierto grado de naturalidad y favorecido por una menor presión agrosilvopastoril sobre amplios territorios.

1.1. LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Existe práctica unanimidad al reconocer que fue Marsh (1864) el primer autor 'moderno' que más claramente se hizo eco de la acción degradante del hombre sobre el medio. Sin embargo no sería hasta la segunda mitad del siglo XX cuando estos temas alcanzasen su generalización, es decir, su extensión al conjunto de la sociedad.

La voz de alarma ante un posible agotamiento de determinados recursos naturales (combustibles fósiles, por ejemplo), fue uno de los argumentos que en mayor medida difundió esta problemática a la sociedad. Tales ideas surgen de un grupo de científicos e intelectuales, siendo los más conocidos aquéllos que se agrupaban en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), y el Club de Roma (Ramos, 1993).

En esos círculos, lo que en realidad se discutía era la filosofía del crecimiento ilimitado o neomalthusianismo. Fue una renovación de las ideas del economista británico Malthus, que en su *Essay on Population* (1798) ya defendía la necesidad de controlar la natalidad; su tesis era que la población crecía en una progresión claramente geométrica y los recursos lo hacían en progresión aritmética.

A causa de los conflictos generados por el consumo acelerado de recursos, consecuencia a su vez del desarrollo tecnológico y el crecimiento demográfico y económico (figura 1.1), entre mediados y finales de los años 60 tiene lugar en los países occidentales la llamada 'revolución ambiental'. Este hecho hizo que las cuestiones 'ecológicas' pasasen a ocupar un primer plano en estas sociedades, y favoreció un mejor conocimiento de los procesos y sistemas naturales.

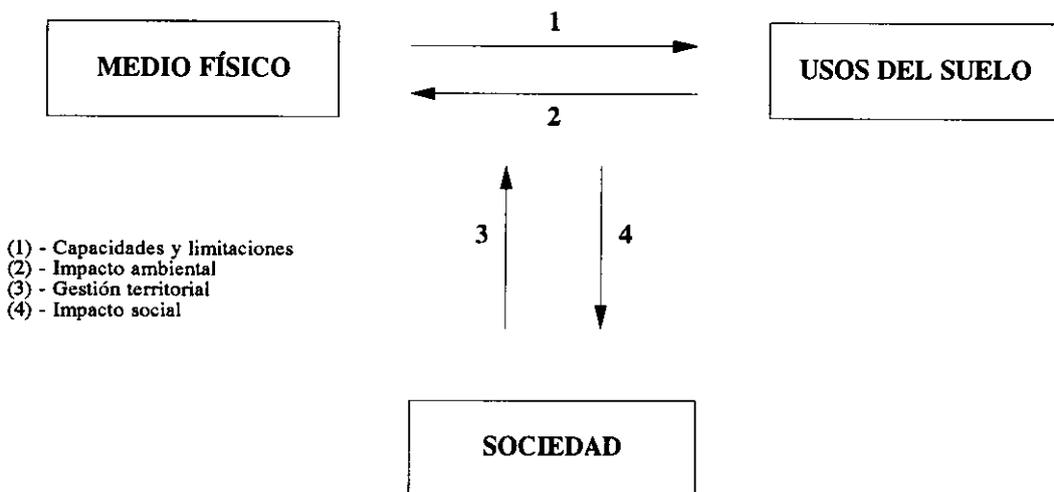


Figura 1.1. Interrelaciones entre el medio físico y la sociedad, a través de los usos (en Hewitt y Wambeke, 1982).

El nacimiento de esa corriente de pensamiento puede situarse en Estados Unidos, en un contexto social influido por los resultados de la guerra del Vietnam y las consecuencias de la energía nuclear, entre otras; aunque inicialmente estuvo restringida a grupos muy reducidos, incluso marginales, pronto conseguiría extenderse al conjunto de la sociedad. La consolidación de esta nueva forma de concebir el desarrollo tecnológico tuvo su reflejo en la promulgación de la *National Environmental Policy Act* (NEPA) en 1970, ley pionera a nivel mundial en este sentido.

Esta 'revolución ambiental', surgida como respuesta a los resultados de un excesivo crecimiento económico en la posguerra mundial, llega a extender la siguiente idea: existían datos objetivos que indicaban la necesidad de poner algún tipo de limitación a las actividades humanas sobre la Tierra. En realidad se demandaban modelos capaces de compatibilizar el uso de los sistemas naturales con la permanencia de ciertos recursos, y la incorporación de filosofías de no uso, y/o conservación, a toda política de gestión territorial (Pedraza *et al.*, 1989).

Como hemos señalado, en esta discusión fue clave la polémica acerca del posible agotamiento de ciertos recursos naturales. La filosofía según la cual el uso de éstos no debería exceder su capacidad de renovación o, en su defecto, la capacidad para encontrar otros nuevos, es lo que muy recientemente ha pasado a denominarse 'desarrollo sostenible' o 'sustentable' (*sustainable development*); es decir, desarrollo que alcanza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras. Dicho término fue acuñado después de la publicación en 1987 del libro *Our Common Future* (Brundtland, 1988), auspiciado por la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo.

El punto de referencia más próximo en este sentido ha sido la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro el año 1992. Con respecto a las ideas del Club de Roma, merece la pena destacar la preocupación en torno a la degradación de recursos que hasta entonces se habían considerado renovables e inagotables: el suelo y el agua.

Gómez Orea (1988) señala que, además del posible agotamiento de los recursos, a este estado de opinión generalizado ha contribuido también el desplazamiento del concepto de 'calidad de vida', incluso de 'desarrollo', desde lo cuantitativo y monetario hacia lo cualitativo e intangible. En definitiva, la demanda de Naturaleza como sinónimo de calidad y bienestar (Aguiló *et al.*, 1992).

Los argumentos esgrimidos en favor de la racionalidad en la utilización del territorio y los recursos naturales por parte del hombre, pueden resumirse en: el ilimitado crecimiento demográfico, el posible agotamiento de los recursos naturales, la solidaridad con las generaciones futuras, la pérdida de la biodiversidad, el aumento de las diferencias

interregionales y entre países ricos y pobres, y en definitiva, la pérdida de las condiciones de habitabilidad para la especie humana sobre la Tierra.

A este respecto, Ramos *et al.* (1979) citan una significativa reflexión hecha por el Duque de Edimburgo en el prólogo de la obra *Land use and landscape planning* (Lovejoy, 1973):

"De una forma u otra hay que hacer lo posible para que más de 3.000 millones de personas¹ puedan vivir, trabajar, comer, viajar, intercambiar bienes y servicios y disfrutar del ocio en una superficie limitada de terreno. Si todo esto se deja al azar o a una solución orgánica, se produciría el caos. La única alternativa posible es una planificación adecuada de los usos del suelo" (Lovejoy, 1973; en Ramos *et al.*, 1979:14).

Los grandes problemas de la Tierra, para Fyfe (1993) están relacionados con el imparable crecimiento de la población, el mantenimiento de las actuales tecnologías contaminantes, y la inestabilidad social derivada de las diferencias entre países ricos y pobres. Ante el hecho de que la población mundial pueda llegar a alcanzar 10.000 millones a principios del siglo XXI —salvo catástrofe—, Fyfe (*op. cit.*) plantea la siguiente cuestión: dado nuestro estado actual de conocimientos y desarrollo social ¿cuántas personas pueden vivir de forma digna en el Planeta?

Como vemos, todas estas reflexiones son claramente antropocéntricas (egoístas, como decía el eslogan de un conocido grupo conservacionista), pero son a la postre las que resultan más sinceras. Parece pues que la conservación de la Naturaleza es una cuestión que afecta sobre todo a la especie humana. Porque al contrario de lo que se sostiene con frecuencia, tal y como nosotros las interpretamos las restricciones ambientales no van dirigidas a limitar la calidad de vida del hombre, sino a mantenerla y mejorarla. Como resume Puig i Bager (1995), la Conservación procura atender los intereses de la Humanidad a largo plazo y en ella están incluidos valores como la ética o la solidaridad, y la viabilidad de las generaciones futuras.

En el momento presente, no sin cierta paradoja, el debate se plantea precisamente en estos términos: el actual modelo de desarrollo busca mejorar las condiciones de vida para el hombre, pero se está convirtiendo en causa común de desastres para consigo mismo. El accidente nuclear de Chernobil ha supuesto una de las más recientes e importantes llamadas de atención en este sentido.

En definitiva, si según este tipo de razonamientos se estima que es necesaria una racionalidad en la actuación humana sobre el territorio, deben ser aceptados los principios ecológicos en tanto estudio de las relaciones de los seres vivos entre sí y con su medio y, por tanto, la filosofía restrictiva para determinadas actuaciones humanas debe ser asumida. Por oposición, si no se asume este razonamiento los estudios ecológicos no tienen sentido.

¹ Hoy más de 5.500 millones

En caso de optar por la racionalidad, es decir, por la compatibilización del uso de los recursos con su permanencia, sería necesario (Pedraza *et al.*, 1989): conocer el funcionamiento de los sistemas naturales (método científico); y disponer de métodos de confrontación y evaluación entre usos y recursos (estudios del medio físico).

En este punto entramos en un campo conflictivo: la unidad de medida y comparación no es la misma para el territorio que para lo demandado de él. Esta situación es descrita con gran elocuencia por Leopold (1969), al señalar que los gestores defienden siempre los planes de desarrollo con datos numéricos, en términos económicos y sociales (puestos de trabajo, riqueza, etc.); dichas propuestas se enfrentan a las de sus opositores, que normalmente carecen de datos numéricos: sus argumentos están basados en aspectos emocionales, sentimentales, o estéticos, difíciles de evaluar objetivamente, razón por la cual —concluye Leopold— estos últimos pierden continuamente en la confrontación.

Siguiendo con el mismo argumento, parece procedente de nuevo transcribir unas reflexiones hechas por el profesor A. Ramos en su discurso de presentación en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales:

"el reinado de economía e ingeniería en la organización de la sociedad y en las acciones sobre la naturaleza quiere justificarse porque se les otorga la propiedad de ser ciencias y técnicas duras, eficaces, aunque en realidad no la tengan más que en apariencia, por endurecimiento convencional, acordado, de sus resultados; los imprevistos y márgenes con que se manejan, tan fluidamente admitidos, tendrían que aplicarse también, para ser ecuanímes, a la Conservación." (Ramos, 1993:128).

1.2. LOS ESTUDIOS DEL MEDIO FÍSICO

Se entiende por 'estudios del medio físico' un conjunto de procedimientos que analizan y evalúan las características del territorio, con el objetivo de emitir un diagnóstico encaminado a conseguir el uso más racional del mismo.

En este tipo de trabajos interesan sobre todo las relaciones de interconexión entre los elementos del medio (el enfoque ecológico), para lo cual se requieren análisis sistémicos y multidisciplinarios; son estudios que en el pasado se conocían como 'integrados' (*integrated surveys, land surveys*), aunque estaban dirigidos hacia el aprovechamiento de los recursos.

Para tratar de caracterizar adecuadamente cómo se estructuran los denominados 'estudios del medio físico', recurrimos a una conocida obra relativa a este particular (Aguiló *et al.*, 1992). Según dicho manual, estos trabajos pueden estar dirigidos a:

- Conocer las características del medio y valorar sus recursos naturales, al objeto de ordenar las posibles actividades estableciendo restricciones o prioridades; de este modo, el uso a implantar será el más adecuado a las características del medio y permitirá la máxima

conservación de los recursos (estudios de planificación integrada).

- Conocer las características del medio con el fin de evaluar la posible incidencia ambiental del desarrollo de planes, programas y proyectos (estudios de evaluación de impactos ambientales).

- Evaluación de los posibles riesgos ambientales. Zonificación de áreas con peligro para las actividades antrópicas.

- Conocer las características del medio en un lugar concreto, con el fin de buscar la mejora de sus condiciones (estudios de restauración de áreas degradadas) o el mejor aprovechamiento de sus recursos (estudios dirigidos a conocer la capacidad del medio para el desarrollo de una actividad concreta).

Seguendo las indicaciones del trabajo referido (Aguiló *et al.*, *op. cit.*), en general los estudios del medio físico se llevan a cabo en los siguientes supuestos: el medio posee valores merecedores de especial protección; se encuentra degradado y es necesaria su recuperación; aporta información relevante para el desarrollo de actividades; o puede sufrir modificaciones derivadas del desarrollo de actividades. Y las etapas de que suelen constar son: definición de objetivos; recopilación de la información existente; análisis de la realidad físico-biológica del medio (inventario); almacenamiento de la información (normalmente en SIG); fase de evaluación o tratamiento de la información; y elaboración de resultados o síntesis final. Los estudios del medio físico constituyen pues normalmente procedimientos de análisis, clasificación y evaluación del conjunto territorial.

Para la mayor parte de los autores que se han ocupado de la problemática ambiental, los métodos y técnicas que analizan dichos problemas utilizando el método científico, pueden abordarse según dos niveles: preventivo o planificador, y correctivo o restaurador.

El primero trata de deducir consecuencias 'no deseadas' y la preservación de las cualidades relevantes del territorio ante la instalación en el mismo de usos posibles. Este enfoque se desarrolla a través de trabajos de planificación integrada y evaluación de impactos ambientales, que tratan de adecuar los usos a los recursos existentes en un territorio, minimizando su degradación.

El nivel correctivo persigue corregir problemas derivados de un uso del territorio. Las medidas correctoras suelen clasificarse a dos niveles: uno de contenido más territorial, que se ha denominado 'restauración ecológica y paisajística'; otro de acciones específicas y normalmente relacionadas con la contaminación, aplicando soluciones tecnológicas (ingeniería ambiental, ecotecnologías, etc.). Las medidas correctoras también son asumidas en el nivel preventivo, al plantear alternativas minimizadoras de posibles efectos 'no deseados'.

1.2.1. Planificación y ordenación territorial

En su significado más sintético y a la vez más intuitivo, 'planificación' es el hecho de decidir por adelantado qué se hará; "*Plan general, científicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado (...)*" (RAE, 1992: 1618). Planificar es, pues, establecer una determinada línea de actuación: proceso racional de toma de decisiones (Gómez Orea, 1978), normalmente en función de unos fines concretos, es decir, organizar unos medios de cara a conseguir unos objetivos.

Aplicado este concepto al desarrollo de las actividades humanas en el territorio, el término se ha referido de muy diversas formas: planificación territorial, planificación urbanística, planificación regional, planificación física, ordenación territorial, etc.; normalmente, según su contenido y objetivos, que posteriormente discutiremos.

Históricamente, la acción antrópica se guió casi de manera exclusiva en función de unas necesidades y circunstancias productivas; también de las propias limitaciones que imponía el territorio: lo que Monserrat (1994; en Puig i Bager, 1995) ha denominado 'planificación empírica'.

A partir de la revolución industrial, pero sobre todo de la segunda mitad del siglo XX, las actividades pasaron a regirse por lo que posteriormente se llamó 'planificación sectorial', 'económica', o 'socioeconómica', donde lo único que primaba era la optimización de factores técnicos, sociales y económicos (González Alonso *et al.*, 1991).

Ante el tipo de conflictos ambientales surgidos en la década de 1960, los especialistas en la materia comenzaron a demandar una revisión de los enfoques sectoriales que habían conducido a esas situaciones extremas, y propugnaron su sustitución por otros de carácter más integrado. En concreto, pedían que las variables del medio físico se tuvieran en cuenta y, por consiguiente, se introdujeran en los estudios de planificación.

Aunque con un matiz inicial muy académico, se llega entonces a desarrollar una 'planificación integrada' en la cual tienen cabida los criterios ecológicos junto a los socioeconómicos. Algunos autores (Aguiló *et al.*, 1987; González Alonso *et al.*, 1991) han sugerido a este respecto que sería mejor hablar de "enfoque o aproximación integrada" o sistémica, ya que es menos ambicioso que planificación integrada, definición que aparece como una empresa realmente difícil por todos los aspectos que trata.

Para llegar a ese fin, es necesario organizar la información referida al medio físico de forma que sirva a los propósitos del planeamiento. Esto se consigue a través de la planificación física, también denominada planificación física con base ecológica:

"Planificación, porque supone un estudio racional de diagnóstico, predicción, evaluación y definición de soluciones. Física porque se aplica a unos recursos

territoriales con expresión espacial. Con base ecológica, porque el material que utiliza lleva consigo toda la problemática de sistemas organizados a través de relaciones bióticas y abióticas." (Ramos *et al.*, 1979: 14).

En definitiva, se trata de introducir o aplicar los conocimientos aportados por las ciencias naturales en la toma de decisiones sobre aspectos que inciden en el territorio. Más que una técnica, la planificación integrada podría definirse como una filosofía que, para complementar la planificación basada únicamente en aspectos socioeconómicos, necesita de la incorporación paralela de los factores del medio físico (Tarlet, 1977; Carpenter, 1980).

La variedad terminológica en torno a estos trabajos ha llegado a ser muy amplia: planificación territorial, física, ecológica, integrada, ambiental, etc. McHarg (1969) y Tarlet (*op. cit.*) prefieren denominarlo 'planificación ecológica', entendida como el método que permite la integración racional de los elementos del medio físico en los planes de gestión del territorio. Otros autores hablan de 'planificación ambiental' (*environmental planning*) que sería equivalente a planificación ecológica, en tanto "*planificación que reconoce al medio ambiente como un sistema físico y biológico a considerar en la consecuencia de sus objetivos*" (Aguiló *et al.*, 1987: 734); este término no goza sin embargo de gran reconocimiento, dada la confusión que introduce el adjetivo 'ambiental'. Finalmente, algunos lo refieren simplemente como 'planificación física' o 'territorial'.

Un punto de vista interesante a este respecto es el de Puig i Baguer (1995) según el cual, la planificación física haría referencia a un estado inicial de la planificación territorial primando más la capacidad o aptitud del territorio para acoger las actividades (*opportunities*); es lo que otros han denominado 'usos vocacionales'. La consideración en la toma de decisiones de las posibles consecuencias que las actividades podrían generar en el territorio (*constraints*), es decir, la introducción de la evaluación de impactos ambientales a nivel de planificación definiendo fragilidades o vulnerabilidades, da paso a una nueva etapa denominada entonces planificación integrada o ecológica. En esta línea se sitúan también las definiciones dadas por la *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*.

Planificación física sería:

"estudio racional de diagnóstico, predicción, evaluación y definición de soluciones aplicado a unos recursos territoriales con expresión espacial." (Aguiló *et al.*, 1992:806);

y planificación integrada:

"planificación en la que tienen cabida los criterios ambientales. Su fin está en informar al gestor de los condicionantes ambientales del territorio que determinan las mejores opciones para la localización de las actuaciones humanas." (Aguiló *et al.*, *ibidem*).

Puig i Baguer (*op. cit.*) trata sobre la planificación del paisaje (*landscape planning*) y la define como:

"Disciplina que se propone armonizar las distintas relaciones del hombre en el territorio. Para lograrlo se apoya en el estudio de las mismas, centrándose en la dependencia recíproca entre las actividades y el entorno que las acoge; los resultados obtenidos se dirigen a establecer un diagnóstico que inspirará una propuesta concreta para lograr, mantener, o mejorar la armonía." (Puig i Baguer, 1995: 153-154).

La planificación física tiene su origen en la regulación de desarrollos urbanos con elevado crecimiento (planificación urbanística, *urban planning*), y surge en la década de 1920 en Alemania e Inglaterra para determinadas ciudades y su *hinterland* (Enériz, 1991). Esa disciplina, denominada inicialmente 'ordenación del territorio', cobró importancia a su vez con la necesidad de reconstrucción de muchas ciudades después de la II Guerra Mundial (González Alonso *et al.*, 1991). En el *Diccionario de la Naturaleza*, se señala que esta necesidad de ordenamiento surge:

"en el momento que el hombre, con unas actuaciones desproporcionadas, ha ocasionado una desorganización del territorio sin precedentes. En un principio, los esfuerzos para lograr una utilización racional del espacio se orientaron hacia las zonas urbanas que habían experimentado un fuerte crecimiento en la segunda mitad del siglo XIX y principios del XX. Fueron Alemania y los países anglosajones los primeros en realizar investigaciones sobre la utilización del suelo urbano, buscando un equilibrio en la asignación de usos al suelo y un desarrollo urbanístico óptimo en las áreas metropolitanas, desde un punto de vista casi exclusivamente técnico y socio-económico." (Aguiló *et al.*, 1987: 671).

Otro concepto implicado en la planificación u ordenación territorial fueron los desarrollos regionales (*regional planning*) de mediados de este siglo, cuyo objetivo fundamental era la explotación planificada de los recursos naturales.

A partir de la crisis del petróleo y de lo que hemos denominado 'revolución ambiental' ocurrida en la segunda mitad de los años sesenta, la planificación territorial (urbanística hasta entonces) pasa a utilizarse en un sentido de protección de los recursos naturales y de ello surge la planificación ecológica. Hoy el concepto de planificación aplicado al territorio se entiende muy desligado del urbanismo; de hecho, este último es sólo una faceta de la planificación territorial.

El origen formal de la planificación ecológica se sitúa en los Estados Unidos entre mediados y finales de la década de 1960. Tras algunos precedentes significativos, los referentes para este planteamiento lo constituyen el artículo de Lewis (1964) «Quality corridors for Wisconsin» y, sobre todo, la publicación en 1969 de la obra *Design with Nature* de Ian L. McHarg. Este último, arquitecto paisajista de origen escocés y profesor por aquel entonces de la Universidad de Pensilvania, subraya en su obra la necesidad de que la información del medio físico se equipare a la social o económica y tenga igual poder ante las decisiones; en definitiva: la

importancia de entender la Naturaleza como un sistema de procesos interactivos con capacidad para limitar o imposibilitar ciertos usos. Es fundamental reconocer la relación entre los procesos físicos y biológicos y, aún más importante, que éstos inciden sobre el hombre y a su vez son afectados por la intervención antrópica (McHarg, 1969). La filosofía de esta propuesta establece en el medio entidad suficiente para introducir limitaciones a las actividades humanas; ello es debido a las posibles interferencias mutuas: de las actividades sobre el medio (impactos), y viceversa (riesgos).

Por la repercusión que ha llegado a alcanzar en los años posteriores, la obra de McHarg sienta las bases de los estudios integrados modernos y se puede considerar como el inicio de la planificación territorial con fundamentos ecológicos. Aún más, la misma NEPA, ya referida como ley pionera a nivel mundial sobre cuestiones ambientales y origen de los procedimientos de evaluación de impactos ambientales, utiliza en buena medida los postulados de *Design with Nature* (McHarg, 1992).

La planificación ecológica es entonces la propuesta mediante la cual se deberían localizar las actividades en coherencia con las características del medio físico. Gómez Orea (1978) la señala como el procedimiento mediante el cual se asignan usos óptimos al territorio. Normalmente se entiende que este tipo de planificación tiene un carácter global tratando de evaluar todos los usos posibles, pero también puede estar dirigida a una actividad específica.

La rigidez que se atribuye a la planificación, quizás por haberla relacionado con la política de 'control estatal' aplicada en el antiguo 'bloque socialista', no responde a la realidad funcional. En todo caso es preciso considerar que este proceso debe tener un carácter indicativo y necesita ser revisado con el tiempo; también, que no debería ofrecer soluciones únicas, y tendría que ser flexible. Por último, no puede estar basada únicamente en limitaciones, sino ofertar también posibilidades de uso.

Según lo visto hasta ahora, el fin que persigue la planificación física es informar al gestor de cuáles son las mejores opciones para localizar las actuaciones humanas, y cuáles las limitaciones del territorio. Para la elección de esas opciones, la planificación física se guía por un principio fundamental:

"Toda actuación debería situarse allí donde se maximice la capacidad o aptitud del territorio para acogerla y, a la vez, se minimice el impacto negativo o efecto adverso de la actuación sobre el medio ambiente." (Aguiló *et al.*, 1987: 735).

Siguiendo los procedimientos más estandarizados (McHarg, 1969; Tarlet, 1977; Gómez Orea, 1978; Ramos *et al.*, 1979), un proceso de planificación integrada puede resumirse en las siguientes fases (figura 1.2):

- Se aíslan las secuencias relativas a los medios físico y socioeconómico. Dentro de la secuencia del medio físico, el primer paso es el análisis del territorio en forma de inventario

(con su cartografía); esta fase busca recoger la información existente, y por tanto se aplica más fácilmente en aquellas zonas mejor conocidas desde un punto de vista científico. Normalmente se trata de recopilar las cartografías disponibles, procediendo a completarlas o cotejarlas. Las variables más comúnmente consideradas en los inventarios de medio físico y planificación (Martín de Agar, 1984; Aguiló *et al.*, 1992), son: clima, geología-litología, hidrología superficial y subterránea, geomorfología, suelos, vegetación, fauna, usos del suelo y paisaje; también se consideran algunos recursos culturales y científico-culturales.

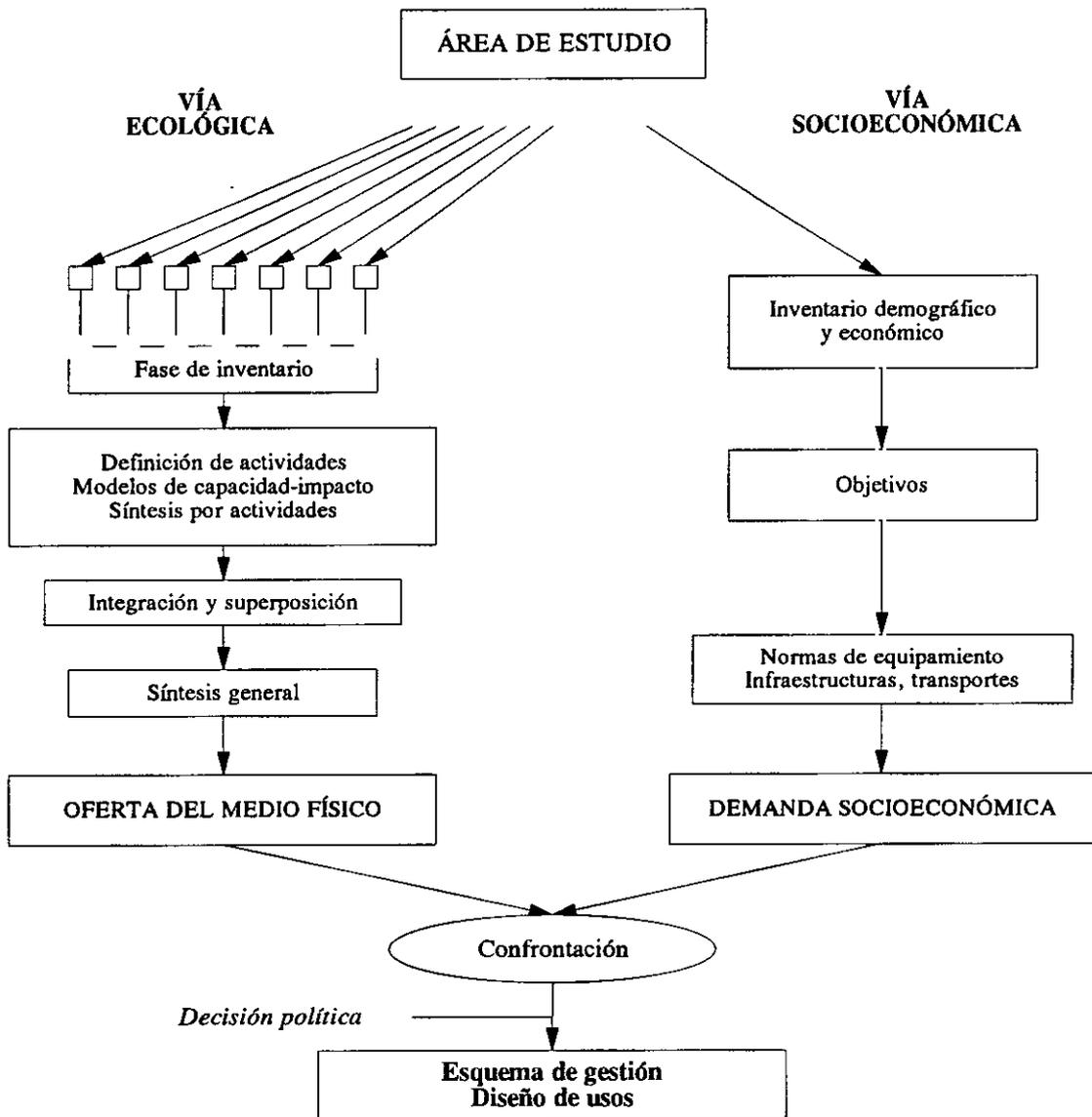


Figura 1.2. Esquema tipo de planificación integrada o ecológica, basado en el método original de McHarg (1969); también reproducido en Tarlet (1977).

- Con posterioridad se pasa a definir las actividades objeto de planificación. A partir de la información temática, se elaboran modelos de adecuación (aptitud, capacidad) o limitación (vulnerabilidad, fragilidad, impacto) para cada una de las actividades. Los modelos de capacidad-vulnerabilidad se llevan a cabo en base a: determinación de los elementos que intervienen en la capacidad o la fragilidad; determinación de una escala de representación; variables de dichos elementos que influyen en la característica que se considera; modo en el que intervienen en el proceso; evaluación y ponderación de cada una de las variables consideradas. En esta fase del trabajo interesan las características que pueden medirse o estimarse, pues se trata de relacionar la información de los diferentes elementos o cualidades del medio con una actividad o un objeto concreto ($a_i \rightarrow R \rightarrow e_j$); se utilizan para ello diferentes métodos de ordenación, ponderación, valoración, etc. El estudio de procesos y riesgos se suele incluir en este punto junto con aptitudes y limitaciones, constituyendo entonces parte de estas últimas, o bien al final del proceso relativo al medio físico.

- La siguiente fase consiste en la síntesis general de actividades (oferta del medio), para definir las unidades de actuación. La superposición para obtener la síntesis puede ser manual o automática; en el primer caso es aconsejable realizar síntesis parciales (McHarg, 1969), en el segundo suele hacerse mediante un SIG ya que ofrece grandes posibilidades aunque ha de ser supervisado.

- Finalmente se llega a la confrontación entre las capacidades y vulnerabilidades del territorio (oferta del medio físico), y los requerimientos o imperativos socioeconómicos (demanda). En este punto, la planificación física se integra con la socioeconómica constituyendo la planificación integrada o ecológica. El resultado es una clasificación prescriptiva del territorio, en forma de niveles de protección, localizaciones y asignaciones de uso, etc.

Los criterios para llegar a las decisiones finales no están establecidos: una estrategia conservacionista daría prioridad a un modelo de mínimo impacto; uno desarrollista a la máxima capacidad, con independencia de los efectos que produzca.

Ésta sería la metodología de planificación ecológica 'tipo'; sin embargo también hay procedimientos que, nacidos con objetivos de desarrollo regional y aprovechamiento de recursos, se reconvirtieron con el fin de utilizarlos para planificación territorial. En estos últimos se realiza inicialmente una clasificación territorial o cartografía de unidades homogéneas, cada una de las cuales incluye la información relativa al conjunto de factores del medio físico; las evaluaciones se hacen entonces directamente a partir de las unidades territoriales homogéneas.

La 'ordenación territorial' o 'del territorio' (OT), es un término frecuentemente equiparado al de planificación; en realidad y como ya señalamos, su primer significado se refería a los planeamientos urbanísticos del primer tercio de siglo en Alemania e Inglaterra. Hoy se entiende como un proceso mucho más amplio. De ello da idea el contenido otorgado a este concepto

en la Carta Europea de Ordenación del Territorio, donde se define como la expresión espacial de la política económica, social, cultural y ecológica de toda sociedad. Y más en detalle:

"una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector." (en Aguiló et al., 1987: 673).

En esa amplitud de significados, la ordenación del territorio es para Enériz (1991) esencialmente una técnica administrativa (una forma de intervención pública) que persigue la utilización racional del territorio intentando alcanzar el abstracto de 'calidad de vida' para el conjunto de la población.

En caso de entenderse como una disciplina científica, sería entonces equiparable a planificación territorial. Sin embargo y en lo esencial, parece aceptado que consiste en la puesta en práctica de las determinaciones de la planificación (Pedraza, 1981). Cendrero (1989a) también es de esta opinión, y distingue: etapa de diseño (planificación); establecimiento de normativas (ordenación); e implantación y seguimiento (gestión). Gómez Orea (1994) considera que la ordenación territorial incluye el análisis, la planificación, y la gestión territorial (puesta en práctica del plan). En síntesis, la ordenación territorial se basa en la planificación territorial, y se formula a través de normativas.

Para una gran parte de los especialistas en estas cuestiones, la ordenación territorial, a partir de una planificación integrada, constituye la fórmula más adecuada para la resolución de los problemas que se vienen denominando ambientales o ecológicos. Para otros sin embargo (Parra, 1992), ni siquiera estos enfoques representan una solución ya que constantemente van a remolque de las demandas sociales, y son siempre éstas las que condicionan la oferta del medio físico. Por otro lado, la única garantía de su eficacia sería su planteamiento en un contexto global (internacional). La ya citada Carta Europea de Ordenación del Territorio, aprobada por el Consejo de Europa el 20 de mayo de 1983, asume la capacidad de la UE en esta materia y reconoce como un ámbito de aplicación el espacio europeo. Precisamente la importancia de este documento estriba en que introduce la ordenación territorial en un contexto internacional (Enériz, 1991). El contenido de dicha Carta incluye objetivos que, por su mera formulación, no pueden seguir considerándose como utopías: conservación del medio ambiente, calidad de vida, cultura, bienestar social, etc., todo ello en armonía con el desarrollo económico. Pero como venimos señalando, el principal problema radica en que su enfoque sigue siendo limitado (se reduce al ámbito de la Unión Europea) y no global (Europa dentro del Planeta).

A la vista de la definición de la OT como una técnica administrativa, sus objetivos están regidos en última instancia por el poder público, el cual debe de velar por el cumplimiento de un determinado diseño. Esa circunstancia, según reconocen también la mayor parte de los autores que tratan el tema, limita en gran medida la consideración de las premisas que

establece la planificación ecológica. Sin embargo, tal y como señalan Hewitt y Wambeke (1982), parece obvio que el científico no debe rechazar la legitimidad del proceso político; pero, para estar equiparados, tampoco éste debiera escudarse en supuestas razones técnicas para llevar a cabo opciones de otra índole. En todo caso, parece que el problema no está circunscrito a que la decisión final sea política, sino al hecho de que el político sólo base sus decisiones en directrices económicas, y no considere al mismo nivel los criterios ecológicos o territoriales.

La ordenación territorial es, pues, un verdadero 'proceso social' que intenta compatibilizar la dinámica socioeconómica con el mantenimiento de los sistemas y recursos naturales. La posibilidad de alcanzar tal estado a un nivel global es lo que, según ya se vio, ha pasado a conocerse como 'desarrollo sostenible' o 'sustentable'.

Sin intención de caer en el desánimo, es justo reconocer que todo este desarrollo teórico contrasta con una realidad poco halagüeña. Y es que, aún después de que la planificación integrada lleve desarrollándose en todo el mundo más de 25 años, la mayor parte de la planificación territorial actual la realizan urbanistas, es decir, especialistas en un sólo sector de los implicados en el territorio.

En el plano metodológico, Ramírez-Díaz *et al.* (1994) reconocen que son mínimas las diferencias entre los estudios de planificación territorial con bases ecológicas de finales de los sesenta y los actuales; puntualizan que, si acaso, ha habido una mejora técnica propiciada por los medios informáticos (especialmente por el desarrollo de los SIG). Así el esquema de McHarg permanece como hilo conductor en los actuales métodos de planificación ecológica, y en muchos casos se sigue íntegramente. También Pedraza (1987) se hace eco de esta escasa progresión metodológica, si bien señala que está muy por encima de la gestión realizada por las distintas administraciones. Y es que si metodológicamente no se ha avanzado demasiado, la gestión lo ha hecho en proporciones ínfimas: la gestión territorial, al menos en nuestro país, sigue ajena a cualquier consideración ecológica.

En el territorio español la planificación y la ordenación territorial se guían básicamente por los distintos textos de la Ley del Suelo; la vigente Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana (R.D.L. 1/1992 de 25 de junio; en adelante LS92) viene a sustituir a su predecesora de 1975, como ésta lo hacía a su vez con la de 1956. En realidad esta normativa ha tenido siempre una visión eminentemente urbanística, si bien en los últimos años fue concediendo mayor peso específico a las variables físicas del territorio y a otras políticas sectoriales; en una primera etapa lo hizo a través de los Planes Especiales del Medio Físico, ahora la práctica totalidad de las figuras de planeamiento incluyen postulados relativos a la conservación del medio ambiente, los recursos naturales y el paisaje.

Con la aprobación de la Constitución Española y el reconocimiento de las Comunidades Autónomas a ejercer su política de ordenación territorial, buena parte de éstas se han dotado

de legislaciones propias en materia de ordenación del territorio, estableciendo sus instrumentos de planificación desde niveles regionales hasta locales. En esos instrumentos se observa ya una clara —al menos en teoría— consideración de los postulados del medio físico.

La Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre (4/1989, de 27 de marzo) y las subsiguientes leyes autonómicas de espacios protegidos hacen que, a partir del año 1989, algunos postulados de la planificación física se asuman a través de los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN). En este caso, lo realmente criticable es que sólo sea en estos espacios donde se pretendan aplicar los postulados de la planificación ecológica.

La política de ‘espacios naturales protegidos’, entendida como única expresión real de protección u ordenamiento territorial, lleva tiempo en entredicho por los ‘teóricos’ del Medio Ambiente. En un artículo publicado en el cuaderno número 11 de la revista *Quercus*, el colectivo ‘Cotarro’ señalaba que la protección de enclaves singulares se ha utilizado como coartada para permitir la degradación indiscriminada del resto del territorio. Podríamos resumir diciendo que, en una política territorial adecuada, los espacios naturales deberían ser una alternativa más dentro de los posibles usos para un territorio.

Con la legislación relativa a los procesos de evaluación de impacto ambiental también se asumen algunos principios de la planificación ecológica, aunque referidos normalmente a una sola actividad y con frecuencia en su fase de proyecto. Sólo en la medida en que estuvieran aplicadas a planes, programas y políticas (EIA estratégicas), tendrían un carácter claramente preventivo.

Otras legislaciones que abordan cuestiones sobre planificación del medio físico, aunque a nivel sectorial, son la Ley de Agricultura de Montaña (25/1982, de 30 de junio) o la Ley de Aguas de 1985 (29/1985, de 2 de agosto).

Así pues, si bien las normativas en nuestro país son más que suficientes, su incidencia efectiva resulta nula o muy baja; todo ello se ha traducido en un crecimiento desordenado de los núcleos urbanos —en ocasiones ocupando áreas de alto valor natural y productivo—, una proliferación de la obra pública (hidráulicas y de comunicación) utilizada como coartada para otro tipo de intereses, una nula ordenación del sector minero y, en general, una degradación territorial y paisajística más acusada de la que cabría esperar, dado que en realidad la densidad de ocupación es mucho menor que en otros países de nuestro entorno.

En este contexto parece exigible un replanteamiento de la "situación territorial" —*redevelopment* en terminología anglosajona—, potenciando lo que muy tímidamente ha comenzado a surgir con los denominados estudios ambientales o ecológicos, pero reorientándolos claramente a la planificación y ordenación territorial con bases ecológicas.

1.2.2. Evaluación de impactos ambientales (EIA)

El término 'impacto' (en su etimología, choque, huella, señal, efecto; RAE, 1992), referido a las modificaciones que introduce o puede introducir la actividad humana en el territorio, ha sido adoptado del inglés *environmental impact*. Para Ramos (1989), sin embargo, esta adopción no es muy afortunada ya que "hubiera bastado" referirlo como 'efecto'.

Por otra parte, al aludir a la 'evaluación de impactos ambientales' (*environmental impact assesment* o EIA) se distinguen dos significados diferentes.

Uno hace referencia al procedimiento técnico de identificación, caracterización y valoración de los efectos ambientales de una o varias actividades en el medio; la evaluación de esos efectos se basa en una confrontación 'simulada', que se lleva a cabo por diferentes metodologías de carácter más o menos cualitativo o cuantitativo (ver Aguiló *et al.*, 1992). Cuando se trata de evaluar el efecto de una sola actividad, caso más común, los estudios pueden estar dirigidos a: su localización óptima; la evaluación de localizaciones prefijadas o exigidas; o el análisis de una localización ya elegida (diseño y operación). Si la EIA contempla varias actividades 'expectantes' sobre un territorio, es decir, se realiza con anterioridad a que éstas se determinen, funciona como un instrumento preventivo eficaz para la regulación del suelo al mismo nivel que la planificación física (González Alonso *et al.*, 1991).

La segunda acepción del término se refiere al procedimiento administrativo que condiciona y controla la aceptación, modificación, o rechazo de un proyecto en base a la legislación aplicable al respecto. Las fases de este procedimiento están reguladas en nuestro país por el R.D. 1302/86.

La EIA ha adquirido mayor relevancia a la hora de tratar los impactos sectoriales, derivados de proyectos concretos. Este procedimiento tiene su origen en el año 1969, cuando se promulga en EEUU la NEPA (*National Environmental Policy Act*) obligando a realizar evaluaciones de impacto ambiental para determinados planes y proyectos. La repercusión de este precedente fue la incorporación progresiva de legislaciones específicas sobre este particular en múltiples países; una normativa de esta naturaleza es introducida por ejemplo en Francia en 1976 (ver Tarlet, 1977).

La generalización de este procedimiento a la Europa comunitaria tiene su referencia en la directiva 85/377. La incorporación de España a la Comunidad Europea dio lugar a la aplicación de la citada directiva mediante el Real Decreto Legislativo 1302/86 de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental, y su posterior ejecución reglamentaria por el Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre.

Tal cual se están desarrollando mayoritariamente en la actualidad, las EIA están sufriendo importantes críticas por parte de especialistas en tanto suponen una visión parcial, y con

frecuencia ineficaz, de la herramienta preventiva que deberían constituir. La causa de esta ineficiencia hay que buscarla en el hecho de que se aplique a actividades muy concretas, una vez decidida su ejecución y en muchos casos su ubicación. Gómez Orea (1988) mantiene que cuando se aplica la EIA después de haber decidido la ejecución del proyecto, es impensable el rechazo del mismo y muy difícilmente puede llegarse a su modificación o, en caso afirmativo, sólo de forma ineficaz en cuanto a medidas correctoras se refiere.

Siguiendo con este razonamiento, las EIA serían claramente eficientes aplicadas a planes, programas y políticas (evaluaciones estratégicas), fase en la que pueden cumplir una función similar a la planificación integrada. Resulta curioso comprobar cómo una de las ideas originales de la NEPA era precisamente aplicar lo que hoy se demanda con insistencia: integrar los procedimientos de EIA a nivel de planificación y evaluar planes, programas y políticas.

Por otro lado, los distintos reglamentos que desarrollan las legislaciones sobre EIA no incluyen actividades susceptibles de generar lo que se han denominado 'cambios ambientales acumulativos' o *cumulative environmental changes* (Spaling y Smit, 1993), cuyo efecto final es siempre mucho mayor que el de determinadas actividades sectoriales; ese proceso ha sido referido como "la tiranía de las pequeñas decisiones" (Spaling y Smit, *op. cit.*).

Yendo aún más lejos, González Alonso (en Puig i Bager, 1995) propugna lo ideal: todas las actuaciones en el territorio deberían estar inspiradas en el respeto hacia el medio, y sostiene que los procesos de EIA podrían desaparecer en el momento que los proyectos (y los planes y las políticas) incorporasen debidamente la consideración del medio ambiente como uno de los pilares de la decisión de actuaciones.

Como conclusión, nos limitamos a señalar algo en lo que ya han insistido los especialistas: la eficiencia de las EIA sólo será posible en tanto consideren alternativas, y en tanto su incorporación al proceso se realice en las fases iniciales.

1.2.3. Restauración ecológica

Los trabajos para atajar los efectos degradantes sobre el medio han experimentado un gran desarrollo en los últimos años, sobre todo asociados al campo de la evaluación de impactos mediante las denominadas 'medidas correctoras'. Dejando a un lado las de carácter socioeconómico, es habitual distinguir entre las relativas a la contaminación (ecotecnologías, ingeniería ambiental o ecológica, filtros, depuradoras, etc.) y aquéllas otras encaminadas a restauración ecológica o paisajística del medio, entendidas estas últimas en un sentido territorial más amplio.

Ramos (1986) define este segundo grupo como un conjunto de operaciones destinadas a restaurar, recuperar, etc., un paisaje, un medio, degradado, alterado, dañado, contaminado o devastado. Utilizada en este contexto y según el *Diccionario de la Naturaleza*, sería:

"(...) el proceso de reconversión de terrenos perturbados a su estado original u otro uso productivo. Proceso de transformación de un medio perturbado que haga posible la habitabilidad por parte de los organismos originarios u otros que se aproximen a los habitantes originales." (Aguiló *et al.*, 1987: 850).

La aplicación al medio natural del término 'restauración' lleva aparejada una importante imprecisión terminológica: recuperación, rehabilitación, restitución, revegetación, reparación, etc. Para determinados autores (Vadillo, 1989; Porta *et al.*, 1994) lo más correcto sería hablar de 'rehabilitación', ya que restauración significa "volver a poner una cosa en su estado inicial", mientras rehabilitar es "hacer a una cosa hábil, apta, útil o capaz para algo determinado"; siendo este último el objetivo que normalmente resulta más factible (el ejemplo más claro lo constituye la minería). En lengua inglesa, por lo general utilizan *reclamation* cuando implica habilitar el espacio para un nuevo uso, *rehabilitation* lo reservan para una restauración de tipo más visual-paisajística, y *restoration* cuando el terreno se devuelve a su condición inicial (Bradshaw y Chadwick, 1980).

También es necesario matizar entre restauración ecológica y paisajística: en el primer caso las medidas están encaminadas a la recuperación del medio; en el segundo deben tener una repercusión visual, lo que ha llevado en ocasiones a otorgar más peso a las actuaciones de carácter 'estético' en detrimento de las ecológicas.

La rehabilitación de espacios degradados está ligada, sobre todo, a actividades industriales (minería por ejemplo) y grandes obras de infraestructura; ambas implican grandes volúmenes de tierras removilizadas con modificaciones del relieve y del régimen hídrico, así como la destrucción del suelo y la cubierta vegetal. En estos casos los procesos de restauración buscan el establecimiento de coberturas vegetales estables, al objeto de favorecer los procesos de edafogénesis y la conservación-evolución del suelo, evitando su erosión-degradación y facilitando la integración paisajística.

Son actuaciones que en nuestro país están reguladas por la legislación de evaluación de impacto ambiental, y por normativas específicas como el Real Decreto 2994/1982, de 15 de octubre, sobre restauración del espacio natural afectado por actividades mineras. Una recopilación de dicha legislación puede seguirse en López Jimeno *et al.* (1989), y Bascones y Gallego (1993).

1.2.4. Estudios sobre paisaje

Dentro de lo que hemos denominado 'estudios del medio físico', los referidos al análisis y evaluación del paisaje son sin duda los que mayor desarrollo han experimentado en los últimos años. Por esa razón, aun cuando en realidad formen parte de los procesos de planificación, evaluación de impactos, o restauración, se incluyen aquí de forma independiente.

Su relevancia en el presente está ligada a la demanda de ‘paisajes naturales’ o ‘rurales’ por parte de las sociedades industrializadas. Por sus implicaciones económicas —el paisaje se deprecia si está deteriorado y se revaloriza si tiene calidad estética—, habría que asumir un postulado básico: la existencia de paisajes naturales supone un beneficio para la sociedad (Leopold, 1969; McHarg, 1969; Moss y Nickling, 1980), siendo por tanto un recurso natural equiparable a otros del medio físico. Dentro de éstos, habrá que incluirle entre los ‘no renovables’, razón por la cual es más necesaria su gestión adecuada.

Sin riesgo a exagerar, se puede decir que los valores estéticos constituyen actualmente la cualidad más importante entre todas las presentes en un territorio (Carlson, 1977; en Aguiló *et al.*, 1992).

1.2.4.1. Significado del término

La complejidad que encierra el concepto ‘paisaje’ deriva de su doble consideración territorio-percepción. Quizás por ello pocos términos referidos al medio físico tienen hoy un contenido tan amplio e impreciso, si bien las razones deben de buscarse en sus orígenes históricos.

En general, estos aspectos territoriales han sido referidos con la raíz *land* en las lenguas de origen anglosajón y *pays* en las latinas (Bolós, 1975). La práctica totalidad de los estudios sobre la evolución del término en las lenguas románicas, señalan que deriva de los vocablos latinos *pagus* (pueblo, aldea) y *pagensis* (campestre, el que vive en el campo); de éstos pasa al francés *pays* (territorio rural), y de aquí a *paysage* (francés), *paisaje* (castellano), *paesaggio* (italiano), o *paisatge* (catalán) (González Bernáldez, 1987; Rougerie y Beroutchachvili, 1991; Bolós, 1992). Según González Bernáldez (*op. cit.*), la palabra ‘país’ aparece en la literatura castellana en 1597, y ‘paisaje’ en 1708.

El término *land*, del que deriva *landschaft* (alemán), ya en la Edad Media hacía referencia a una región de dimensiones medias donde se desarrollaba la vida de pequeños grupos humanos. También de *land* derivaron *landskip* y *landschap* en Holanda, *landskap* (Suecia) y el más universal *landscape* en lengua inglesa (González Bernáldez, 1981; Rougerie y Beroutchachvili, 1991).

Tras esos significados eminentemente geopolíticos, en el siglo XVII destaca la apreciación del territorio desde un punto de vista artístico o pictórico; el origen del cambio es situado en la escuela flamenca de paisajismo (González Bernáldez, 1987).

A finales del siglo XIX y principios del XX hay un notable cambio en los enfoques sobre el paisaje: se inicia una corriente analítica que lo ‘desglosa’ en sus componentes, y para ello tiende a utilizar una visión sistémica. Este proceso nace en Alemania y posteriormente pasa a la Unión Soviética y Francia, dando lugar a lo que se ha denominado Ciencia del Paisaje.

A pesar de la evolución experimentada en los últimos cien años por esa Ciencia del Paisaje, la raigambre de las consideraciones perceptivas, estéticas, o visuales, sigue siendo predominante. Tal es así que tanto en francés como en castellano se refleja mayoritariamente ese significado, aludiéndolo como: "porción del territorio visto desde un sitio en su sentido artístico", "extensión de terreno que forma un conjunto artístico", o "imagen o cuadro que representa una escena natural (río, bosque, montaña, etc.)". En lengua inglesa mantienen estas definiciones, si bien con un sentido más espacial: "porción de territorio perceptible desde un lugar determinado".

Con estos precedentes, a partir de la segunda mitad de este siglo el vocablo paisaje, también sus equivalentes *paysage* y *landscape*, va a referirse predominantemente en un sentido estético-visual que, la verdad, casi nunca perdió². Tal y como señalan Rougerie y Beroutchachvili (1991), actualmente más que un cambio se produce una 'socialización' del término: a partir de las décadas de los años 1960 y 1970 comienza a utilizarse de forma indiscriminada muy ligado a la cultura del ocio, la publicidad, y al espectacular desarrollo de los medios audiovisuales. Es preciso anotar que, paralelamente a esas consideraciones, en determinados ámbitos científicos (geográficos sobre todo) sigue teniendo una acepción próxima a 'territorio', 'geosistema' o 'ecosistema'.

Esos enfoques básicos del paisaje, ya señalados por Passarge en 1931, los ha sintetizado adecuadamente González Bernáldez (1981):

- Como sinónimo de imagen; asociado a las propiedades visuales y perceptivas del territorio.
- Desde un punto de vista 'geográfico' o 'ecológico', a veces denominado 'científico', como sistema o conjunto de elementos de un territorio ligados por relaciones de interdependencia. Tiene un sentido holístico, equivalente a medio ambiente.

La primera de las acepciones señaladas es la defendida por González Bernáldez: "*es patente la necesidad de no confundir el concepto de 'paisaje' con otras ideas como las de sistemas o complejos ambientales para los que ya existe una terminología adecuada*" (González Bernáldez, *op. cit.*: 2).

En la misma línea anterior se sitúa una de las definiciones de paisaje más conocidas en castellano; se trata de la elaborada por el propio González Bernáldez y colaboradores: "*percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas*", o "*parte perceptible de un sistema de relaciones subyacentes*" (Díaz Pineda *et al.*, 1973: 2). Así pues, para estos ecólogos es posible distinguir entre: un 'fenosistema', o conjunto de componentes del medio perceptibles en una imagen; y un 'criptosistema', o complejo de interrelaciones difícilmente observables y que proporcionan la información adicional para el entendimiento del sistema territorial

² Por ejemplo, en la lengua inglesa *landscape* estuvo siempre más ligado a los aspectos visuales, y *land* a los territoriales.

(geosistema). La información del criptosistema no es fácilmente obtenible de la observación, si bien puede inferirse a través de 'indicadores' (González Bernáldez, *op. cit.*). Aguiló *et al.* (1992) defienden también esta concepción estética del paisaje:

"Porción de espacio de la superficie terrestre aprehendida visualmente. En sentido más preciso, parte de la superficie terrestre que, en su imagen externa y en la acción conjunta de los fenómenos que lo constituyen, presenta caracteres homogéneos y una cierta unidad espacial básica." (Aguiló *et al.*, *op. cit.*: 805).

Pedraza (1988), ha resumido este enfoque perceptivo como 'fisonómico' o 'fisiográfico' referencial, pues alude a los rasgos o aspecto exterior del territorio, muy ligado por tanto a la Fisiografía.

En cuanto a la segunda acepción del término a que hacíamos referencia siguiendo a González Bernáldez (*op. cit.*), no se diferenciaría demasiado del significado de territorio, geosistema o ecosistema, es decir, como un conjunto de elementos físicos, biológicos y antrópicos que interactúan en el espacio (Tricart y Kilian, 1979).

También Aguiló *et al.* (*op. cit.*) ofrecen esta visión sistémica:

"El paisaje es el resultado de la combinación dinámica de elementos físico-químicos, biológicos y antrópicos que en mutua dependencia generan un conjunto único e indisoluble en perpetua evolución." (Aguiló *et al.*, *op. cit.*: 805).

Tratando de aproximarnos a una síntesis, parece existir unanimidad en que para conceptualizar el paisaje es necesaria una doble presencia: el territorio (espacio, medio físico, porción de terreno, escena) y el observador o perceptor del mismo (González Bernáldez, 1987; Escribano *et al.*, 1991). Incluso un autor como Hernández-Pacheco (1934b), que propugnó el estudio de este elemento complejo *"no considerándole fundamentalmente en el aspecto estético sino el de las ciencias de la Naturaleza"* (Hernández-Pacheco, *op. cit.*: 6), fue incapaz de eludir las valoraciones escénicas. Refiriéndose a este trabajo, González Bernáldez (1981) señaló que las consideraciones estéticas y emocionales están omnipresentes en las páginas del discurso del eminente geólogo, tanto como para poner en duda la factibilidad de sus propósitos.

Para González Bernáldez (*op. cit.*) precisamente ese carácter de articulación entre los aspectos de las ciencias de la Naturaleza y la abstracción, por una parte, y la sensibilidad, las emociones y la estética por otra, confieren gran interés al tema del paisaje. Para este autor es sobre todo 'información' susceptible de ser 'interpretada', lo cual puede ser de enorme interés en la gestión del territorio. Siguiendo este razonamiento, para Pedraza (1986) lo que realmente distingue al paisaje del resto de elementos del medio físico es su carácter 'puente' entre lo reflexivo y lo intuitivo, lo perceptivo y lo analítico, lo popular y lo técnico, lo sentimental y lo cognoscitivo, y en definitiva, entre lo natural y lo social.

1.2.4.2. Paisaje ecológico

Su estudio incide en la funcionalidad, o fisiología del territorio. En este sentido es una ciencia reivindicada por los geógrafos; una de sus expresiones más comunes señala el paisaje como "el objeto de análisis de la ciencia geográfica". Estudian más su estructura que la representación, y es una aportación eminentemente europea, concretamente de la antigua Unión Soviética, Alemania y Francia (Rougerie y Beroutchachvili, 1991). En España, han seguido esta línea geógrafos como Martínez de Pisón y colaboradores, o M. de Bolós y colaboradores.

Este enfoque sistémico ha consolidado recientemente en la renovada Ecología del Paisaje, basada en principios ecológicos y geomorfológicos. Inicialmente definida en Alemania por C. Troll (1939), tiene ahora múltiples conexiones en el mundo anglosajón (Forman y Godron, 1986).

1.2.4.3. Paisaje percibido

Atiende, como se ha señalado, a la representación (fisonomía, imagen, fenosistema, manifestación sintética) de los sistemas territoriales. En el contexto científico internacional esta aproximación está más ligada al ámbito anglosajón, donde ha dado lugar a multitud de trabajos de investigación a partir de la década de 1970. Su desarrollo ha sido impulsado especialmente en los Estados Unidos, y en menor medida en el Reino Unido³ (ver Gilmartín, 1995). Dentro de esta acepción pueden distinguirse a su vez dos enfoques:

- a) Perceptivo: interesa la valoración del paisaje según las reacciones que produce en quien lo observa.
- b) Técnico: el paisaje como escena es evaluado con independencia del individuo perceptor, lo cual normalmente requiere su análisis en componentes y categorías estéticas.

- El enfoque perceptivo

Ha dado lugar a los estudios centrados en las respuestas de los individuos ante el paisaje (interesa conocer cómo se valora éste). Atiende de forma especial a los mecanismos de la percepción.

Gilmartín (*op. cit.*) ha definido este grupo como 'enfoque psicológico', el cual centra su atención en los sentimientos y respuestas que provoca el paisaje en el individuo. Según dicho planteamiento, el paisaje es una creación de la percepción y hay tantos paisajes como

³ A esta materia dedican buena parte de sus contenidos todo un número de revistas especializadas: *Landscape and Urban Planning*, *Landscape Architecture*, *Landscape Research*, o *Journal of Environmental Management*. Nombres como Lynch, Zube, Steinitz, Kaplan, Appleton, Ulrich, Lowenthal, Daniel o Litton, entre muchos otros, figuran como verdaderos impulsores de estos estudios.

observadores. Su evaluación se realiza a partir de muestreos individualizados sobre ciudadanos representativos de la sociedad; constituyen lo que se han denominado 'modelos de preferencia'.

En estos casos se busca determinar qué paisajes son más apetecidos y por qué; se refiere pues a las actitudes, valoraciones, y preferencias de las personas frente al paisaje. Son trabajos cuya finalidad puede ser doble (Gilmartín, *op. cit.*): de carácter aplicado, utilizables en estudios de planificación y gestión territorial (toma de decisiones); y de investigación básica, buscan comprender los procesos psicológicos de la percepción.

Buen ejemplo de esa línea perceptiva son las aportaciones de Zube *et al.* (1982), Kaplan (1985), o Kaplan y Kaplan (1989). En nuestro país son bien conocidos los trabajos sobre preferencia ambiental de la escuela del profesor González Bernáldez, los cuales han gozado además de un cierto reconocimiento internacional (Maciá, 1980; Ruiz y Bernáldez, 1983; Bernáldez *et al.*, 1987); también los de J.A. Corraliza y colaboradores, desde el ámbito de la Psicología Social (Gilmartín, *op. cit.*).

- El enfoque técnico

En este caso el paisaje también es evaluado como 'escena', pero por profesionales o especialistas (expertos). Aunque en último término se llegue a unidades globalizadas, el procedimiento más usual para desarrollar este enfoque es el estudio de sus elementos o componentes; constituyen los denominados 'análisis sobre paisaje', en tanto se basan en "la separación de las partes de un todo para llegar a conocer sus principios o naturaleza". Reconociendo la importancia de la componente subjetiva-perceptiva, estas técnicas tratan de abordar el paisaje de la manera más objetiva posible, pero siempre considerando sus características o atributos visuales (conjunto perceptible o fenosistema): elementos y componentes (relieve, vegetación, agua, elementos antrópicos), cualidades o propiedades estéticas, o características visuales (color, contraste, forma), cuencas visuales, calidad y fragilidad visual, etc.

De esta tipología son, por ejemplo, la valoraciones estéticas que realizaron Linton (1968) o Leopold (1969). También los numerosos trabajos elaborados en la Cátedra de Planificación y Proyectos de la ETSIM de Madrid (Aguiló *et al.*, 1987; Escribano *et al.*, 1991; Aguiló *et al.*, 1992); según estas referencias, el paisaje tiende a analizarse en los siguientes términos:

1. Componentes. Se estructuran en: (a) formas del terreno o relieve; (b) agua (superficial); (c) vegetación; y (d) elementos artificiales (antrópicos), como usos del suelo, infraestructuras y construcciones. E. Hernández-Pacheco ya había aproximado ese análisis, que visto desde una perspectiva actual es sumamente elocuente; para este autor (Hernández-Pacheco, 1934b:38), los componentes del paisaje son:

Fundamentales:

- *El roquedo (rocas graníticas y eruptivas, calizas, areniscas, etc.)*
- *La vegetación (formaciones de bosque, formaciones de matorral, formaciones herbáceas)*

Complementarios:

- *Estado del cielo: nubosidad*
- *El agua (el mar, los lagos, las aguas corrientes, el agua sólida)*

Accesorios:

- *Los animales (silvestres, los ganados)*
- *El hombre en su aspecto etnográfico*
- *Los cultivos típicos del país*
- *Las construcciones*

A lo anterior sólo cabe precisar que algunos de los componentes accesorios, hoy merecerían una consideración como fundamentales.

2. Características visuales. El paisaje puede comprenderse a través de unos elementos de referencia básicos: forma, línea, color y textura, a los que deben añadirse la escala y el espacio.

3. Unidades o cartografía. Se trata de clasificar el paisaje en porciones homogéneas para facilitar su evaluación (modelos de calidad y fragilidad), útil en gestión territorial. Las porciones pueden definirse: con criterios de regularidad (mallas hexagonales, rectangulares, cuadradas, etc.); y con criterios de homogeneidad fisonómica (unidades fisiográficas), lo que permite una evaluación conjunta en toda su extensión (ver Ramos *et al.*, 1979).

4. Cuencas visuales. Trata el establecimiento de unidades con criterios de visibilidad: delimitación de la superficie desde la que un punto es visible, y recíprocamente, la zona observable desde ese punto. Incluye otra serie de atributos (propiedades visuales), o modificadores de la visión (ver Aguiló *et al.*, 1992).

5. Calidad visual. Buscan evaluar el grado de excelencia o mérito de un paisaje para no ser alterado o destruido. Normalmente se basan en componentes o categorías estéticas, con frecuencia en base a criterios de preferencia 'universales': las vistas desde puntos elevados, los contrastes cromáticos, la armonía en los colores, la variedad fisiográfica (contraste de relieve), la presencia de agua y vegetación, los ambientes costeros, los bosques abiertos, la presencia de elementos históricos, etc. En base a estos criterios se han elaborado diferentes modelos de calidad de paisaje, caso del aplicado por Linton (*op. cit.*) en Escocia, que asumen una cierta parcialidad: lo que se ha denominado 'subjetividad aceptada o asumida'.

6. Fragilidad visual. Están encaminados a determinar el grado de susceptibilidad al deterioro que presentan las cualidades o atributos de un paisaje frente a la incidencia de ciertas actuaciones; es el inverso a capacidad de absorción visual (ver González Alonso *et al.*, 1991).

- *Estudios mixtos: enfoque psicofísico*

Se trata de una aproximación a mitad de camino entre los enfoques perceptivo y técnico, y busca establecer las relaciones entre las características físicas del medio y las respuestas de la percepción (Aguiló *et al.*, 1992; Puig i Bager, 1995; Gilmartín, 1995); atiende por tanto a las opiniones del público y a la de expertos y planificadores. Los trabajos más conocidos en este enfoque se deben a T.C. Daniel y colaboradores (Daniel y Vinning, 1983; Brown y Daniel, 1991).

1.2.4.4. *Diseño paisajístico*

Ligado a este tema que nos ocupa está el concepto de 'paisajismo' o 'diseño paisajístico', definido como "*el arte y la técnica de modelar el paisaje de los espacios habitados o alterados por el hombre*" (Aguiló *et al.*, 1987: 691). Las profesiones asociadas a estos objetivos (arquitecto paisajista, ingeniero, etc.) buscan el mejor uso de los componentes del medio: roca, suelo, agua, vegetación y edificios e infraestructuras. Normalmente el diseño ha estado relacionado con el paisaje a escala reducida (jardinería y urbanismo); pero también tiene su ámbito de aplicación asociado a las obras públicas o a la restauración de espacios degradados.

De nuevo aquí se refleja la disparidad de criterios entre los enfoques más subjetivos y objetivos. Para los evaluadores de la percepción, el diseño tendría que basarse en las preferencias de la población y no en el criterio de los 'expertos'; en el polo opuesto a esta opción, que algunos han denominado 'subjetivismo radical' (ver Aguiló *et al.*, 1987), aparece la de quienes defienden que los 'expertos' pueden ofrecer soluciones más correctas.

La figura 1.3 es una propuesta para estructurar la disparidad de enfoques existentes respecto a los estudios que se refieren como 'de paisaje', incluyendo ejemplos españoles.

1.3. SÍNTESIS. LA PLANIFICACIÓN INTEGRADA COMO OBJETIVO

La conservación de la Naturaleza es una cuestión que interesa esencialmente al conjunto de la humanidad; éste —y no otro— es el planteamiento más sincero de cuantos se están haciendo en el momento actual. Las denominadas sociedades 'postindustriales' demandan cada vez en mayor medida espacios con un grado de naturalidad aceptable, como sinónimo de calidad de vida. Pero este objetivo no es sólo un capricho de los países 'saciados'; es más bien una necesidad impuesta por los desequilibrios Norte-Sur, y por la degradación a nivel general que está sufriendo la superficie terrestre.

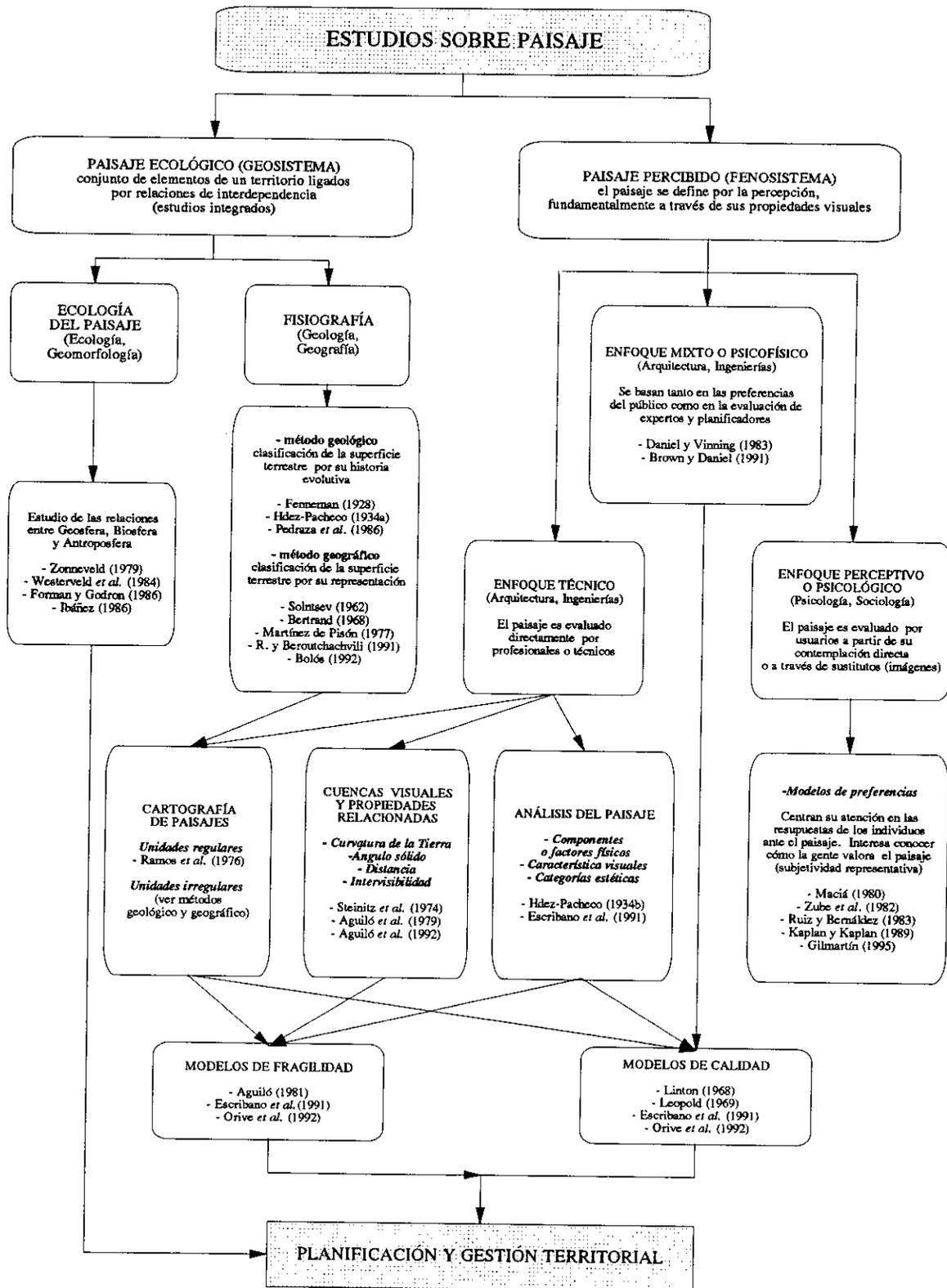


Figura 1.3. Diferentes enfoques en los estudios de paisaje.

Para acometer esa problemática ambiental surgen los denominados 'estudios del medio físico', conjunto de trabajos encaminados a conocer las características del territorio al objeto de: buscar un mejor aprovechamiento de los recursos naturales; ordenar los posibles usos buscando maximizar las capacidades del medio para acogerlas y minimizar los impactos que pudieran infringirle (planificación integrada); evaluar los posibles costes ambientales del desarrollo de políticas, planes, programas y proyectos (evaluación de impactos ambientales); y afrontar la restauración de áreas degradadas (restauración ecológica y del paisaje).

La principal conclusión derivada de los estudios del medio físico, aconseja establecer limitaciones a las actividades humanas, e introducir criterios de racionalidad. En definitiva, localizar esas actividades teniendo en cuenta las características del medio y considerando los criterios 'territoriales' al mismo nivel que los económicos o sociales; ése es el objetivo de la planificación territorial con bases ecológicas, o integrada.

Los procedimientos de evaluación de impactos ambientales deben considerarse un caso particular de la planificación integrada; pueden definirse como una confrontación entre, por un lado, las acciones humanas con potencialidad para generar impactos y, por el otro, los elementos, recursos o características del territorio susceptibles de ser afectados por dichas actividades.

Todo ese potencial preventivo presenta actualmente una eficacia limitada, en tanto son informes que se incorporan a proyectos en las fases finales del proceso de toma de decisiones; en cualquier caso, y de momento, son los 'estudios del medio físico' con mayor repercusión social dada su obligatoriedad en muchos supuestos.

Los trabajos de restauración ecológica y del paisaje buscan la rehabilitación de espacios degradados, y su filosofía o fundamento es la restitución de las condiciones del medio (naturales, productivas, etc.). Éstos han experimentado un gran crecimiento en los últimos años, asociados a la demanda de 'calidad ambiental' por el conjunto de la sociedad.

Los análisis sobre paisaje, cuyo incremento en los últimos años ha sido espectacular, pueden considerarse un caso particular de estudios del medio físico. Basan su metodología en la síntesis de las distintas características del medio (geóticas, bióticas y sociales), y en la percepción de las mismas por el hombre.

Es un procedimiento común al conjunto de los estudios del medio físico el empleo de sistemas de valoración propios, con jerarquías otorgadas por conocimientos asociados a diversas ciencias. En este contexto, resta profundizar en los procedimientos de confrontación entre las valoraciones ecológicas y las socioeconómicas.

Como resumen podríamos señalar que, por su carácter integrador, la planificación territorial con bases ecológicas, planificación ecológica, o planificación integrada, es la herramienta más adecuada para abordar los denominados 'problemas ambientales'; esta tesis está avalada por la experiencia de todos aquéllos que han trabajado en estos temas. Desde esta perspectiva, se pretende superar análisis parciales aplicados a la resolución de problemas concretos, y llegar a estudios globalizados. Así pues y a pesar de su escasa consideración actual, prácticamente irrelevante respecto a los procedimientos de evaluación de impactos ambientales por ejemplo, la planificación territorial con bases ecológicas, o planificación integrada, debería ser el objetivo a perseguir por gestores, técnicos y sociedad.

2. **FUNDAMENTO Y METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS INTEGRADOS**

El enfoque que actualmente requieren los estudios del medio físico y la planificación integrada o ecológica, ya estaba presente a finales del siglo XIX en trabajos llevados a cabo con objetivos muy distintos: académicos, investigación, desarrollo regional, militares, o ingeniería civil (*land surveys, integrated surveys, terrain analysis, terrain evaluation*).

Frente a los trabajos actuales, más preocupados por la conservación, los precedentes citados estaban dirigidos sobre todo hacia el aprovechamiento de los recursos. Por tanto, son razonables las dudas sobre su utilidad metodológica en esta nueva etapa. Sin embargo autores como Moss (1975) defienden aquéllos métodos, y afirman que la estructura de muchos de esos esquemas es aplicable a cualquier parte del mundo independientemente de su grado de desarrollo y finalidad. De hecho, como veremos, los aspectos metodológicos no han variado demasiado con el tiempo sino que se han adaptado a los fines de la planificación territorial y la conservación.

2.1. TERMINOLOGÍA RELACIONADA CON LOS PROCEDIMIENTOS: ANÁLISIS, CLASIFICACIÓN Y EVALUACIÓN TERRITORIAL

Según el Diccionario de la Lengua Española, 'análisis' es la "*distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos*" (RAE, 1992:134). También "*examen detallado de cualquier cosa compleja con el fin de entender su naturaleza o determinar sus caracteres esenciales*" (Aguiló *et al.*, 1992: 799). Referido al territorio, normalmente consiste en la identificación e interpretación de unos 'patrones': *Terrain Analysis* (Way, 1973); *Terrain analysis and classification using aerial photographs* (Van Zuidam y Van Zuidam, 1979).

Por otro lado, 'clasificar' es el proceso de ordenar elementos en grupos o clases, mediante sus propiedades comunes. Digamos, antes de nada, que el hecho de clasificar es inherente al comportamiento humano y a su forma de entender y organizar todo lo que le rodea. En el caso de la superficie terrestre, dos han sido las principales formas de organización: unas, conocidas como regionalizaciones naturales, se basan en los componentes físicos (clima, roquedo, relieve,

agua, suelo, vegetación); otras, conocidas como regionalizaciones geográficas, responden a directrices geopolíticas y, más concretamente, parámetros históricos y socioeconómicos.

Los procedimientos de clasificación territorial (*land classification, terrain classification*) que aquí interesan, son aquéllos concernientes al medio físico natural —no antrópico— (en adelante clasificaciones territoriales), puesto que una de las premisas de la planificación ecológica es precisamente destacar el carácter ‘director’ o ‘condicionante’ del medio natural.

Cuando se trata de definir porciones territoriales de conjunto (ecosistemas, paisajes), es necesario interpretar las pautas de asociación o interrelación entre los diferentes elementos del medio. En este caso las clasificaciones territoriales han utilizado una serie de criterios, o rasgos físicos obvios, entre los cuales juegan un papel destacado los geológico-geomorfológicos; muchos de ellos son netos: un cambio litológico o estructural, un cambio de pendiente muy marcado, una formación superficial bien definida, etc., señalan normalmente el límite de una unidad. Sin embargo, el grado de discontinuidad entre unidades no siempre es así y puede variar hasta extremos en que sea completamente gradual, pasando por aquellas situaciones en las que exista un gradiente de variación discontinuo. Así, con frecuencia el criterio para ‘trazar la línea’ aparece ciertamente complicado.

Los métodos gráficos o de representación pueden proporcionar una herramienta sumamente valiosa para definir los límites (Mitchell, 1991): si la selección se basa en un atributo o elemento, se establecen grados de similitud o coeficientes de correlación entre unidades; si se basa en dos o tres parámetros o elementos, pueden utilizarse sistemas de representación binarios y ternarios. Finalmente, cuando se utilizan más de tres criterios el análisis estadístico multivariante aparece como un método eficaz, utilizado con frecuencia en Ecología (De Pablo y Díaz Pineda, 1985; De Pablo y Martín de Agar, 1993).

Por lo que respecta a los procesos de ‘evaluación’, consisten en ponderar la aptitud o limitación del territorio para un uso definido. En este punto cabe precisar entre ‘valoración’ y ‘evaluación’. La primera tiene en general un objetivo más intrínseco y se sitúa como un paso inmediatamente posterior al inventario: *"acción de dotar de significado a las distintas categorías de una clasificación."* (Aguiló *et al.*, 1987: 977). La segunda va encaminada a la gestión: *"(...) la evaluación es un proceso o técnica, directamente encaminado a comparar los resultados de distintas alternativas con el fin de orientar a las áreas de decisión en su elección de la alternativa apropiada en cada caso. Es así un instrumento de ayuda en la toma de decisiones, con la que no debe confundirse."* (Aguiló *et al.*, 1987: 419).

En la literatura inglesa, utilizan para este particular *evaluation* (Stewart, 1968; Leopold *et al.*, 1971; Beaven, 1976; FAO, 1976; Rutter, 1977; Zonneveld, 1979; Moss, 1980; Mitchell, 1991) y *assessment* (Linton, 1968; Rodiek, 1978; Grant, 1982). De una forma sintética, diríamos que *assessment* es una ponderación más cualitativa y equivale a la ‘valoración’,

mientras que *evaluation* se refiere a una ponderación más cuantitativa y equivale a una 'evaluación'. Conceptualmente estos términos podrían traducirse: "estimar la cualidad de algo", próximo a 'estimación', el primero; "proceso por el que se fija un valor a una cosa", próximo a 'tasar', el segundo (Grant y Finlayson, 1978; Finlayson y Buckland, 1987).

Las evaluaciones territoriales se realizan normalmente según su aptitud, capacidad, y fragilidad o vulnerabilidad, expresada en términos de limitaciones, restricciones, adecuación, etc. (Aguiló *et al.*, 1992).

2.2. DESARROLLO HISTÓRICO: ANTECEDENTES Y EVOLUCIÓN

En la actualidad, la Historia Natural describe el territorio como el resultado de un conjunto de procesos que interactúan a lo largo del tiempo y llegan a configurar unos patrones determinados. Los primeros estudios al respecto fueron eminentemente 'enciclopedistas', y observaban el territorio como un ente complejo e indivisible. En el siglo XVIII consolidan los análisis temáticos, que reemplazan a los anteriores y compartimentan la Naturaleza según diversos enfoques metodológicos o ciencias: Geología, Biología, Edafología, etc. Más tarde surge el enfoque ecológico y geográfico, precisamente tratando de recuperar ciertos aspectos metodológicos de la etapa 'enciclopedista' y poner de nuevo el acento en las visiones de conjunto.

2.2.1. Escuelas geográficas europeas

Los precedentes de la concepción sistémica del territorio, con frecuencia aludido como 'paisaje', pueden situarse en Alemania con A. von Humboldt (1769-1859) y su obra *Kosmos* (1845-1862). Este geógrafo ya puso de manifiesto la importancia de la interrelación entre los diferentes elementos que integran la Naturaleza, haciendo referencia a su funcionamiento similar al de un organismo vivo.

Con posterioridad a Humboldt destacan sus discípulos Ritter y Von Richthofen, pero serían S. Passarge y C. Troll quienes sentaran las bases para los análisis modernos del paisaje desde una óptica territorial y sistémica: al primero se atribuyen los fundamentos de la Ciencia del Paisaje (*Landschaftskunde*); al segundo la incorporación a la misma de los postulados ecológicos, introduciendo la Ecología del Paisaje (*Landschaftsökologie*) y la Geoecología (ver Rougerie y Beroutchachvili, 1991). Estos trabajos sitúan en Alemania una de las escuelas de clasificación y evaluación territorial más importantes de toda Europa, relacionadas siempre con la disciplina geográfica.

A partir de las aportaciones llevadas a cabo a finales del siglo XIX por el eminente edafólogo ruso Dokuchaev (1883) y retomando los precedentes alemanes, nacería en la hoy extinta Unión Soviética otra potente escuela sobre clasificación y evaluación territorial. Berg (1931), con su

publicación *Landschaftno-geografischeskiye Zony SSSR*, está considerado el fundador y Solntsev (1962), Vinogradov *et al.* (1962), Prokayev (1962), Isachenko (1965) y Sochava (1963, 1974) los continuadores de esa línea de investigación (González Bernáldez, 1981).

De la Geografía Física soviética y alemana derivan también los trabajos integrados en Francia; dos de sus figuras más destacadas, G. Bertrand y J. Tricart, tendrán a su vez una influencia muy directa en la Geografía de nuestro país.

Los pasos más recientes en estas escuelas giran en torno a la continuación y renovación de la disciplina denominada Ecología del Paisaje (ver Zonneveld, 1979; Forman y Godron, 1986).

2.2.2. Escuelas fisiográficas anglosajonas

En el ámbito anglosajón, los estudios sobre clasificación y evaluación territorial han estado ligados sobre todo a los profesionales en Ciencias de la Tierra. El origen de lo que se ha dado en llamar clasificaciones territoriales, o regionalizaciones, tiene su inicio en Estados Unidos. A finales del siglo XIX y principios del XX, un importante número de geógrafos físicos y geomorfólogos de ese país (Powell, 1895; Powell *et al.*, 1896; Davis, 1899a; Bowman, 1911; Joerg, 1914; Fenneman, 1916, 1928), desarrollan sistemas de subdivisión del territorio en grandes unidades homogéneas, denominadas 'divisiones fisiográficas'. Con posterioridad, esos trabajos fueron prácticamente abandonados en EEUU y únicamente destacan en estos temas autores como Veatch (1933, 1937) y, muy posteriormente, Hunt (1967).

La obra de los fisiógrafos estadounidenses tendrá continuidad en el Reino Unido durante el primer tercio del siglo XX. Las unidades territoriales definidas por los autores británicos tienen una visión eminentemente aplicada, por tanto son de mayor escala que las de los fisiógrafos americanos. La figura más significativa de esta época es Bourne (1931), considerado por muchos el verdadero pionero de los estudios ecológicos en el Reino Unido. Destacan además Unstead (1916, 1933), Wooldridge (1932), y Milne (1935), quienes tendrán una contribución decisiva al respecto. Con posterioridad sobresalen los trabajos de Linton (1951) y en menor medida los de Waters (1958) y Savigear (1965).

Pero donde realmente consolidaron las ideas de los autores anglosajones es en la escuela australiana de la CSIRO (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization*) y fueron principalmente las aportaciones de Bourne (1931) y de los primeros fisiógrafos americanos las que dieron lugar a su nacimiento. Es así como dentro de la CSIRO nacía en la década de 1940 la que a la postre sería la metodología de clasificación y evaluación territorial más universal: los *land system* (Christian, 1958; Christian y Stewart, 1968)¹.

¹ El trabajo original en el que se definen los *land system* es: Christian, C.S. and Stewart, G.A. (1946). *North Australia Regional Survey, 1946, Katherine-Darwin Region. General Report on Land Classification and Development of Land Industries*, CSIRO, Melbourne. La metodología y descripción fue ampliada y divulgada en las publicaciones: Christian, C.S.

El éxito y divulgación de la metodología CSIRO propició su aplicación a otras regiones y con otros propósitos. Es así como surgieron los trabajos con fines militares del MEXE (*Military Engineering Experimental Establishment*; Beckett y Webster, 1965; Brink *et al.*, 1966); o el método PUCE (*Pattern, Unit, Component, Evaluation*), desarrollado para ingeniería civil por Aitchison y Grant en 1967 (Aitchison y Grant, 1968). La metodología CSIRO ha sido seguida además por el *Soil Conservation Authority of Victoria*, o la FAO y la UNESCO en países en vías de desarrollo (Mitchell, 1991).

2.2.3. Planificación ecológica

Con el inicio del movimiento 'ambientalista' que tiene lugar entre mediados y finales de los años 1960 en el mundo occidental, los estudios fisiográficos comienzan a retomarse como base para el planeamiento territorial. Precisamente y como ya se ha indicado, el enfoque integrado o ecológico que demandan estos planteamientos estaba presente ya en trabajos llevados a cabo con otros fines.

Ante la nueva situación, muchos métodos se retoman y modifican; es el caso de los empleados en desarrollo regional, que pasan a utilizarse ahora en planificación territorial con un sentido más amplio en cuanto a actividades posibles e introduciendo alternativas restrictivas o de conservación. Como ejemplo puede citarse el método de Hills (1961), los trabajos del ITC holandés (Van Zuidam y Van Zuidam, 1979), o las nuevas regionalizaciones fisiográficas de Godfrey (1977).

Pero la problemática ambiental también propiciaría el nacimiento de nuevas metodologías, en buena parte ligadas a la Arquitectura del Paisaje y a la aplicación de técnicas automáticas de tratamiento de datos; concretamente los SIG. Estos últimos revolucionaron los estudios del medio físico, condicionando los procedimientos al aumentar las posibilidades de clasificación y evaluación territorial.

El suceso clave en el campo de estos métodos, fue la publicación en 1969 de la obra *Design with Nature* de I.L. McHarg (ver epígrafe 1.2.1). Dicha obra puede considerarse la base o punto de partida para la planificación territorial con fundamentos ecológicos. Aunque dicha planificación se iniciara sobre todo en los países anglosajones, también se aplicó en otros lugares debido sobre todo a discípulos del propio McHarg (Falque *et al.*, 1974; Tarlet, 1977).

(1952). *Regional Land Surveys, J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 18: 140-146; y sobre todo: Christian, C.S. and Stewart, G.A. (1953). Summary of general report on survey of Katherine-Darwin Region, 1946 (CSIRO, Australia). *Land Research Series*, 1. Otro trabajo en el que se desarrolla es: Stewart, G.A. and Perry, R.A. (1953). Survey of Townsville-Bowen Region, 1950 (CSIRO, Australia), *Land Research Series*, 2. El volumen más completo sobre la aproximación de los *land system*, lo constituye: Stewart, G.A. (ed.) (1968). *Land Evaluation*. Macmillan, Melbourne.

Además de la obra de McHarg, otros trabajos que han desarrollado modelos y metodologías ya clásicas de planificación física son: Lewis (1964), Steinitz y Rogers (1968), Steinitz y Sinton (1969), Steinitz (1970), Johns (1973).

2.2.4. Estudios integrados en España

El origen de los estudios fisiográficos en nuestro país está personalizado en las figuras de dos eminentes geólogos-geógrafos: Juan Dantín Cereceda (1912, 1922, 1942) y Eduardo Hernández-Pacheco (1934a, 1934b, 1955-1956). Aunque el grueso de su obra fuera la Edafología, también merece ser destacada la labor realizada en este campo por Emilio Huguet del Villar (1937). Habida cuenta del desarrollo de estos temas a principios del siglo XX, estos trabajos pueden considerarse pioneros a escala internacional.

Tras esos prometedores comienzos, este tipo de ensayos no tuvieron continuidad y en el segundo tercio del siglo XX únicamente destacan algunos autores aislados: es el caso de J. Vilà Valentí, M. de Terán, o L. Solé Sabarís, más seguidores de las escuelas alemana y francesa de Geografía Física que de la fisiográfica española antes mencionada.

Los denominados estudios integrados volvieron a resurgir con la planificación ecológica; si tenemos en cuenta que a nivel mundial este tipo de trabajos aparecen a finales de 1960 y principios de 1970, de nuevo hay aportaciones españolas a las que podemos calificar como 'vanguardistas' en este campo. Es el caso de González Bernáldez *et al.* (1973, 1974), Díaz Pineda *et al.* (1973), Ramos y Ayuso (1974), Gómez Orea *et al.* (1975), Ayuso *et al.* (1976), Ramos *et al.* (1976); incluso podría decirse que el desarrollo metodológico consolidó con una obra específica sobre *Planificación física y Ecología* (Ramos *et al.*, 1979).

La labor inicial estuvo nucleada en torno a dos centros de investigación principales, los cuales han contribuido de forma muy destacada al posterior desarrollo de la planificación ecológica y la formación de profesionales. Nos referimos a la Cátedra de Planificación y Proyectos de la ETSIM de Madrid, dirigida por A. Ramos; y al Departamento Interuniversitario de Ecología de las Universidades Autónoma y Complutense de Madrid, con la figura del desaparecido profesor F. González Bernáldez a su frente, cuyo núcleo de formación se situó en torno al Grupo de Análisis Ambiental del Departamento de Ecología de la Universidad de Sevilla.

De la Cátedra de Planificación y Proyectos de la ETSIM de Madrid han derivado equipos que hoy tienen una importancia específica en la planificación territorial de nuestro país. Son los casos, entre otros, de los radicados en la Universidad de Cantabria y en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, dirigidos por los profesores A. Cendrero y D. Gómez Orea, respectivamente. De la escuela de ecólogos proceden otro gran número de trabajos y profesionales, entre los que podemos citar: Sancho Royo *et al.* (1981), Martín de Agar, (1984), De Pablo y Díaz Pineda (1985), Ramírez Díaz *et al.* (1994).

Con planteamientos más teóricos y netamente asociados a la investigación básica, merecen destacarse también las contribuciones debidas a geógrafos y geólogos. Citaremos como ejemplo la cátedra de Geografía Física de la UAM (ver Martínez de Pisón, 1977; Arenillas *et al.*, 1988), el recientemente creado *Servei C.T. de Gestió i Evolució del Paisatge* (Bolós, 1992), la División de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Cantabria, y el Departamento de Geodinámica de la UCM.

El equipo de la Universidad de Cantabria cuenta con amplia experiencia en clasificaciones y evaluaciones para planeamiento territorial. Son trabajos referenciales del mismo: Cendrero (1975), Cendrero *et al.* (1976) y Díaz de Terán (1985). Sus métodos aparecen estandarizados en Cendrero y Díaz de Terán (1987) y han sido aplicados, entre otros, a los mapas geocientíficos de Valencia (Cendrero *et al.*, 1986) y Madrid (Ayala *et al.*, 1988b). También en ejemplos reales de ordenación territorial (ver Francés, 1990a, 1990b, 1990c).

Los geomorfólogos de la UCM trabajan en clasificaciones metodológicas y bases conceptuales; ejemplo de ello son: Pedraza y Garzón (1978), Garzón (1978), Cabra *et al.* (1983), Centeno *et al.* (1983), Pedraza *et al.* (1986a), Fernández *et al.* (1987), Centeno (1987). Destaca también su experiencia en trabajos de planificación ecológica con equipos interdisciplinarios (Gómez Orea, 1975; Garzón, 1977; Garzón y Pedraza, 1977; Bartolomé *et al.*, 1980; Lafuente *et al.*, 1981).

2.3. TIPOS DE METODOLOGÍAS

A la hora de abordar los procesos de clasificación y evaluación territorial, dos han sido los procedimientos más seguidos:

- a) Definir unidades territoriales homogéneas respecto al conjunto de los elementos que componen el medio natural, como base para su posterior evaluación (enfoque sintético).
- b) Partir de mapas temáticos para elaborar unidades territoriales mediante la superposición cartográfica y, conjuntamente, proceder a la evaluación de las mismas partiendo de las valoraciones sectoriales (enfoque analítico).

En el primer caso, dado que las unidades del conjunto se diferencian en base a sus propiedades físicas (perceptibles), los métodos se refieren como 'fisiográficos'; en el segundo la clasificación se hace en función de unos atributos o características preseleccionadas y entonces los métodos generados se denominan 'paramétricos'.

Díaz de Terán (1985) analiza un grupo de métodos catalogables como mixtos, que combinan la definición de unidades homogéneas con la elaboración de mapas temáticos.

2.3.1. Procedimientos fisiográficos

Varios autores (Mabbutt, 1968; Wright, 1972; Van Zuidam y Van Zuidam, 1979; entre otros), han dividido los métodos fisiográficos en dos: 'genéticos', si el procedimiento de clasificación es la subdivisión progresiva del territorio a partir de grandes unidades y siempre en base a factores causales; y 'paisajísticos' o 'fisiográficos' (s.s.), si la clasificación se realiza por asociación o combinación progresiva de unidades menores. Sin embargo, Beaven (1976), Ollier (1977), Grant y Finlayson (1978), Mitchell (1991), entre otros, creen que sería más conveniente incluir ambos procedimientos bajo la segunda denominación. Nosotros nos inclinamos por esta última postura, si bien es cierto que para la discusión sobre sus ventajas e inconvenientes puede ser adecuada la separación.

2.3.1.1. Grandes unidades: método genético

Fueron los primeros en desarrollarse, y tienen su origen en las regionalizaciones fisiográficas realizadas en Estados Unidos. El procedimiento consiste en la segregación de unidades mediante subdivisiones progresivas del territorio: el complejo 'superficie terrestre' se subdivide en base a factores causales. El término que las define hace referencia a los factores que constituyen el fundamento de las subdivisiones; tienen por tanto una componente geológica importante.

- La imagen de satélite como herramienta

En el pasado estos procedimientos consistían en recopilar y sintetizar la información geológica y geomorfológica. Actualmente, aun cuando esta técnica sea muy poco utilizada, la posibilidad de interpretar patrones territoriales a través de la imagen de satélite ofrece grandes ventajas al realizar clasificaciones genéticas; de hecho, esta herramienta ya se está utilizando con estos fines (Laut *et al.*, 1977; Sayago, 1982).

- Ventajas e inconvenientes

La principal ventaja atribuida a los métodos fisiográficos a pequeña escala (genéticos) es que realizan una separación lógica del territorio, obteniendo unidades que posibilitan una adecuada construcción jerárquica. Además se trata de clasificaciones con un elevado grado de universalidad, permitiendo realizar la correlación entre regiones alejadas en base a la existencia de factores de control similares (Mabbutt, 1968). Este tipo de trabajos tienen un alto valor didáctico, por lo que son muy útiles con fines académicos y para comprender el territorio a pequeña escala. Por contra, la dimensión de las unidades no permite su uso de forma estandarizada a nivel de gestión. Por otro lado presentan una gran complejidad interna, y a medida que descendemos en la escala jerárquica los criterios de subdivisión se difuminan.

2.3.1.2. Unidades menores: métodos fisiográficos (s.s.) o paisajísticos

Compartimentan el territorio en base a sus propiedades físicas más evidentes y, por tanto, fácilmente perceptibles. Una vez segregadas las unidades básicas, éstas pueden agruparse progresivamente en otras mayores de forma ascendente (método sintético), aunque ese paso no está estandarizado. Su nomenclatura alude precisamente al modo de proceder en la clasificación, pero sobre todo a estar basados en características 'visuales' o 'perceptivas' del territorio (fisonomía, aspecto, apariencia). Cuando la ligazón entre los patrones geométricos y genéticos del relieve es evidente, es frecuente aludir a estos métodos como 'geomorfológicos'.

- La fotografía aérea como herramienta

Los métodos de clasificación fisiográfica se desarrollan a partir del primer tercio del siglo XX, dadas las excelentes oportunidades de estudio para la segregación de paisajes que ofrece la interpretación de pares estereoscópicos de fotografías aéreas; las unidades definidas son igualmente percibidas en campo o desde el aire. Precisamente es esta técnica de fotointerpretación la que ha otorgado a la Geomorfología un papel clave en los estudios y clasificaciones territoriales. Desde hace ya varios años, se han visto complementadas con el uso de imágenes de satélite.

- Ventajas e inconvenientes

Los métodos fisiográficos han mostrado su utilidad desde la óptica para la que fueron desarrollados, habiendo sido aplicados con éxito en numerosas y muy diferentes regiones del Planeta. Por este motivo, gozan de gran difusión en la literatura especializada; buen ejemplo de ello es el método australiano de la CSIRO (Christian, 1958; Christian y Stewart, 1968).

Aunque preferentemente se hayan puesto en práctica en territorios poco estudiados, también son aptos para regiones donde existe un exceso de información; en estos casos definen unidades sintéticas y seleccionan la información verdaderamente relevante (Godfrey, 1977; Cooke y Doornkamp, 1978). Esto último permite separar fácilmente los atributos útiles en cada unidad, o cuál es el peso específico que posee en cada lugar un elemento determinado; por el contrario, en los métodos paramétricos esa valoración resulta mucho más difícil.

Precisamente, una de las grandes ventajas de estos métodos es su asequibilidad: son económicos y rápidos, y presentan los resultados de manera sencilla para su comprensión por no especialistas (administradores, gestores, afectados, etc.). Las unidades son además fácilmente identificables, y de hecho coinciden con las reconocidas históricamente por la población en base a su fisonomía y posibilidades de uso; son por tanto un 'puente' o 'punto de encuentro' entre los especialistas (técnicos, científicos, expertos) y los usuarios (población en general).



Los procedimientos fisiográficos posibilitan también la construcción de sistemas jerárquicos; cuando están organizados con una base genética, otorgan al método solidez como sistema de clasificación al tiempo que permiten su correlación con clasificaciones a pequeña escala. De esta manera, es posible llegar a establecer sistemas jerárquicos que podríamos denominar 'completos', que abarcan desde espacios continentales hasta locales (Howard y Mitchell, 1985, en Mitchell, 1991; Godfrey y Cleaves, 1991).

Por contra, se atribuye a este tipo de metodologías ciertas deficiencias derivadas de su carácter cualitativo. De hecho esta circunstancia llevó a desarrollar métodos que, aun siendo fisiográficos, eran susceptibles de cuantificación; es el caso del sistema PUCE (Aitchison y Grant, 1967, 1968).

De los métodos fisiográficos se critica también su forma de compartimentar el territorio en sectores homogéneos, operativamente cerrados entre sí, de modo que *"se soslayan las interconexiones paisajísticas y el área de estudio queda subdividida en unidades de carácter aparentemente autárquico."* (Ibáñez *et al.*, 1987: 1069).

Finalmente, para algunos autores las unidades obtenidas son excesivamente estáticas, pues no consideran la dinámica actual ni su evolución (Tricart, 1973). Mitchell (1991) y Godfrey y Cleaves (1991) salen al paso de esas críticas, señalando que es posible incluir en cada unidad la información sobre procesos que se estime oportuna.

2.3.2. Procedimientos paramétricos

Son metodologías fundamentalmente desarrolladas en planificación ecológica, e íntimamente ligadas a las posibilidades que ofrecen las técnicas de cálculo automático y sistemas de información geográfica. Se centran más en las evaluaciones que en la clasificación; por tanto son idóneas para objetivos específicos, en función de los cuales se seleccionan los parámetros que interesan. Su empleo está muy extendido en la actualidad a la resolución de problemas ambientales concretos, tales como la elaboración de mapas de capacidades, índices, potencialidades, calidades, riesgos, impactos, vulnerabilidades, fragilidades, estados de degradación, etc.

También aquí la Geomorfología puede aportar información relevante, aunque no tan decisiva como lo hacía en los métodos fisiográficos. El tipo de variables o parámetros geomorfológicos que se integran junto a otros del territorio, son: formaciones superficiales, espesor del regolito, morfología o topografía, relieve interno, posición fisiográfica, altitud, pendientes, orientación, procesos actuales, etc. Utilidades específicas para las Ciencias de la Tierra en este campo son: modelos de susceptibilidad a la erosión hídrica o eólica, a los movimientos gravitacionales, a la contaminación de acuíferos, etc.

- *Técnicas de tratamiento de la información: los Sistemas de Información Geográfica*

Los sistemas paramétricos se caracterizan fundamentalmente por la integración de diferentes aspectos temáticos mediante cartografía automática y SIG; la superposición puede ser también manual, pero por lo común requiere soporte informático.

Los SIG, o GIS, son sistemas de almacenamiento, manipulación y recuperación de información espacial referenciada geográficamente. Un procedimiento completo con estas herramientas incluye: adquisición de los datos (*data acquisition*), o proceso previo al tratamiento automático y en el cual se recopila información a partir de cartografías, bibliografía, fotografía aérea, etc; chequeo (*data input*) o reprocesado y formateado de los datos para su almacenamiento; incorporación de los datos al proceso automático mediante su digitalización y conversión en formato *vector* o *raster*, o captura de la información temática en un formato en el que sea posible su manipulación (*data storage*); procesado (*data processing*) transformando y homogeneizando los datos para su tratamiento; superposición y manipulación (*data output*) mediante las relaciones necesarias (algoritmos); uso y resultados (*data use*), o aplicación de la información desde el GIS al problema real y subsiguiente monitorización de los resultados; y gestión (*management*) o estructura de gestión del GIS.

- *Ventajas e inconvenientes*

Este tipo de métodos son normalmente útiles allí donde los objetivos de la investigación están claramente relacionados con rasgos reconocibles del territorio, por lo que son muy frecuentes en ingeniería y ciencias ambientales. Según Mitchell (1991), permiten llegar a conclusiones que de otra manera serían difíciles de alcanzar. Tienen además la ventaja de ser bastante 'objetivos', lo que les ha creado fama de eficaces y 'convincientes'. Pero lo que más se valora en esta forma de trabajar, es la posibilidad de cuantificación y por tanto de poder operar automáticamente. Otra de sus grandes ventajas es la posibilidad que ofrecen para trabajos conjuntos entre especialistas temáticos, en verdaderos equipos multidisciplinarios (Díaz de Terán, 1985).

En general son más fácilmente aplicables en áreas bien conocidas, puesto que requieren información previa disponible (publicaciones, cartografías, etc.). De no existir esa información debe adquirirse mediante trabajos de campo, lo cual encarece en gran medida su ejecución.

Su principal limitación deriva de las dificultades para la adecuada selección de los parámetros implicados en el proceso de evaluación, o su correcta división en clases; por ejemplo, clasificación y ponderación pueden hacerse muy difíciles de aplicar allí donde existan cambios graduales de las propiedades del territorio (Mabbutt, 1968).

Por otro lado, la homogeneización de los diferentes datos para su correcta integración siempre se ha planteado como un objetivo difícil. Así lo señalaban Christian y Stewart (1968) en una

época en la que primaban los métodos fisiográficos, pero cuya conclusión sigue siendo válida hoy:

"los métodos paramétricos tienen la inherente debilidad a que induce el hecho de trabajar a diferentes escalas, utilizar diferentes métodos de muestreo areal, y alcanzar diferentes niveles de generalización para cada parámetro, lo que hace ciertamente difícil la integración de los diferentes mapas." (Christian y Stewart, 1968: 246).

Este problema puede incrementarse notablemente para profesionales o estudiosos con poca experiencia en la materia de que se trata; en estos casos es frecuente que las unidades finales, obtenidas mediante superposición, sean muy poco reales e incluyan importantes errores. Todo ello viene condicionado por las imprecisiones que se van acumulando en cada uno de los mapas iniciales en cuanto a la obtención de diferentes niveles de generalización, la incorrecta homogeneización en las escalas, la desigual valoración de los parámetros, y al escaso razonamiento en el proceso de superposición. Bailey *et al.* (1985) señalan que los métodos paramétricos presentan graves problemas en la superposición de los límites.

Determinados autores (Ibáñez *et al.*, 1987) son muy críticos con las metodologías que siguen procedimientos paramétricos, incidiendo en los aspectos ya comentados: en la fase de inventario es preciso homogeneizar datos que en sí mismos son muy heterogéneos; existen importantes lagunas documentales; es necesaria la presencia de una amplia gama de especialistas; los métodos automáticos plantean problemas de operatividad a la hora de extrapolar resultados; los datos se recopilan con un fin establecido, lo que limita su valor para otros objetivos; las cartografías temáticas dificultan el establecimiento de relaciones o pautas genéticas. También aquí ha sido criticada la escasa consideración dinámica, en términos de procesos actuales y tendencias evolutivas, así como la falta de relaciones entre unidades (Ruxton, 1968; Simpson, 1989).

Como conclusión, podríamos decir que son más adecuados para objetivos específicos y para profesionales cualificados, y menos para evaluaciones territoriales intrínsecas o de conjunto.

2.4. SÍNTESIS. LOS PROCEDIMIENTOS GEOMORFOLÓGICOS COMO BASE DE LOS MÉTODOS FISIGRÁFICOS

Independientemente de su objetivo final, los métodos de clasificación y evaluación territorial pueden agruparse en: 1) fisiográficos, si establecen inicialmente unidades territoriales de conjunto (homogéneas), las cuales son posteriormente evaluadas; 2) paramétricos, si definen el medio a partir de unos elementos o componentes principales (mapas temáticos) con los cuales se realizan las evaluaciones.

El excesivo número de procedimientos que aparecen descritos en la literatura, contrasta con la escasa variación metodológica; en realidad, la mayor parte de los métodos fisiográficos

siguen o se basan en el sistema CSIRO (Christian, 1958; Christian y Stewart, 1968), y los paramétricos en McHarg (1969).

Las primeras metodologías ‘integradas’ fueron fisiográficas, y nacieron con fines académicos y de investigación; es decir, para conocer las características del medio y explicar las actividades humanas en relación con él. Posteriormente su aplicación se dirigió a la exploración de extensas áreas, en su mayoría mal conocidas y deshabitadas, al objeto de un mayor aprovechamiento de los recursos naturales. En efecto, las metodologías fisiográficas se han aplicado sobre todo en trabajos de desarrollo regional, normalmente en la prospección de territorios amplios y con un escaso grado de transformación; para esos objetivos se han mostrado empíricamente útiles.

Pero el enfoque integrado que requerían los estudios ambientales de la segunda mitad del siglo XX, hizo que los procedimientos fisiográficos se reconvirtieran ante las nuevas demandas en planificación territorial. Para este objetivo, las metodologías empleadas son similares a las llevadas a cabo para desarrollo regional, sólo que ahora las capacidades —en estos trabajos se valoraban ante todo las aptitudes del territorio— se complementan con fragilidades o limitaciones; la prioridad ya no es la producción o el desarrollo únicamente, sino que se concede gran importancia a la conservación. Las cualidades más importantes de estos métodos fisiográficos son su gran ‘realismo’ territorial, y la posibilidad de clasificar el medio a diferentes niveles de detalle (jerarquías territoriales).

Los métodos paramétricos surgieron sobre todo en el contexto de la planificación territorial ecológica o integrada. El estudio de las características del territorio ya no parte de la delimitación de unas unidades previas, como hacían los fisiográficos; aquí se realiza un inventario del medio físico, unas evaluaciones parciales en función de los objetivos sectoriales, y una integración final en unidades de síntesis o referencia. Se trata de métodos con grandes posibilidades en estudios ambientales, al permitir el manejo de una enorme cantidad de información susceptible a su vez de ser cuantificada.

En definitiva: en los estudios integrados siguiendo procedimientos ‘fisiográficos’, las unidades de actuación se delimitan en base a criterios que, mayoritariamente, responden a la evolución histórico-natural del territorio problema; incluido el hombre y sus actuaciones, como un ‘componente’ más. Por este motivo es más adecuado definir los denominados ‘usos vocacionales’ siguiendo estos métodos, ya que trabajan con la potencialidad ‘natural’ del territorio. Además permiten combinarse con técnicas paramétricas puesto que, a partir de un cierto nivel de detalle asumen que los problemas del espacio donde se localizan y los parámetros implicados sólo pueden abordarse mediante análisis temáticos integrados. Dados el tipo, jerarquía, y escala espacial de los conflictos ecológicos actuales, entendemos que los procedimientos fisiográficos deben ser revitalizados si se quiere llegar a un desarrollo integral de la planificación.

3.

CLASIFICACIONES Y EVALUACIONES FISIAGRÁFICAS

En la breve revisión sobre estudios integrados llevada a cabo en el capítulo 2, quedó manifiesto cómo los denominados procedimientos fisiográficos presentaban una serie de cualidades para ser utilizados en planificación integrada: la posibilidad de establecer clasificaciones del territorio a distintos niveles (jerarquías), y la consideración de las unidades como resultado de una historia natural. En este capítulo realizamos un análisis más detallado de los mismos, tratando de remarcar sus bases geomorfológicas.

3.1. EL OBJETO DE CLASIFICACIÓN

En la práctica es difícil encontrar un único modelo que exprese sintéticamente el conjunto de factores del medio físico que configuran la superficie terrestre; entre otras causas porque los intentos han surgido desde escuelas y disciplinas muy diferentes. Ollier (1977) y González Bernáldez (1981) se han hecho eco de las polémicas surgidas al respecto que, en síntesis, pueden resumirse en: críticas vertidas hacia los ecólogos por profesionales y científicos más ligados a las Ciencias de la Tierra al estimar que no consideraban adecuadamente los aspectos abióticos, y críticas de los últimos a los primeros por entender que no han tratado en modo suficiente las características biológicas en sus estudios territoriales; críticas también procedentes de profesionales ligados a la Geografía, quienes han reprochado a los anteriores la deficiente consideración de los usos antrópicos en las regionalizaciones. Así, en las clasificaciones fisiográficas es posible encontrar un amplio conjunto de caracteres territoriales, con un significado más o menos sistémico (cuadro 3.1).

3.2. CARÁCTER CIENTÍFICO Y APLICADO

Aun cuando resulte obvio, es preciso señalar que la superficie terrestre constituye un objeto de interés múltiple y son muchas las ciencias que abordan su estudio. Así han surgido múltiples métodos para clasificarla, si bien todos ellos pueden resumirse en los siguientes:

- Descriptivos. Cualifican los elementos o unidades diferenciadas en base a sus atributos evidentes; en general por su 'aspecto externo'. En el caso del relieve, dicho aspecto es su configuración geométrica, morfografía o fisonomía.

- Genéticos. Cualifican los elementos o unidades diferenciadas en base a atributos deducidos; el proceso deductivo se realiza mediante un método analítico o ciencia. En el caso del relieve, dicha ciencia es la Geomorfología.
- Mixtos. Son un híbrido entre descriptivas y genéticas; parte de los atributos son evidentes y parte son deducidos, lo cual depende de la escala de aproximación al conjunto clasificado. Por ejemplo, para el relieve las grandes unidades morfoestructurales son descriptivas y los elementos de detalle son deducidos.
- Globalizadores. Tratan de asociar el mayor número de elementos en base al establecimiento de relaciones generales. Por ejemplo, los modelos histórico-evolutivos del relieve.
- Temáticos o sectoriales. Se centran en un elemento específico, al que dan prioridad por considerarlo dominante, significativo, o indicador, y tratan de establecer relaciones parciales. Por ejemplo, clasificaciones climáticas, edáficas, morfogenéticas, etc.
- Sintéticos. Son un híbrido entre las clasificaciones globalizadoras y las temáticas: partiendo de las relaciones parciales de uno o varios elementos específicos, tratan de llegar a relaciones de carácter general. Esto puede hacerse, bien mediante una integración progresiva, bien mediante la selección de un elemento guía o significativo que propicia la síntesis de todos los componentes.
- Metodológicos. Abordan la estructura y contenido de la clasificación, es decir: niveles a definir, parámetros que deben considerarse al establecer cada rango, jerarquías, etc. En estos casos, el excesivo peso otorgado a las cuestiones intrínsecas de la clasificación las aleja de su aplicabilidad y las introduce de lleno en las investigaciones básicas.
- Funcionales. Tienen en cuenta las propiedades parciales intrínsecas de los componentes y su cualidad o adecuación para unos fines prefijados.

En principio, una clasificación fisiográfica es: descriptiva, a veces mixta, globalizadora, sintética, y funcional.

3.2.1. Bases conceptuales y metodológicas

La Fisiografía se consideró ligada a las Ciencias de la Tierra y así lo señala uno de sus primeros cultivadores: *"La Fisiografía es la ciencia que trata la superficie de la tierra. Es por tanto una parte esencial de la más extensa ciencia geológica, la cual trata la corteza terrestre en todos sus aspectos."* (Fenneman, 1916: 22). Desde esta perspectiva, las formas de la superficie terrestre se explican por su estructura, proceso y estado evolutivo; es decir, siguiendo la metodología analítica 'davisiana'. Sin embargo, el sistema de relaciones que liga

a las formas del terreno con los restantes elementos del territorio introduce a la Fisiografía en el campo de las relaciones globales de la superficie terrestre, es decir geográficas.

Ambos enfoques representan, en cierto modo, el fenotipo y el genotipo (Allen y Starr, 1982), o el fenosistema y el criptosistema (González Bernáldez, 1981). En base a esta tesis, Pedraza *et al.* (1996a) consideran que las clasificaciones del relieve siguiendo un método fisiográfico (o clasificaciones fisiográficas) son una síntesis entre la 'vía geográfica' y la 'vía geológica'; es decir: entre lo estrictamente configuracional y lo estrictamente genético (figura 3.1)

Cuadro 3.1. Diferentes complejos territoriales definidos por las clasificaciones fisiográficas (el término 'unidad' tiene aquí un sentido genérico).

unidad geomorfológica, unidad morfológica, relieve (<i>landform, geomorphological unit, facet</i>)	Definida en base a criterios geológicos (litológicos y estructurales), y morfogenéticos, resultado de la actuación de los diferentes procesos geomorfológicos (actuales y pasados) sobre un sustrato. Se considera síntesis de las características territoriales, y por tanto suele ser la unidad de partida en la mayor parte de las clasificaciones. Muy utilizada en el ámbito anglosajón (Godfrey y Cleaves, 1991)
unidad de terreno, terreno (<i>terrain unit, terrain</i>)	Complejo abiótico más próximo a la superficie terrestre. Tiene también un significado eminentemente geológico-geomorfológico, muy cercano a objetivos de ingeniería y geotecnia (sistema sustrato-alterita-suelo); su utilización está más ligada a las Ciencias de la Tierra en los ámbitos anglosajones (Way, 1973; Mitchell, 1991)
unidad pedonomórfica o morfoedáfica (<i>pedonomorphic unit</i>)	Significado próximo a 'unidad de terreno', pero mejor caracterizada en términos edáficos. En realidad, se trata de una clasificación edáfica una perspectiva geológico-geomorfológica; desde este punto de vista, las clasificaciones en Ciencias de la Tierra presentan una mayor relación con aplicaciones agronómicas, forestales y ecológicas (Veatch, 1937)
unidad territorial, territorio (<i>land unit, land</i>)	Término con significado muy amplio, de carácter integral o de conjunto: área de la superficie terrestre que incluye sustrato, relieve, suelo, comunidades biológicas, y usos del suelo
unidad fisiográfica (<i>physiographic unit</i>)	Tiene un significado muy próximo al de 'unidad territorial', pero con un matiz más 'perceptivo'
unidad ecológica, ecosistema (<i>ecological unit, ecosystem</i>)	En principio designaba una unidad sistémica que consideraba la interacción entre los factores físicos (abióticos) y bióticos del medio (Tansley, 1935). Sin embargo, en la práctica se ha utilizado en un sentido biológico
geosistema (<i>géosystème</i>)	Definido por Sochava (1963) con el objeto de ofrecer una visión más equilibrada entre el medio físico y el biológico, habida cuenta del sesgo biótico que había tomado el concepto de 'ecosistema'
unidad ambiental (<i>environmental land unit</i>)	Parcela de territorio dentro de la cual la totalidad de los factores del medio, incluidos los usos antrópicos y los perceptivos, son homogéneos (González Bernáldez <i>et al.</i> , 1973)
unidad de paisaje, paisaje (<i>landscape unit, landscape, paysage, landschaft</i>)	Presenta dos significados distintos: uno eminentemente sistémico, como sistema o conjunto de elementos de un territorio ligados por una serie de relaciones (definición próxima a geosistema); y, de forma más extendida, en un sentido 'estético', 'visual' o 'perceptivo' (González Bernáldez, 1981)
unidad geográfica (<i>geographical unit</i>)	Conjunto territorial que agrupa aspectos de los medios abiótico, biótico, histórico y socioeconómico

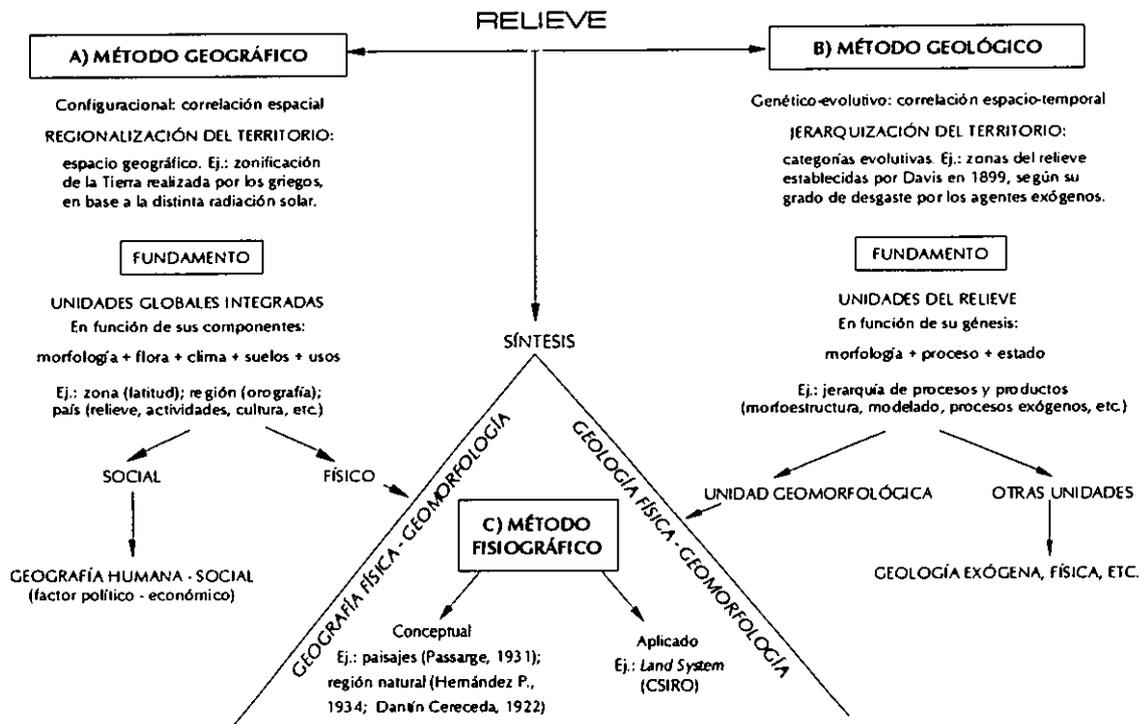


Figura 3.1. Métodos de clasificación fisiográfica del relieve, según criterios configuracionales y genéticos (en Pedraza et al., 1996a).

Las clasificaciones del relieve siguiendo una 'vía geográfica', dan prioridad a los aspectos configuracionales del mismo y delimitan unidades en base a las relaciones de posición entre todos los elementos o componentes del medio (clima, sustrato, morfología, hidrología, suelos, vegetación, incluso actividades antrópicas). Las porciones así definidas se denominan 'regiones', 'comarcas', y más recientemente 'geosistemas' o 'paisajes'. Ejemplos de clasificaciones geográficas podemos encontrarlos en: Herbertson (1905), Joerg (1914), Vinogradov *et al.* (1962), Bertrand (1968), Sochava (1974), o Martínez de Pisón (1977).

Wright (1972) ha criticado los métodos geográficos por entender que no producen clasificaciones en sentido estricto, ya que las clases que definen suelen considerar patrones recurrentes de relieve, suelo y vegetación, por lo que constituyen más bien una suma que una síntesis. Existe por tanto una escasa consideración acerca del 'individuo taxonómico', pues en realidad se diferencian 'complejos ambientales', más que elementos fisiográficos o geomorfológicos (Wright, *op. cit.*). Otra crítica que se les ha hecho es la utilización de diferentes elementos del medio como criterio para separar cada nivel jerárquico.

Las clasificaciones del relieve siguiendo la 'vía geológica', delimitan unidades mediante la asociación de formas del terreno según las interrelaciones mutuas entre agentes de la dinámica terrestre y las configuraciones presentes en el relieve. Ejemplo de ellas podemos encontrar en: Powell (1895), Fenneman (1916, 1928), Wooldridge (1932), Linton (1951), Godfrey (1977), Pedraza (1978), Van Zuidam y Van Zuidam (1979), Sayago (1982) o Godfrey y Cleaves (1991).

Realmente se cartografían unidades geológico-morfológicas, y se establecen patrones de relación con los otros parámetros del medio físico, pero éstos no se incluyen en la clasificación; es decir: utilizan los restantes atributos del medio (hidrología, suelos, vegetación, etc.) como descriptores de las unidades, pero no como definitorios de las mismas. La crítica que puede hacerse a este tipo de clasificaciones es que son excesivamente especializadas, particularizando en exceso los parámetros genético-evolutivos de las formas del terreno. Siendo muy aptas para la investigación básica en Geomorfología, resulta difícil establecer relaciones globales a partir de ellas, y por tanto su aplicación directa queda limitada.

En suma, una clasificación fisiográfica de la superficie terrestre debe basarse tanto en los aspectos configuracionales como genéticos del relieve. El peso de cada uno de esos atributos depende de la categoría o nivel jerárquico: en las unidades globales prima lo configuracional, en las particulares lo genético; lo primero posibilita las relaciones globales de distribución y asociación en la superficie terrestre (correlaciones geográficas), lo segundo posibilita relaciones particulares a nivel genético-evolutivo (correlaciones histórico-evolutivas o geológicas).

3.2.2. Aplicación

Desde una perspectiva funcional, las clasificaciones fisiográficas tratan de delimitar porciones homogéneas que se supone van a tener un comportamiento uniforme ante su uso por parte del hombre (Ramos *et al.*, 1979; Garzón, 1989).

Se trata en definitiva de reconocer unidades con un carácter sintético o sistémico (integrado), desde una óptica eminentemente aplicada. La forma más común de proceder en estas metodologías es la siguiente: inicialmente se diferencia la unidad a partir de fotografía aérea, y después se lleva a cabo su caracterización mediante trabajos de campo y laboratorio; dicha información suele quedar reflejada en una ficha descriptiva para cada unidad, en la que se definen los elementos o características ambientales (suelos, hidrología, vegetación, etc.); posteriormente se procede a su evaluación en términos intrínsecos o para un fin concreto.

Mitchell (1991) hace un tratamiento de los métodos de clasificación y evaluación territorial en función de su aplicación, señalando que este tipo de estudios deberían tener una perspectiva de conjunto; sin embargo en la práctica se han llevado a cabo para fines concretos, como por ejemplo:

- *Edafología, Agricultura y Recursos Forestales*

Constituyen los primeros estudios con carácter integrado, aplicados al desarrollo regional y a la mejora de los recursos agrícolas y forestales: Bourne (1931), Veatch (1933, 1937), Christian y Stewart (1968), FAO (1976).

- Ingeniería

La importancia de las condiciones del terreno para la ingeniería ha sido reconocida desde los orígenes de estas técnicas. El método más conocido de los desarrollados específicamente con fines ingenieriles es el sistema PUCE: *Pattern, Unit, Component, Evaluation* (Aitchison y Grant, 1967, 1968).

- Objetivos militares

La evaluación de las características del terreno con fines estratégicos también ha sido utilizada con frecuencia (defensa, geotecnia, movilidad de vehículos, etc.). El sistema más conocido es el desarrollado por el Oxford-MEXE (Beckett y Webster, 1965; Brink *et al.*, 1966).

- Planificación territorial

Muchos de los sistemas tradicionales aplicados para agricultura, ingeniería, etc., derivaron recientemente hacia los estudios de planificación territorial. Éste es el caso de los trabajos de: Hills (1961), Godfrey (1977), Sayago (1982), Grant (1982), Bailey (1983), Bailey *et al.* (1985), o Godfrey y Cleaves (1991).

- Valoración estética del paisaje

También aquí los estudios tradicionales, antaño orientados a objetivos de desarrollo, se adaptan ahora a lo que empieza a ser una demanda relevante: los estudios sobre calidad visual o estética del paisaje. Éste es el caso, por ejemplo, de la metodología PUCE transformada recientemente para evaluar la calidad del paisaje (Arnot y Grant, 1981).

- Otras aplicaciones

En realidad el espectro de aplicaciones de las clasificaciones territoriales es realmente amplio y, aparte de las señaladas, destacan sus aportaciones en estudios arqueológicos, hidrológicos, botánicos, o prospección de recursos naturales (ver Mitchell, 1991).

3.3. TIPOS DE CLASIFICACIONES: RESUMEN GENERAL

Las clasificaciones fisiográficas, o así denominadas por sus autores, son múltiples; en realidad casi tantas como escuelas o contextos académicos, por lo cual resulta muy difícil su estructuración en base a una metodología común. A pesar de lo anterior, aquí presentamos una agrupación de las mismas (cuadro 3.2), incluidas las españolas, para lo cual se han tenido en cuenta los siguientes criterios: objetivo, finalidad, procedimiento, escala, objeto de clasificación, unidad básica, y disciplina científica de donde proceden sus autores. Por otro lado, también se lleva a cabo un intento de correlación entre las categorías establecidas por diferentes clasificaciones (tabla 3.1).

Cuadro 3.2. Principales técnicas de clasificación y evaluación territorial por procedimientos fisiográficos, agrupadas según su metodología y finalidad. Basado en Crofts (1974).

	REGIONALIZACIONES GEOMORFOLÓGICAS	REGIONALIZACIONES GEOGRÁFICAS	PRIMEROS ESTUDIOS INTEGRADOS APLICADOS	CLASIFICACIONES MORFOGENÉTICAS
OBJETIVO	Definición de grandes regiones fisiográficas (geomorfológicas)	Clasificar la superficie terrestre desde una perspectiva integrada	Clasificación y evaluación de terrenos con objetivos ecológicos y forestales	Clasificación de las formas del relieve por su origen (mapa geomorfológico)
FINALIDAD	Académica y científica Aplicada subsidiariamente	Académica y científica	Agronómica y forestal	Académica Aplicabilidad indirecta
PROCEDIMIENTO	Síntesis a partir de información geológica y geomorfológica	Recopilación de información climática y geológica a pequeña escala	Reconocimiento e interpretación de unidades integradas partir de fotografías aéreas	Interpretación de fotografías aéreas Trabajo de campo Trabajo de gabinete
ESCALA	Continental a regional	Continental	Local y comarcal	Local
OBJETO DE CLASIFICACIÓN	Geología Geomorfolología	Superficie terrestre	Territorio Suelo	Relieve (<i>landform</i>)
UNIDAD BÁSICA	Divisiones fisiográficas, unidades geomorfológicas	<i>Natural regions</i>	<i>Site</i> <i>Feature</i> <i>Land type</i>	Elementos y unidades geomorfológicos
DISCIPLINA	Geología Geografía Física	Geografía	Ecología forestal Edafología	Geomorfología
REFERENCIAS	- Powell (1895) - Davis (1899a) - Bowman (1911) - Fenneman (1916, 1928) - Dantín Cereceda (1922) - Hernández-Pacheco (1934a) - Pedraza (1978)	- Herbertson (1905) - Joerg (1914)	- Unstead (1916, 1933) - Robinson (1929) - Bourne (1931) - Veatch (1933, 1937) - Milne (1935)	- Klimaszewsky (1956) - Tricart (1965) - Verstappen y Van Zuidam (1968) - CNRS (1970) - Demek (1972)

	CLASIFICACIONES MORFOLÓGICAS	CLASIFICACIONES Y EVALUACIONES DE TERRENOS	ESTUDIOS Y ANÁLISIS DEL PAISAJE	CLASIFICACIONES APLICADAS A PLANIFICACIÓN TERRITORIAL
OBJETIVO	Clasificación del relieve en base a su morfología; en casos, también por su génesis	Clasificación y evaluación del conjunto territorial más próximo a la superficie terrestre	Clasificación del paisaje, como síntesis del territorio o medio	Evaluación de capacidades y limitaciones de unidades territoriales sistémicas
FINALIDAD	Académica y docente Aplicada	Desarrollo regional Ingeniería Militar	Académica y aplicada	Planificación de diferentes usos en el territorio (<i>land use planning</i>)
PROCEDIMIENTO	Fotografía aérea Análisis del mapa topográfico Trabajos de campo	Reconocimiento de patrones de relieve a partir de fotografía aérea y satélite (militar) y chequeo en campo para definir unidades integradas	Fotografía aérea y chequeo en campo	Fotografía aérea y SIG Trabajos de campo y gabinete
ESCALA	Local; continental*	Local a regional	Escala completas	Local a regional
OBJETO DE CLASIFICACIÓN	Relieve (<i>landform</i>)	Territorio Terreno	Paisaje	Relieve Territorio
UNIDAD BÁSICA	<i>Facet</i>	<i>Land system</i> <i>Land facet</i> <i>Terrain unit</i>	Geotopo <i>Urochishche</i>	Unidad fisiográfica, ecológica, ambiental
DISCIPLINA	Geografía Geomorfolología	Equipos multidisciplinares Ciencias de la Tierra	Geografía	Ingenierías Ciencias de la Tierra Ecología
REFERENCIAS	- Wooldridge (1932) - Linton (1951) - Hammond (1954)* - Waters (1958) - Savigear (1965) - Dalrymple et al. (1968)	- Christian (1958) - Beckett y Webster (1965) - Brink et al. (1966) - Aitchison y Grant (1967) - Christian y Stewart (1968)	- Vinogradov et al. (1962) - Neef (1963) - Haase (1964) - Bertrand (1968) - Sochava (1974) - M. de Pisón (1977) - Bolós (1992)	- Hills (1961) - G. Bernáldez et al. (1973) - Tricart (1973) - Crofts (1974) - Godfrey (1977) - Laut et al. (1977) - Tricart y Kilian (1979) - V.Z y Van Zuidam (1979) - Arnot y Grant (1981) - Sayago (1982) - Howard y Mitchell (1985) - Cendrero y D.de Terán (1987) - Godfrey y Cleaves (1991)

Tabla 3.1. Categorías definidas por las diferentes clasificaciones fisiográficas; (1) Escala más común de representación; (2) Magnitud aproximada de cada unidad. (a) Escuelas anglosajonas.

CLASIFICACIONES	(1)	< 1:20.000.000	≥ 1:20.000.000	≥ 1:5.000.000	≥ 1:2.000.000	≥ 1: 500.000	≥ 1:100.000	≥ 1:25.000
	(2)	10 ⁶ km ²	10 ⁵ km ²	10 ⁴ km ²	10 ³ km ²	10 ² km ²	1-10 km ²	10 ⁻² km ²
Powell (1895)				<i>Physiographical region</i>				
Davis (1899a)				<i>Physical division</i>				
Bowman (1911)				<i>Physiographical province</i>				
Herbertson (1905)		<i>Natural region</i>						
Fenneman (1916, 1928)			<i>Major division</i>	<i>Province</i>	<i>Section / region</i>	<i>District</i>		
Unstead (1916, 1933)		<i>Major region</i>	<i>Minor region</i>	<i>Subregion</i>	<i>Tract group</i>	<i>Tract</i>	<i>Stow</i>	<i>Feature</i>
Bourne (1931)							<i>Region</i>	<i>Site</i>
Wooldridge (1932)								<i>Facet</i>
Milne (1935)							<i>Catena</i>	
Veatch (1937)							<i>Land type</i>	
Linton (1951)			<i>Division</i>	<i>Province</i>	<i>Section</i>	<i>Tract</i>	<i>Stow</i>	<i>Site</i>
Waters (1958); Savigear (1965)								<i>Facet</i>
Christian y Stewart (1968)						<i>Land system</i>	<i>Land unit</i>	<i>Site</i>
Hills (1961)					<i>Zone</i>	<i>Subzone</i>	<i>Physiographic class</i>	<i>Physiographic type</i>
Beckett y Webster (1965)					<i>Land region</i>	<i>Land system</i>	<i>Land facet</i>	<i>Land element</i>
Brink et al. (1966)		<i>Land zone</i>	<i>Land division</i>	<i>Land province</i>	<i>Land region</i>	<i>Land system</i>	<i>Land facet</i>	<i>Land element</i>
Aitchison y Grant (1967)				<i>Terrain province</i>		<i>Terrain pattern</i>	<i>Terrain unit</i>	<i>Terrain component</i>
Dalrymple et al. (1968)								<i>Landsurface unit</i>
Lacate (1969)					<i>Land region</i>	<i>Land district</i>	<i>Land system</i>	<i>Land type</i>
Godfrey (1977)				<i>Province</i>	<i>Section</i>	<i>Subsection</i>	<i>Land type</i>	<i>Topographic element</i>
Van Zuidam y Van Zuidam (1979)				<i>Geomorphological province</i>		<i>Main geomorphological unit</i>	<i>Geomorphological unit</i>	<i>Geomorphological detail</i>
Sayago (1982)				<i>Provincia geomorfológica</i>	<i>Región geomorfológica</i>	<i>Asociación geomorfológica</i>	<i>Unidad geomorfológica</i>	<i>Elemento geomorfológico</i>
Bailey (1983)		<i>Domain</i>	<i>Division</i>	<i>Provinces</i>	<i>Section</i>			
Godfrey y Cleaves (1991)		<i>Realm</i>	<i>Major division</i>	<i>Province</i>	<i>Section / region</i>	<i>District</i>	<i>Area</i>	<i>Zone</i>

Tabla 3.1. (continuación). (b) Escuelas centroeuropeas y de Europa del Este.

CLASIFICACIONES	(1)	< 1:20.000.000	≥ 1:20.000.000	≥ 1:5.000.000	≥ 1:2.000.000	≥ 1:500.000	≥ 1:100.000	≥ 1:25.000
	(2)	10 ⁶ km ²	10 ⁵ km ²	10 ⁴ km ²	10 ³ km ²	10 ² km ²	1-10 km ²	10 ⁻² km ²
Dokuchaev (1899)				Landscape zone				
Vinogradov et al. (1962)	Zone	Subzone	Provinz	Landschaft	Mestnost	Urochishche	Facies	
Neef (1963)	Geosphere	Georegion	Megachore	Makrochore	Mesochore	Mikrochore		
Haase (1964)				Makrochore	Mesochore	Mikrochore		
Bertrand (1968)		Zona	Dominio	Región natural	Geosistema	Geofacies	Geotopo	
Pecsi y Somogyi (1969)	Geozone	Subcontinent	Megaregion	Macroregion	Mesoregion	Microregion	Ecological facies	
		Geomorphological system	Geomorphological macroarea/megaarea	Geomorphological macroregion	Geomorphological mesoregion	Geomorphological microregion	Morphofacies	
Sochava (1974)	Kontinente	Zone	Provinz	Landschaft				

Tabla 3.1. (continuación). (c) Clasificaciones y regionalizaciones en España.

CLASIFICACIONES	(1)	< 1:2.000.000	≥ 1:2.000.000	≥ 1:500.000	≥ 1:100.000	≥ 1:25.000
	(2)	10 ⁴ km ²	10 ³ km ²	10 ² km ²	1-10 km ²	10 ⁻² km ²
Dantín Cereceda (1922)			Región natural	Comarca natural		
Hernández-Pacheco (1934a, 1955-56)	País o zona fisiográfica		Región natural	Comarca natural		
Unstead (1926)			Región geográfica			
González Bernáldez et al. (1973)					Unidad ambiental	
Martínez de Pisón (1977)	Grandes regiones naturales	Unidad fisiográfica		Comarca	Unidad menor	
Pedraza (1978)	Conjunto geológico	Conjunto geomorfológico (o.s.)		Conjunto geomorfológico (o.i.)	Unidad geomorfológica	Elemento geomorfológico
Pedraza y Garzón (1978)	Conjunto geológico			Domínio del relieve		Elemento del relieve
Cabra et al. (1983)					Sistema geológico-morfo-genético	Unidad morfológica
Moreno Sanz y Sanz Donaire (1983)				Comarcas geomorfológicas		
Gallardo y Pérez González (1983)		Unidad geológico-estructural		Región fisiográfica		
Boluda et al. (1984)		Sistema de paisaje		Patrón de paisaje	Unidad de paisaje	
Cendrero y Díaz de Terán (1987)		Ambiente morfodinámico		Sistema morfodinámico	Unidad morfodinámica	Elemento morfodinámico
Ibáñez et al. (1987)		Geosistema		Morfosistema	Ecotopo potencial	Ecotopo real
C. León (ref. Pedraza y Garzón, 1978)	Región estructural	Provincia geomorfológica		Terreno tipo	Unidad geomorfológica	Forma elemental

3.4. EJEMPLOS DE MÉTODOS FISIOGRÁFICOS O SIMILARES APLICADOS EN PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Del conjunto de procedimientos recogidos en el cuadro 3.2, interesan aquí aquellos más relacionados con los ámbitos de Ciencias de la Tierra, y que a su vez tengan una propuesta o estructura en forma de método aplicado a la planificación territorial. Esos procedimientos presentan dos fases bien definidas: clasificación y evaluación-diagnóstico territorial.

- *El método para planificación de áreas forestales en Canadá*

Se trata de la primera transformación que sufriera la metodología CSIRO (Hills, 1961) para su aplicación en planeamiento territorial en sentido genérico, de modo que puede considerarse pionera. En su desarrollo incluye tanto la clasificación del territorio, como la evaluación de las unidades obtenidas según su potencialidad para usos múltiples, alternativos o combinados, y bajo diferentes niveles o condiciones de ordenación.

La clasificación establece las siguientes categorías (de mayor a menor rango espacial): 'zonas' en base a criterios climáticos; 'subzonas' según caracteres geológicos-geomorfológicos; 'clases fisiográficas' introduciendo para ello propiedades edáficas; y 'tipos totales' considerando la vegetación (ver Ramos *et al.*, 1979).

La evaluación considera usos muy condicionados por la labor profesional del autor, dedicado a la planificación territorial en áreas forestales, así: agricultura, silvicultura, reservas naturales y recreo.

Para cada unidad menor (tipos o clases fisiográficos) se determina el uso potencial en términos de 'capacidad' (potencial productivo, aunque habitualmente se mide por el grado de ausencia de limitaciones para el desarrollo de la actividad), 'adecuación' (esfuerzo para poner en práctica el uso) y 'viabilidad' (grado de conveniencia en función de los condicionantes socioeconómicos vigentes). Por último se recomienda un uso determinado que, de ser compatible con otros, precisará definir las prioridades.

La clasificación está categorizada pero no jerarquizada en sentido estricto, en tanto no existen relaciones genéticas entre las diferentes unidades. Respecto a la evaluación, es un procedimiento ideal para zonas forestales; de hecho esa metodología fue extendida al conjunto de Canadá (Lacate, 1969; en Aguiló *et al.*, 1992). No es adecuada en cambio para un diagnóstico global o intrínseco del territorio.

- *Las unidades ambientales*

Los estudios llevados a cabo por González Bernáldez *et al.* (1973), son la base metodológica para la posterior elaboración del *Plan Especial de Protección del Medio Físico de la Provincia*

de Madrid (Gómez Orea, 1975). El trabajo parte una vez más de la metodología CSIRO, y realiza un procedimiento de clasificación y evaluación territorial que ha llegado a ser muy conocido y utilizado en nuestro país (ver también Díaz Pineda *et al.*, 1973).

La primera fase culmina con la delimitación de porciones territoriales homogéneas, obtenidas mediante la integración de parámetros del inventario. Dichas porciones se denominan 'unidades ambientales' y se definen por sus rasgos geomorfológicos y de vegetación, si bien aglutinan el conjunto de propiedades del medio físico; los primeros constituyen la síntesis de la gea (homogeneidad de relieve, litología, hidrología, suelos, procesos, etc.), y los tipos de vegetación sintetizan las características bióticas, y los usos del suelo (productividad, comunidades animales y vegetales, etc). Esta homogeneidad respecto a ambos factores implica también la perceptiva, y por ende paisajística, constituyendo la parte visible del ecosistema o 'fenosistema' (Díaz Pineda *et al.*, 1973).

Las unidades ambientales no son el resultado de la simple superposición de información vectorial, sino que proceden de un trabajo progresivo e integrado: primero se estudian las características de la gea, sobre las que se superpone la información de suelos, la vegetación y las biocenosis animales. Resultan así zonas homogéneas desde el punto de vista físico y biológico, dado que existe una pauta repetitiva en los parámetros implicados (topografía, suelos, y vegetación), que sirve como síntesis de los caracteres más notables obtenidos de los análisis temáticos. Para cada unidad ambiental se elabora una ficha descriptiva, que sintetiza sus atributos naturales más destacables.

La fase de evaluación simula el comportamiento de las diferentes unidades ambientales (propiedades de conservación, esparcimiento, productividad, valores culturales y estéticos, contaminación, erosionabilidad) ante varios usos hipotéticos. Se trata de un análisis mediante matrices de impactos, que describen el cambio de valor frente a los usos supuestos: cada unidad tiene inicialmente un valor (V_a) —que se supone es resultado de los componentes de ese vector (V_i) o distintos aspectos de la calidad ambiental (culturales, estéticos, de conservación, etc.)—, el cual resulta modificado al simular una serie de actuaciones.

Según su respuesta, las unidades ambientales se agrupan en conjuntos que presentan un comportamiento similar, denominados 'áreas de diagnóstico'; éstas se clasifican mediante criterios ecológicos, estético-culturales, y de productividad. Sobre cada área de diagnóstico se asignan finalmente unos niveles de uso recomendables, así como unas limitaciones de uso.

En resumen, el método se aproxima mucho a los procedimientos paramétricos, puesto que define información temática de partida; sin embargo, la integración de esos contenidos se lleva a cabo de forma progresiva y razonada. La clasificación no define categorías diferentes, y por tanto tampoco está jerarquizada. Es ideal para trabajos a escalas medias y detalladas, y más limitado para grandes extensiones.

- El mapa geomorfológico con fines aplicados en Escocia

Los trabajos de Crofts (1974), constituyen un buen ejemplo de transformación de un mapa geomorfológico en otros útiles para planificación. El objetivo de esta transformación es simplificar la información geomorfológica para su uso por profesionales no especialistas en esta ciencia. El tipo y nivel de transformación debe de ser aquél que requieran los objetivos y la escala del mapa: propiedades ingenieriles de los materiales, condiciones hidrológicas, características edáficas, etc.

Crofts (*op. cit.*) parte de un mapa geomorfológico detallado, que contiene la información habitual de este tipo de documentos (morfográfica, morfogenética, y morfodinámica) completada mediante datos acerca de la litología y la estructura. La complicación que surge al intentar mezclar datos genéticos y descriptivos, se resuelve mediante la separación conveniente de dicha información en dos mapas: uno refleja las propiedades exclusivamente interpretativas o genético-cronológicas; el otro, aquéllas útiles para su aplicabilidad.

El procedimiento concreto asimila las unidades morfogenéticas (símbolos) a polígonos, conservando su homogeneidad genética, de materiales (litología), y de morfología; en definitiva, se trata de sustituir símbolos por áreas. Una vez realizado ese cambio, obtiene los siguientes mapas derivados:

- a) A partir del mapa inicial, puede elaborarse otro más claro, que hace hincapié únicamente en la génesis y evolución del relieve (relaciones proceso-tiempo-espacio).
- b) Mapas de clasificación territorial como base para su posterior evaluación.
- c) Obtención de mapas de carácter aplicado, tales como: evaluación de recursos (hídricos, edáficos, minerales y rocas, etc.); de riesgos (inundabilidad, procesos gravitacionales, etc.); de limitaciones ingenieriles y de construcción; etc.

Finalmente, con toda esta información se procede a realizar la evaluación territorial, obteniendo mapas de potencialidad, capacidad, vulnerabilidad, limitaciones, etc., para diferentes usos.

Así pues, este trabajo confirma la validez del mapa geomorfológico para usos aplicados, mediante sencillas transformaciones. Trabaja a escalas estandarizadas, y por tanto no presenta una jerarquía de unidades; por último, la evaluación es tanto intrínseca (valoración) como en función de los objetivos (evaluación s.s.).

- Los trabajos geomorfológicos para planificación territorial en Francia

En 1973 Tricart proponía una metodología para el estudio del medio natural enfocado a la planificación y, en ella la intervención geomorfológica (información morfogenética) se

consideraba decisiva. Con respecto a otras metodologías, introduce dos aspectos novedosos: el estudio de las actividades antrópicas y de su influencia en la dinámica natural; y la elaboración de un diagnóstico según el 'grado de estabilidad morfodinámica' a partir del análisis de los sistemas morfogenéticos y la interferencia antrópica.

En base a las necesidades del ordenamiento ecológico, y siguiendo parcialmente los conceptos de 'biostasia' y 'rexiestasia' de Erhart (1956), Tricart y Kilian (1979) proponen una clasificación del medio natural en términos de estabilidad. Para estos autores la planificación y gestión territorial consisten en la sustitución de una dinámica del territorio por otra, y sostienen por tanto que es clave distinguir el grado de estabilidad de los sistemas. Por ello diferencian:

- Medios estables. Se caracterizan por unos sistemas morfogenéticos donde la meteorización química es dominante, y por tanto el balance morfogénesis-edafoogénesis es completamente favorable al segundo. Se corresponden con los estadios de 'biostasia' de Erhart (1956).
- Medios inestables. El balance morfogénesis-edafoogénesis se decanta de manera muy pronunciada en favor de la morfogénesis, hasta el punto de ser el elemento predominante de la dinámica natural. Corresponderían al estadio de 'rexiestasia' de Erhart (1956).
- Medios intergrados. Forman un continuo entre los dos anteriores. Se caracterizan por una interferencia entre la edafoogénesis y la morfogénesis sin que domine claramente ninguno de los dos procesos. Se trata, por tanto, de los medios donde el ordenamiento es más delicado y decisivo.

Normalmente estas situaciones aparecen en forma de mosaico heterogéneo en territorios donde se asocian áreas cuya dinámica es muy contrastada. La importancia del ordenamiento de las actividades humanas en estas zonas (agrarias, forestales, infraestructuras, etc.) es decisiva, precisamente porque puede modificar la tendencia en uno u otro sentido.

El conjunto de documentos propuesto por estos autores incluye la elaboración de: cartografía y diagnóstico morfoedáficos; cartografía hidromorfológica; mapa de presiones o limitaciones de uso (edáficos, morfodinámicos o hídricos); mapa de propuestas de ordenamiento.

Este método presenta la limitación de no ser un sistema jerarquizado ni categorizado de clasificación. Por contra, el diagnóstico del territorio en 'grados de estabilidad' puede considerarse una verdadera evaluación de carácter geomorfológico.

- El sistema holandés del ITC

Este método (Van Zuidam y Van Zuidam, 1979) utiliza la fotointerpretación para la obtención directa de unidades morfogenéticas con diferente categoría que, de mayor a menor rango, son:

‘provincias’, ‘sistemas’, y ‘unidades geomorfológicas’. En función de determinados parámetros o atributos (los que determine el objetivo del estudio o la investigación), las unidades pueden subdividirse en otras menores: elementos geomorfológicos (también denominados detalles o componentes), para cuya definición puede precisar muestreos paramétricos (mapas complementarios).

El proceso de evaluación comienza con la selección de características o propiedades del terreno relacionadas con el objetivo específico del estudio. Posteriormente se procede a la valoración de esas características en función de su aptitud o limitación para los objetivos propuestos (similar a los modelos de capacidad-impacto); desarrolla por tanto un procedimiento de evaluación estandarizado en planificación.

El método, polarizado hacia trabajos de ordenación y conservación, está diseñado con el objetivo de ser utilizable en cualquier parte del mundo y a diferentes escalas; puede considerarse sencillo y flexible, con una base geomorfológica.

- Métodos para planificación territorial del grupo de Geomorfología de la UCM

De un trabajo de investigación básica para la zona de enlace entre las sierras de Gredos y Guadarrama, surge un sistema de clasificación del relieve en niveles jerárquicos, aplicable al conjunto de la Península Ibérica (Pedraza, 1978). Las categorías que incluye son: conjuntos geológicos, conjuntos geomorfológicos de orden superior, conjuntos geomorfológicos de orden inferior, unidades geomorfológicas y elementos geomorfológicos; categorías que fueron precisadas en trabajos posteriores (Centeno, 1987; Pedraza *et al.*, 1996a), fundamentalmente en lo referente a los tipos de elementos.

En principio se trata de un método eminentemente teórico (clasificación geomorfológica con base génética y evolutiva), pero transformable para su uso en planificación territorial a diferentes niveles, desde escala suprarregional y regional (conjuntos geológicos y geomorfológicos) hasta local (elementos geomorfológicos).

Pedraza y Garzón (1978) describen las bases de su aplicabilidad al simplificar y reducir las categorías a tres: ‘conjuntos geológicos’, como unidades básicas para definir grandes regiones naturales; ‘dominios del relieve’, válidos a nivel comarcal; y ‘elementos del relieve’, útiles para las escalas local y de proyectos. Pedraza (1982) incide de nuevo en la aplicabilidad de esas unidades: propone la ‘unidad geomorfológica’ para la planificación básica de usos y los ‘conjuntos geomorfológicos de orden inferior’ como base para la definición de unidades fisiográficas.

En la aplicación real de esa clasificación a trabajos de planeamiento local y municipal (Garzón y Pedraza, 1977; Bartolomé *et al.*, 1980), las unidades de mayor rango se utilizan para la correlación del territorio desde un punto de vista regional; a nivel de gestión la unidad elegida

fueron los 'elementos geomorfológicos' (elementos del relieve, facetas morfológicas), definidos a escalas entre 1:25.000 y 1:10.000. En otros casos (Lafuente *et al.*, 1981), es la 'unidad geomorfológica' (dominios del relieve) la base para la propuesta de clasificación. En el *Mapa Fisiográfico de Madrid* (Pedraza *et al.*, 1986), se definen 'unidades fisiográficas' a escala 1:200.000 a partir de las 'unidades geomorfológicas' de Pedraza (1978), o los 'dominios del relieve' de Pedraza y Garzón (1978).

Los procedimientos de clasificación y evaluación posteriores siguen, en general, las pautas marcadas por el trabajo de González Bernáldez *et al.* (1973): las unidades geomorfológicas sirven como base para la definición de unidades ambientales, previa caracterización mediante fichas, tablas, etc. Dichas unidades son valoradas según su capacidad y limitación a diferentes usos (industria, vivienda, minería, agricultura, ganadería, forestal, ocio, etc.), en matrices de impactos (ver Bartolome *et al.*, 1980); a partir de su comportamiento se transforman en unas unidades de diagnóstico.

Como síntesis, se trata de un método jerarquizado que permite llevar a cabo una clasificación territorial progresiva desde un punto de vista espacial y geográfico, apto por tanto para trabajos científicos; su utilidad directa en planificación es aceptable para escalas pequeñas y medias, pero escasa en ámbitos locales y de gestión; presenta por tanto su mayor debilidad en la definición de categorías menores, y en su transformación como unidades básicas de actuación-gestión.

- Los trabajos de la CSIRO para planificación territorial en Australia

Los 'sistemas territoriales' de la CSIRO (Christian, 1958; Christian y Stewart, 1953, 1968) aplicados al desarrollo regional de extensas áreas del territorio australiano, prácticamente vírgenes hasta entonces, han tenido que adaptarse a nuevas demandas: planificación territorial, planificación urbana y conservación. La interpretación de las cualidades y procesos del medio, ahora está enfocada no sólo a un aprovechamiento de los recursos, sino también a comprender la degradación o estabilidad del territorio.

Con estos propósitos se han ampliado las cartografías hacia escalas más detalladas (Laut *et al.*, 1977; Christian, 1982); incluso han variado las metodologías aproximándose a la analítica o paramétrica, ya que el tratamiento informático ha permitido agilizar los trabajos y aumentar la capacidad de almacenamiento de la información. Otra variante del método, ha sido la incorporación de imágenes Landsat a la clasificación (Laut *et al.*, 1977; en Christian, 1982). La información de los originales *land system* se chequea, y las unidades se redefinen en base a las imágenes de satélite.

De mayor a menor, la nueva clasificación comprende las siguientes categorías: 'provincia ambiental', 'región ambiental', 'asociación ambiental', y 'unidad ambiental'. La definición de

unidades en cada nivel incluye geomorfología, clima, vegetación, usos del suelo, agua subterránea, agua superficial, suelo y características culturales.

Como ocurriera inicialmente, la definición de 'complejos ambientales' sigue impidiendo la construcción de una jerarquía coherente, en tanto los objetivos priman sobre el método. La utilización de la imagen de satélite a pequeña escala puede considerarse una aportación adecuada.

- *La clasificación del relieve para planificación en Argentina*

Sayago (1982) lleva a cabo un procedimiento de clasificación del relieve en la región de Tucumán (Argentina) basado en los trabajos de Laut *et al.* (1977) y, por tanto, combinando el uso de la fotografía aérea con la imagen de satélite. Define una escala cuyas categorías se utilizan como punto de partida para establecer unidades integradas (ambientales o de paisaje); de mayor a menor son: 'provincia geomorfológica', 'región geomorfológica', 'asociación geomorfológica', 'unidad geomorfológica' y 'elementos del relieve'.

La evaluación consiste en describir las características esenciales de cada unidad para la planificación territorial en sentido amplio (litología, relieve, agua, suelo, vegetación); esas propiedades se utilizan como base para establecer aptitudes o limitaciones: productividad agrícola, recursos hidrológicos, conservación de suelos, riesgos, espacios naturales, etc.

Como aspectos interesantes incluye un sistema de clasificación jerárquizado y geomorfológico, punto de partida para definir unidades integradas, y una discusión acerca de los niveles de detalle y escalas de mapificación. En cambio, la evaluación se aproxima a las más estandarizadas en desarrollo regional y planificación.

- *El sistema PUCE aplicado a planificación territorial en Australia*

El Sistema PUCE (*Pattern, Unit, Component, Element*) surge inicialmente para trabajos de ingeniería civil dentro de la propia CSIRO (Aitchison y Grant, 1967; ref. 1968). A partir de finales de la década de 1970 se polariza su aplicación a la planificación territorial en sentido amplio (regional, urbana). Así lo reflejan múltiples trabajos: Grant y Finlayson (1978), Arnot y Grant (1981), Grant (1982), y Finlayson y Buckland (1987).

Para la clasificación territorial se procede de forma similar a los trabajos originales de la CSIRO: llevan a cabo la interpretación de la fotografía aérea diferenciando unidades geomorfológicas (*landforms*), las cuales son posteriormente descritas y caracterizadas de forma paramétrica mediante tablas. Esas unidades son evaluadas finalmente en términos de capacidades y limitaciones para diferentes usos, según los procedimientos más estandarizados de planificación territorial (modelos capacidad-vulnerabilidad).

No produce una jerarquía en sentido estricto, pero presenta un sistema de clasificación taxonómico que sigue un razonamiento próximo a la clasificación de suelos americana (*Soil Taxonomy*) y reduce la subjetividad del proceso. Las valoraciones, inicialmente sesgadas hacia fines de obras públicas, introducen ahora aspectos como la conservación o la evaluación de la calidad visual del paisaje.

- La transformación de la metodología Oxford-MEXE para planificación territorial en el Reino Unido

Se trata de una síntesis de los diferentes sistemas de clasificación y evaluación territorial surgidos en el ámbito del Oxford-MEXE con fines de ingeniería civil y militar (Beckett y Webster, 1965; Brink *et al.*, 1966) que, a su vez, procedían de la metodología CSIRO.

Su aplicación más reciente deriva hacia la planificación territorial, siguiendo básicamente el mismo procedimiento que los originales *land surveys* australianos: definición de unidades homogéneas por fotointerpretación, descripción-caracterización, y posterior evaluación en términos de aptitudes y limitaciones, si bien ahora se completan con técnicas de teledetección y SIG (Howard y Mitchell, 1985; en Mitchell, 1991).

El procedimiento así planteado es muy versátil en su utilidad. Aunque establece unas categorías, no produce unidades integradas en sentido estricto (p. ej., a pequeña escala utiliza exclusivamente criterios climáticos).

- Metodología sintética del Grupo de Análisis Ambiental de la Universidad de Cantabria

Tiene como precedente fundamental la metodología CSIRO así como la adaptación realizada por González Bernáldez *et al.* (1973), y ha sido perfeccionada a partir de numerosos trabajos del propio equipo (Cendrero, 1975; Cendrero *et al.*, 1976; Díaz de Terán, 1985; Cendrero *et al.*, 1986); se basa además en los ensayos de Cartografía Geocientífica del Potencial del Medio Natural de Lüttig (ver Lüttig, 1980) y en los desarrollos del *Bureau of Economic Geology of the University of Texas*.

Como el resto de las metodologías, bien directamente bien a partir de información temática, procede a jerarquizar el territorio en diferentes categorías de 'unidades morfodinámicas': 'ambientes', 'sistemas', 'unidades' y 'elementos'. Dichas unidades se describen según una serie de 'variables características', que son propiedades o parámetros intrínsecos del terreno directamente observables o medibles (por fotointerpretación, campo, etc.). Ejemplo de variables características son: litología, pendiente, profundidad del nivel freático, textura de los suelos, etc.

Estas unidades morfodinámicas se evalúan posteriormente en términos intrínsecos de 'cualidades significativas', que son propiedades complejas (parámetros interpretativos) resultado de la interacción entre variables características (evaluación-ponderación-agregación y superposición-combinación de los diversos factores descriptivos de cada unidad) y tienen una influencia directa en la capacidad del terreno para soportar determinados usos. Son ejemplo de estas cualidades: erosionabilidad del terreno, vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, calidad del paisaje, etc. (Cendrero y Díaz de Terán, 1987). Estos mapas posibilitan realizar ya orientaciones y prescripciones de uso.

El procedimiento puede continuar evaluando la adecuación de las unidades morfodinámicas para diferentes usos; para ello elabora modelos de capacidad e impacto en función de las 'variables características' y 'cualidades significativas'. Sobre la bases de esta evaluación se realiza una nueva generación de mapas: prescriptivos o de recomendaciones (mapa de orientaciones), y de restricciones de uso (mapa de limitaciones).

Desde el punto de vista de la consideración de las aportaciones desde las Ciencias de la Tierra a estos trabajos, el proceso de valoración-evaluación es más completo que el de otros procedimientos de planificación ecológica, en tanto diferencia claramente valoraciones intrínsecas y evaluaciones *ad hoc*. No produce en cambio una clasificación jerárquica en sentido estricto, en tanto los criterios para definir las unidades son variables en naturaleza, rango y categoría.

- Las aproximaciones fisiográficas para planeamiento en EEUU

Se trata de una actualización de los trabajos que realizara Fenneman (1916, 1928) siguiendo las metodologías de regionalizaciones fisiográficas, desarrolladas en EEUU a finales del siglo XIX y principios del XX (Salisbury, 1907). Esta actualización tiene unos objetivos de planificación territorial y se realizó en dos etapas; la primera corresponde al trabajo de Godfrey (1977), y la segunda al de Godfrey y Cleaves (1991).

La clasificación de Godfrey (1977) define una verdadera jerarquía, que mantiene relaciones genéticas entre sus tipos y categorías: 'provincias', 'secciones', 'subsecciones', 'tipos territoriales' y 'elementos topográficos'. Los pasos a seguir son los siguientes: definir el área de estudio y los objetivos que se desean alcanzar; determinar el orden de unidad fisiográfica más adecuado a las necesidades del planeamiento problema; delimitar las unidades fisiográficas en base a su homogeneidad litológica, estructural y de historia geomorfológica (clasificación); describir las unidades con trabajo adicional (de campo, por ejemplo); y realizar un proceso evaluatorio de dichas unidades, estableciendo mapas interpretativos (capacidades y limitaciones para el objetivo propuesto).

En cuanto a la clasificación fisiográfica de Godfrey y Cleaves (1991), incide en el perfeccionamiento de la jerarquización y diferencia ahora once niveles que abarcan desde el continental hasta las microformas de la superficie terrestre; el nivel taxonómico más adecuado se escoge en función de los objetivos. Una vez cartografiadas las unidades se describen en detalle (forma, procesos, pendientes, saprolito, humedad del suelo, etc.), y en función de esa descripción y los objetivos, se evalúan las capacidades y limitaciones del territorio para diferentes usos.

Son varios los aspectos destacados de la propuesta de Godfrey y Cleaves (*op. cit.*), en especial lo completo de la jerarquización territorial. Sin embargo, para fines aplicados llega a ser excesivo el número de categorías. Es interesante también el tratamiento que hace de los aspectos dinámicos; así, para conocer estados y tendencias de equilibrio del territorio (evolución previsible) ante la interferencia con las actuaciones humanas, se presta especial atención a los procesos geomorfológicos que actúan y han actuado a lo largo de la historia geológica de la región considerada.

3.5. SÍNTESIS

La heterogeneidad de las jerarquizaciones fisiográficas es un hecho evidente; si bien, en todas ellas aparecen una serie de categorías más o menos estandarizadas y correlacionables. Este hecho puede deberse a los 'diferentes niveles de información' que posibilita la organización geológico-geomorfológica de la superficie terrestre: algunos son más o menos evidentes, caso de las grandes morfoestructuras continentales (cordilleras, escudos) o de las 'facetas del relieve'; otros, como las unidades geomorfológicas, no lo son. También hay razones metodológicas: siempre que se llevó a cabo un nuevo intento de sistemática, la influencia de los niveles definidos por clasificaciones previas fue notoria.

En cualquier caso puede decirse que las clasificaciones fisiográficas presentan un tratamiento adecuado a través del análisis fractal (Mandelbrot, 1983): la homogeneidad fisiográfica es una cuestión estocástica, un constructo estadístico (Guzzetti y Reichenbach, 1994). Admitiendo esa tesis, la herramienta fundamental de trabajo son los modelos digitales del terreno (DTM o DEM) y su nivel de detalle aquél que permita realizar descripciones o clasificaciones a diferentes escalas. Outcalt *et al.* (1994), por ejemplo, han comparado las tradicionales 'provincias fisiográficas' de Fenneman (1916, 1928) con 'regiones morfométricas' obtenidas a partir de MDT, encontrando una correlación elevada entre ambas.

En el caso de las clasificaciones desarrolladas con fines aplicados, lo más normal es que las categorías se hayan supeditado o condicionado a los objetivos. Dada la preponderancia de esos fines aplicados, a partir del segundo tercio del siglo XX las clasificaciones metodológicas pasaron a un segundo plano y, en consecuencia, las consideraciones acerca de la unidad taxonómica en Ciencias de la Tierra.

Wright (1972) ha escrito acerca de este particular y señala que los trabajos de Wooldridge (1932) y Linton (1951) son de los pocos que consideran esa cuestión. Basados en las ideas de Davis (1899b), esos autores definieron unas unidades con homogeneidad morfológica y genética intrínseca (material, forma, edad y origen).

Por lo que respecta a las evaluaciones para planificación territorial, éstas se han realizado a dos niveles: unas dando prioridad a las cualidades intrínsecas del medio, otras siguiendo el esquema tradicional que priorizan dichas cualidades en función de unos fines predeterminados (evaluaciones *ad hoc*).

Las primeras normalmente utilizan una serie de criterios 'objetivos'; es el caso de los establecidos por González Bernáldez *et al.* (1973) para los sistemas bióticos: integridad, diversidad, complejidad, naturalidad, rareza, etc. Esas valoraciones se sirven con frecuencia de una serie de parámetros, denominados 'indicadores', definidos como variables escogidas por su aptitud para describir un aspecto concreto del medio (Ramos *et al.*, 1987). Los más conocidos proceden del campo de las Ciencias Biológicas (organismos que se utilizan para poner de manifiesto diferentes propiedades del territorio). Pero también recientemente se han definido en el campo de las Ciencias de la Tierra unos 'geoindicadores' de cambios ambientales recientes en los sistemas terrestres (Berger y Iams, 1996): fluctuaciones glaciares, erosión del suelo, variaciones en canales fluviales, calidad del agua, etc.

Sin embargo, en planificación territorial han sido más comunes las evaluaciones en función de unos usos o actividades potenciales o efectivas: modelos de aptitud-capacidad, y vulnerabilidad-impacto.

Determinados autores (Ruxton, 1968; Tricart y Kilian, 1979; Godfrey y Cleaves, 1991) han insistido en un aspecto apenas considerado en planificación territorial y estudios del medio físico: el valor que tienen como indicador de 'estados de equilibrio' las tendencias evolutivas de los sistemas geomorfológicos. Las evaluaciones en estos términos, precisan entonces de clasificaciones genéticas y dinámicas, y no sólo configuracionales.

Esa evaluación de los sistemas geomorfológicos, puede tener gran importancia en la gestión territorial en tanto la superficie terrestre es el resultado de una evolución histórica (procesos pasados) y presenta unas 'tendencias futuras' (procesos actuales).

En definitiva, una clasificación fisiográfica debe asumir las ventajas y limitaciones que implica considerar la superficie terrestre como un ente dinámico: posee una configuración actual, pero también una historia y una tendencia futura. Por ello, su procedimiento ha de basarse en la 'síntesis' de los aspectos geográficos y geológicos. Dado el carácter de la Geomorfología, ciencia puente entre las anteriores, se presenta como el campo de conocimientos ideal para abordar este tipo de clasificaciones.

4.

LA GEOMORFOLOGÍA EN LOS ESTUDIOS INTEGRADOS Y DEL MEDIO FÍSICO

En el capítulo 3 se revisaron los denominados "métodos fisiográficos de clasificación y evaluación territorial" y se vio cómo los conocimientos geomorfológicos han contribuido a los mismos de forma decisiva. Aquí analizaremos esa contribución y su aplicabilidad a los estudios integrados, y para centrar ese análisis, consideraremos dos premisas básicas que hacen referencia al carácter y métodos de esta ciencia.

Como se señala frecuentemente, incluso se ha formalizado en algunos textos (Costa y Baker, 1981), la Geomorfología puede considerarse una Geología de Superficie, pues sintetiza todos los aspectos de la gea con implicaciones ecológicas:

"La vida terrestre depende de un manto superficial de roca-agua-suelo de no más de unos metros de espesor; de este manto superficial dependen el crecimiento de las plantas y por tanto la capacidad productiva del suelo, los trabajos de construcción de edificaciones e infraestructuras que no requieran cimentaciones profundas, las actividades extractivas de superficie, las propiedades escénicas del paisaje, etc." (Mitchell, 1991: 3).

En segundo lugar, la validez del conocimiento geomorfológico en el campo de lo 'ambiental' se debe en gran medida a su dimensión histórica: la comprensión de la secuencia de procesos que han afectado a un territorio permite elaborar modelos de predicción para identificar las posibles consecuencias (efectos) que pueden derivar de la implantación en el mismo de una actividad cualquiera (Godfrey y Cleaves, 1991).

4.1. CIENCIAS DE LA TIERRA Y ESTUDIOS DEL MEDIO FÍSICO: GEOLOGÍA AMBIENTAL

Habida cuenta de los significados 'ambiente', 'ambiental', y 'medio ambiente', la Geología Ambiental es un compendio que agrupa todos los aspectos de las Ciencias Geológicas relacionados con un desarrollo equilibrado de las actividades humanas sobre el territorio.

Geología Ambiental es la traducción del término *Environmental Geology* que introdujo Hackett (1967), si bien fue la obra de Flawn (1970) quien lo popularizó. Para este segundo, la

Geología Ambiental es una rama de la Ecología que trata de las relaciones entre el hombre y su hábitat geológico.

En la introducción de la obra recopilatoria *Environmental Geology*, Betz (1975) hace un repaso del término y destaca cómo inicialmente estuvo asociado a la Geología Urbana y a la Ingeniería Geológica. De hecho durante algún tiempo la primera se utilizó como sinónimo de Geología Ambiental, dado que los problemas derivados del uso del territorio eran más evidentes en los espacios construidos (Flawn, 1971). Sin embargo, pronto adquirió una dimensión más generalista y cada vez con mayor nitidez pasó a tratar temas de planificación en zonas rurales, conservación de recursos, riesgos, restauración de paisajes, etc.

Según la obra colectiva *Geología y Medio Ambiente*, esta disciplina es un "conjunto de campos de aplicación de la Geología, desarrollados como continuación y/o aplicación de los ya tradicionales y cuyo objetivo es corregir los problemas derivados del uso del territorio." (Pedraza, 1981: 34); otra definición procedente de nuestro ámbito científico es: "aplicación práctica de principios y conocimientos geológicos para la prevención, atenuación o resolución de problemas ambientales, especialmente cuando son originados por las actividades humanas." (Aguiló *et al.*, 1987: 470). Según Coates (1981) la Geología Ambiental es la disciplina que relaciona las Ciencias Geológicas con las actividades humanas; en realidad esta definición es un tanto ambigua, pues incluye por ejemplo a la Geología Económica que en muchos casos poco tiene de 'ambiental'.

Tratando de valorar la importancia actual de este nuevo enfoque de la Geología, debemos recalcar los razonamientos que ya realizara Flawn en su obra de 1970: esta ciencia sigue demasiado ocupada en explicar los acontecimientos de la historia geológica, pero aún le preocupa poco cómo el hombre está transformando la propia configuración de la Tierra.

Para otros autores, respecto a la Geología tradicional la Ambiental supone un cambio de dirección en el análisis de los problemas; pasa de una perspectiva histórica a adoptar un enfoque prospectivo, es decir, de explicar cómo se han desarrollado los distintos acontecimientos a intentar predecir cómo va a evolucionar el medio ante las actividades humanas en el territorio. Se busca así, "predecir, prevenir y corregir daños o efectos no deseables derivados de la interacción hombre-medio geológico." (Agueda *et al.*, 1984: 100).

En base a la consideración de varios autores (Pedraza, 1989a; Aguiló *et al.*, 1992), podemos decir que la Geología enfoca la problemática ambiental desde las siguientes perspectivas:

a) Por sus cualidades-configuración: materiales-recurso, sustrato-soporte

Se refiere fundamentalmente a los productos y características geológicas, en tanto son soporte de la actividad biológica y social. Las cualidades se establecen según:

- Recursos energéticos, minerales y rocas industriales, etc. En este campo se ha pasado de la prioridad mercantil, a la de mitigar efectos degradantes sobre el territorio debido a las explotaciones. En el caso de la minería, por ejemplo, las soluciones pasan por una ordenación de las actividades (Vadillo, 1989) y la restauración de los terrenos afectados por las mismas (ver López Jimeno *et al.*, 1989). Por lo que respecta a los recursos hídricos, aguas superficiales (red y cuenca hidrográfica, recursos, balance hídrico, etc.) y subterráneas (reservas, dinámica, vulnerabilidad, etc.), tienen un tratamiento específico en Hidrología e Hidrogeología.
- Condiciones geotécnicas del terreno, en función de: capacidad portante, pendientes, procesos y drenaje. Entran en el campo de la Ingeniería Geológica, Geología Urbana y Geotecnia.
- Soporte del desarrollo edáfico y biológico, por lo cual presenta una amplia relación con los estudios agronómicos y forestales.
- Recursos culturales: lugares y puntos de interés geológico y paisajes geológicos singulares.
- Potencial para aislar unidades cartográficas de síntesis, en base a componentes morfográficos, litológicos, geomorfológicos, litomorfológicos, morfoedáficos, etc., los cuales constituyen una base adecuada para la definición de unidades integradas (geoambientales).

b) Por su dinámica: procesos-riesgos

Hace alusión a la capacidad de los agentes geológicos para transformar el territorio y, consecuentemente, la actividad humana. Los procesos geológicos que con más frecuencia generan dichas transformaciones, se asocian tanto a la dinámica endógena como a la exógena y son: sísmicos, volcánicos, fluviales, gravitacionales, glaciares, periglaciares, nivales, litorales y eólicos.

El conocimiento de la ocurrencia, recurrencia, tipología y posibles efectos sobre la sociedad constituye el "análisis de riesgos naturales geológicos" y su planificación (medidas a tomar) la evaluación de riesgos.

c) Por su secuencia evolutiva

El carácter histórico de la Geología, hace posible "comparar o correlacionar en el tiempo". De esta manera, muchas teorías, situaciones o modelos geológicos (tectónica de placas, ciclo geográfico del relieve, etc.), pueden servir de referencia para predecir la evolución de los sistemas naturales en determinados supuestos de manipulación por el hombre.

Todos estos aspectos 'ambientales' de la Geología, aparecen tratados bajo lo que se denominan 'análisis geoambientales' o 'cartografías geocientíficas' (ver Cendrero, 1990; Centeno *et al.*, 1994). Los parámetros contemplados son descritos por medio de fichas (ver figura 4.1) que representan aquellos aspectos geológicos del territorio útiles en el campo de las ciencias

ambientales. Éstas presentan la información integrada e interpretada como para ser utilizable por no especialistas, sobre todo por aquéllos relacionados con la planificación territorial.

Mediante esos trabajos, el experto en Geología trata de facilitar la labor a arquitectos, ingenieros civiles, forestales, agrónomos, etc. Precisamente por este motivo, se convierte en necesidad el hecho de presentar la información referida al medio geológico de manera comprensible y apta para ser utilizada por planificadores, gestores, y usuarios (Arnot y Grant, 1981; Nichols, 1982).

Este tipo de cartografías pueden considerarse derivadas de otras que elaboraban mapas prospectivos para el aprovechamiento de recursos. La situación actual hizo que evolucionaran hacia fines de planificación y ordenación territorial (Luttig, 1980).

En España, los mapas geocientíficos comienzan a realizarse en los primeros años de la década de 1980, con la cartografía del medio natural de la provincia de Almería (Abad *et al.*, 1982), y posteriormente de Valencia (Cendrero *et al.*, 1986) y Madrid (Ayala *et al.*, 1988b).

Si tenemos en cuenta el tipo de información que aporta la Geología al campo de las Ciencias Ambientales, en su gran mayoría deriva de las "configuraciones y procesos actuales" y tiene un contenido sintético. Por ello, al referir Geología se hace en tanto ésta representa todos los conocimientos englobados en otros ámbitos culturales como Ciencias de la Tierra y, dentro de éstos, sus implicaciones más recientes y superficiales. No es extraño, por tanto, que sea la Geomorfología quien más se haya ocupado de estos temas.

4.2. GEOMORFOLOGÍA AMBIENTAL

El conjunto de conocimientos geomorfológicos que tienen relevancia (utilidad) para el desarrollo de las actividades humanas, se han agrupado bajo la denominación de Geomorfología Aplicada.

Los trabajos geomorfológicos con ese carácter, se enfocaron en principio hacia el aprovechamiento de recursos naturales: minerales y rocas industriales asociados a formaciones superficiales, recursos hídricos, edáficos (agronómicos y forestales), etc. El análisis geomorfológico también tuvo inicialmente un importante desarrollo en relación con los trabajos de ingeniería (civil y militar), hasta tal punto que en algunos ámbitos se alude a una Ingeniería Geomorfológica.

UNIDAD: _____		CLAVE <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="text"/>																																																		
R E C U R S O S	Sustrato Portante		Interés Económico		Culturales																																															
	Capacidad Portante		Recursos Minerales		Patrimonio Geológico																																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Coherencia</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Fisiosidad Esquistosidad</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Fracturación Alteración</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Coherencia	Fisiosidad Esquistosidad	Fracturación Alteración						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Tipo de Yacimiento</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Especies de Interés Industrial</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Recursos y Reservas</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Ley</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Tipo de Yacimiento	Especies de Interés Industrial	Recursos y Reservas	Ley					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Tipo</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Ámbito</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Uso</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Tipo	Ámbito	Uso																													
	Coherencia	Fisiosidad Esquistosidad	Fracturación Alteración																																																	
	Tipo de Yacimiento	Especies de Interés Industrial	Recursos y Reservas	Ley																																																
Tipo	Ámbito	Uso																																																		
Ripabilidad		Rocas Industriales		Paisaje																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Condiciones Constructivas</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Capacidad de Carga</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </table>	Condiciones Constructivas	Capacidad de Carga					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Tipo de Yacimiento</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Recursos y Reservas</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Materiales</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Tipo de Yacimiento	Recursos y Reservas	Materiales				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Relieve Interno</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Presencia de Masas de Agua</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Contraste Cromático</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Relieve Interno	Presencia de Masas de Agua	Contraste Cromático																																		
Condiciones Constructivas	Capacidad de Carga																																																			
Tipo de Yacimiento	Recursos y Reservas	Materiales																																																		
Relieve Interno	Presencia de Masas de Agua	Contraste Cromático																																																		
Pendiente		Aguas Subterráneas																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100%;">Valor:</td> </tr> <tr> <td style="width: 100%;">Interpretación:</td> </tr> </table>	Valor:	Interpretación:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center;">Unidades Acuíferas</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Espesor</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Trasmisividad</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Nivel Freático</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Unidades Acuíferas	Espesor	Trasmisividad	Nivel Freático					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Tipo</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Espesor</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Fertilidad</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Tipo	Espesor	Fertilidad																																		
Valor:																																																				
Interpretación:																																																				
Unidades Acuíferas	Espesor	Trasmisividad	Nivel Freático																																																	
Tipo	Espesor	Fertilidad																																																		
Drenaje		Suelos																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Permeabilidad</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Pendiente</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Escorrentía</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Permeabilidad	Pendiente	Escorrentía				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Tipo</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Espesor</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Fertilidad</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Tipo	Espesor	Fertilidad																																										
Permeabilidad	Pendiente	Escorrentía																																																		
Tipo	Espesor	Fertilidad																																																		
R I E S G O S	N a t u r a l e s	Tipo de Riesgo	Área Afectada	Periodicidad	Valoración																																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </table>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> <td style="width: 33%;">.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> </table>	
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
.....																																																		
I n d u c i d o s	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Colapsos y Subsidiencias:</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Agotamiento R. Minerales y R. Industriales:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Problemas de Drenaje:</td> <td style="padding: 5px;">Vulnerabilidad a la Contaminación y Sobreexplo. de A. Subterráneas.....</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Estabilidad de Taludes:</td> <td style="padding: 5px;">Erosión y Contaminación de Suelos:</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">.....</td> <td style="padding: 5px;">.....</td> </tr> </table>	Colapsos y Subsidiencias:	Agotamiento R. Minerales y R. Industriales:	Problemas de Drenaje:	Vulnerabilidad a la Contaminación y Sobreexplo. de A. Subterráneas.....	Estabilidad de Taludes:	Erosión y Contaminación de Suelos:	F r a g i l i d a d	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 100%; padding: 5px;">Patrimonio Geológico</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">.....</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Paisaje</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">.....</td> </tr> </table>		Patrimonio Geológico	Paisaje																																
Colapsos y Subsidiencias:	Agotamiento R. Minerales y R. Industriales:																																																			
.....																																																			
Problemas de Drenaje:	Vulnerabilidad a la Contaminación y Sobreexplo. de A. Subterráneas.....																																																			
.....																																																			
Estabilidad de Taludes:	Erosión y Contaminación de Suelos:																																																			
.....																																																			
Patrimonio Geológico																																																				
.....																																																				
Paisaje																																																				
.....																																																				

Figura 4.1. Modelo de ficha para la descripción e inventario de la gea en estudios de planificación (según Pedraza et al., 1996b).

Según Verstappen (1983), la aplicabilidad de la Geomorfología se basa en la relación de ésta con otras Ciencias de la Tierra y en su contribución a una utilización planificada y óptima del territorio por parte del hombre. Este autor estructura esa aplicación en los siguientes apartados: 1) estudios sobre geología, suelos, hidrología y vegetación, considerando las técnicas para el aprovechamiento de estos recursos; 2) riesgos naturales, incluyendo tanto los debidos a procesos endógenos como exógenos; 3) planificación rural y urbana, con especial atención a la conservación de suelos, asentamientos, industrias, y actividades mineras; y 4) ingeniería civil.

A medida que la utilización y transformación del medio natural fue creciendo, la aplicación de técnicas y conocimientos geomorfológicos ha ido desplazándose hacia la prevención y corrección de efectos derivados: primero de la interacción entre procesos naturales y actividades humanas (riesgos naturales); más tarde de las acciones antrópicas sobre el medio (preventivas y correctoras de impactos ambientales). Al mismo tiempo que sucedía lo anterior, en el sector de aprovechamiento de recursos se fueron imponiendo medidas de carácter preventivo y corrector. Es así como se llegó a definir una Geomorfología Ambiental, es decir, aplicada a los problemas que plantea el uso del territorio. Dicha Geomorfología tuvo sus inicios en los países industrializados, donde ha habido una mayor —y con frecuencia desorganizada— transformación territorial.

Durante un lapso de tiempo significativo, la Geomorfología Ambiental estuvo centrada casi exclusivamente en el análisis de la influencia del medio sobre la actividad antrópica, es decir los riesgos naturales derivados de la dinámica de los procesos morfogenéticos. Y así quedó reflejado en las obras más significativas al respecto publicadas en la década de los años 1970, como por ejemplo: *Geomorphology in Environmental Management*, de R.U. Cooke y J.C. Doornkamp, editada en 1974; y *Applied Geomorphology*, de J.R. Hails (ed.), en 1977.

Aunque tímidamente aún, la Geomorfología Aplicada en general y Ambiental en particular, están derivando hacia los trabajos encargados de evaluar y ordenar la influencia del hombre sobre el medio; es decir, hacia el otro gran bloque de estudios ambientales constituido por la planificación territorial, la evaluación de impactos, y la restauración ecológica y del paisaje. Este cambio de orientación queda apuntado en las obras más recientes de esta disciplina como, por ejemplo, *Geomorfologia Applicata* de M. Panizza (1988).

Desde nuestro punto de vista, la Geomorfología Aplicada debe intensificar su actuación sobre este gran bloque: la resolución de los problemas derivados de las actuaciones humanas en el territorio a través de la planificación, la EIA y la restauración, contemplando la inclusión de los riesgos naturales dentro de la planificación.

Tratando de acotar y estructurar aún más el campo de actuación de la Geomorfología Ambiental, diremos que uno de los primeros autores en hablar de esta disciplina, D.R. Coates, incluye en ella los siguientes aspectos: estudio de los procesos geomorfológicos que afectan

al hombre (riesgos naturales); análisis de los problemas que el hombre plantea al perturbar y degradar el sistema tierra-agua (impactos ambientales); la utilización humana de los agentes geomorfológicos y sus productos (recursos); y la aplicación en general de la Geomorfología en la clasificación, planificación y administración del medio (Coates, 1972-1974).

En una línea más ‘moderna’, Panizza (1988) agrupa las aplicaciones de la Geomorfología a los problemas ambientales, reconociendo ya los dos estudios del medio físico más estandarizados en nuestro ámbito científico y social: la ‘planificación territorial’, como proceso que integra los distintos aspectos sectoriales de prospectiva del medio físico, riesgos, o evaluaciones; y la ‘evaluación de impactos ambientales’. A nuestro juicio esta propuesta es acertada y hace hincapié en dos líneas que desarrollaremos más tarde.

En definitiva, la aportación de la Geomorfología a los estudios ambientales puede concretarse en cinco áreas; cuatro de ellos más asentadas y otra poco desarrollada aún. Las cuatro primeras son: riesgos naturales, planificación territorial, evaluación de impactos ambientales y restauración ecológica. La quinta se refiere al paisaje, cuyo estudio desde esta disciplina entendemos debe potenciarse dadas las relaciones que guardan las formas del terreno y las fisonomías o paisajes. A su vez, esos cinco campos de actuación pueden sintetizarse en dos grandes grupos (figura 4.2): la afección de los procesos naturales —geomorfológicos en este caso— a la actividad social, que forma parte del campo del análisis de los riesgos naturales; y la consideración de los problemas que la especie humana plantea al transformar y utilizar el territorio (efectos o consecuencias ambientales).

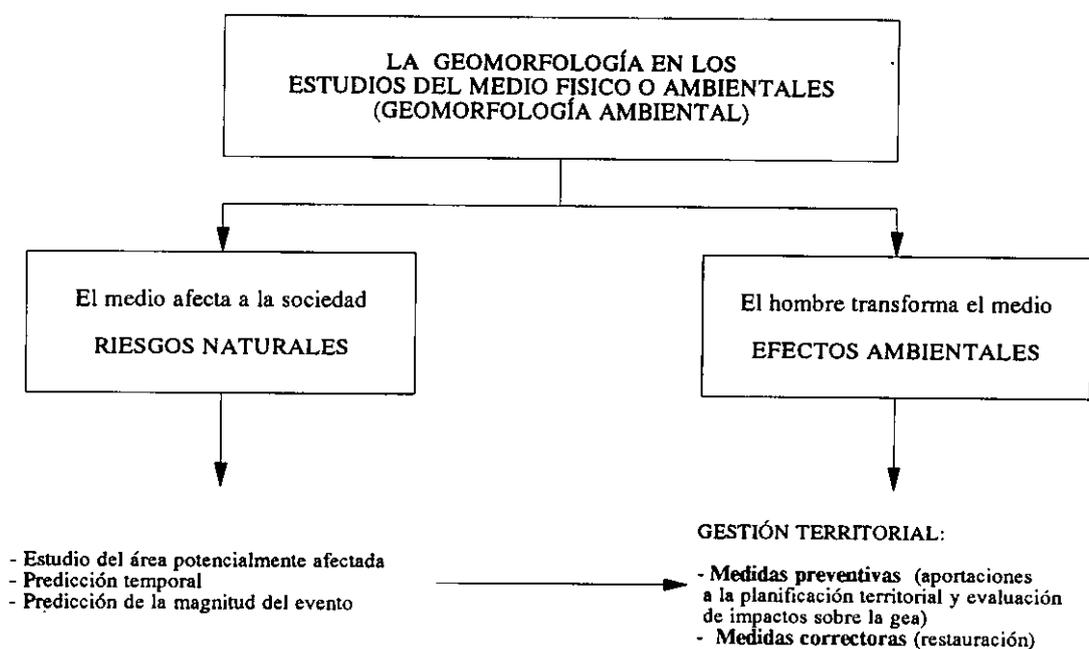


Figura 4.2. Participación geomorfológica en los estudios del medio físico o ambientales.

En relación con la repercusión de las afecciones humanas sobre el medio, comienza a resurgir dentro de la ciencia geomorfológica una temática que en su momento tuvo cierta notoriedad: aquélla que considera a la especie humana como un 'agente geomorfológico' cuya eficacia es comparable a la de otros procesos naturales (Hooke, 1994).

En efecto, las acciones antrópicas sobre el relieve generan modelados y depósitos específicos, producidos directamente por minería, obras públicas, etc.; a su vez, introducen modificaciones en la tendencia natural del resto de los procesos: el caso mejor conocido es la distorsión del balance natural erosivo-sedimentario, inducido entre otros por la deforestación o la alteración de la dinámica hidrológica en general. Dichos estudios —abordables con los mismos esquemas que otros procesos geomorfológicos— pueden englobarse en lo que, aún sin formalizar, algunos llaman Geomorfología Antrópica. Sherlock (1922) introduce en la literatura esta consideración, que sin embargo ha tenido escasa repercusión a nivel de la ciencia geomorfológica exceptuando casos muy concretos (Alexandrowicz, 1983; Nir, 1983). No deja de ser paradójico que siendo en la actualidad el hombre un agente geomorfológico muy activo en la modificación del relieve terrestre (Hooke, *op. cit.*), este tema sea abordado normalmente por profesionales ajenos a la disciplina geomorfológica (ecólogos, ingenieros, etc.).

4.2.1. El mapa geomorfológico como base de la aplicación

Como señala Garzón (1978, 1980) en una síntesis al respecto, que en lo esencial seguiremos aquí, la aplicabilidad del mapa geomorfológico detallado siempre estuvo sujeta a discusión. Los detractores de este documento para objetivos utilitarios advierten de su complejidad: la mayor parte de esas cartografías sólo tienen sentido para los geomorfólogos, aseguran Cooke y Doornkamp (1978); o bien, su complicado resultado contrasta en ocasiones con la sencillez del territorio estudiado desde una óptica puramente fisiográfica (Savigear, 1965). Wright (1972) cita a este respecto a Kellog (1940), quien criticaba el hecho de que bajo cientos de símbolos no se escondan en el fondo más que un 'puñado' de terrenos muy similares.

Sin embargo, si bien los mapas geomorfológicos no son aplicables directamente, sí otorgan bases genéticas para una clasificación de la superficie terrestre (fisiográfica) que puede tener su aplicabilidad. Además del procedimiento de Crofts (1974), ya descrito, varios trabajos más han señalado su utilidad en planificación territorial.

Esa circunstancia era reconocida, por ejemplo, en los primeros manuales de cartografía geomorfológica genética (ver Demek, 1972); según los mismos, el fin último de estos mapas era proporcionar un adecuado conocimiento del medio al objeto de facilitar un uso más racional del mismo.

La base de estas propuestas está en el elevado cúmulo de información sobre el territorio que contienen estos mapas. Los aspectos más destacados son las formaciones superficiales y la

morfodinámica (procesos actuales). En efecto, las formaciones superficiales reciben un tratamiento deficiente en los mapas geológicos, a pesar de su relación con el desarrollo del suelo y por lo cual su estudio tiene un valor práctico en agronomía, ecología y trabajos forestales; también en geotecnia e ingeniería civil (Rutter, 1977).

En cualquier caso, debemos tener presente que la aplicabilidad tampoco es el objetivo último del mapa geomorfológico: no está especialmente adaptado a las necesidades de la ordenación territorial pero, dotado de un objetivo específico, puede constituir una primera etapa en las investigaciones aplicadas (Tricart y Kilian, 1979). Realmente supone una fase inicial en el análisis territorial, a la que puede seguir un objetivo específico en caso necesario; en este razonamiento se basaba por ejemplo la propuesta de Crofts (1974) ya analizada.

En esa misma línea argumental, Cooke y Doornkamp (1978) afirman que el mapa geomorfológico debe tener su principal aportación en los estados iniciales de la investigación, lo cual permitirá adquirir la información necesaria sobre el contexto geomorfológico de la región que se está investigando. Según esa premisa, los autores citados ponen varios ejemplos de mapas geomorfológicos de carácter aplicado (*special purpose map*) realizados a partir de otros detallados (*general geomorphological map*). Para explicar la benevolencia de dicha transformación, señalan que muchas propiedades de carácter aplicado (p.e. edáficas) cambian allí donde existen límites litológicos y morfológicos.

Wright (1972) cita también en este sentido los mapas producidos por el Centro Nacional de Investigaciones Geomorfológicas de Bélgica (Macar *et al.*, 1961; Gullentops, 1963), los cuales han combinado con éxito los factores interpretativos con los aplicados o descriptivos.

Otro procedimiento para la transformación de información morfogenética en aplicada es descrito por Garzón (1978, 1980). Se trata del método de los *makroreliefzonen* de Kugler (1975), desarrollado en Alemania Oriental con el objeto de otorgar a la cartografía geomorfológica una aplicación a los campos de la planificación y conservación territorial. Las unidades distinguidas equivalen a regiones geomorfológicas, caracterizadas por su génesis y morfoestructura, que son valoradas finalmente desde el punto de vista de sus posibilidades como desarrollo agrícola, recreo o valor psicológico.

En definitiva, las bases de la utilidad del mapa geomorfológico tienen su fundamento en la asociación del relieve con otros elementos de la superficie terrestre. Todo ello permite establecer una serie de relaciones parciales entre las formas del terreno y los restantes factores del medio. Así:

- Geomorfología y clima

Las condiciones macroclimáticas de una región aparecen modificadas en buena medida por el relieve. Parámetros tales como: temperatura (enfriamiento adiabático) y precipitación (lluvias

orográficas, nivación), evaporación, dirección y velocidad de los vientos, balance de radiación solar, incidencia de las heladas, etc., modifican sus valores por influencia de la altitud, la exposición, etc.

Al mismo tiempo, muchos procesos geomorfológicos están asociados al clima en tanto que regula la dinámica externa del Planeta; tal es así, que frecuentemente se alude a sistemas de procesos climáticos, zonas morfogenéticas, etc. Sin llegar al extremo que se ha pretendido a veces, identificando la morfogénesis con las zonas climáticas, sí es cierto que hay una asociación entre ambos. Por tanto, partiendo del análisis del relieve (alteraciones; formas relictas; formas en proceso de degradación; variaciones en la dinámica de los agentes externos, especialmente los glaciares y fluviales) es posible conocer gran número de datos sobre la evolución climática.

- Geomorfología y otros factores geológicos

La aportación geomorfológica en las investigaciones geológicas siempre fue notoria; los vínculos en este caso son evidentes: puesto que la litología y la estructura condicionan en buena medida las formas del terreno, éstas pueden ser un reflejo de aquéllas y por tanto una herramienta útil en la cartografía geológica.

El sustrato litológico queda reflejado en muchos casos en la morfología (morfologías litológicas) debido a la respuesta del mismo ante los agentes de la dinámica externa; así ocurre por ejemplo con los relieves residuales, o las morfologías graníticas, volcánicas, cársticas, etc. A su vez, estos procesos están íntimamente relacionados con las transformaciones meteóricas que sufren las rocas dando formaciones superficiales, y haciéndolas más o menos aptas para el desarrollo de suelos y la colonización vegetal.

- Geomorfología e hidrología

La configuración más superficial de la superficie terrestre (relieve y litología), influye de forma irremisible en la circulación superficial y subterránea del agua (escorrentía, infiltración), condicionando a su vez toda una serie de procesos (geomórficos y edáficos) subsecuentes. En este caso además la influencia es recíproca, pues el modelado de amplias zonas de la superficie terrestre es en buena parte el resultado de dichos procesos.

- Geomorfología y suelos

En la relación entre geomorfología y suelos reside gran parte del 'papel ecológico' al que nos venimos refiriendo; este tema ha sido objeto de una amplísima literatura (Verstappen, 1987; Gallardo *et al.*, 1988; Mitchell, 1991; Pedraza *et al.*, 1996a). Tal relación es fácilmente comprensible si tenemos en cuenta que los atributos que sintetiza la información geomorfológica (litología, relieve, procesos, y en el caso de las formaciones superficiales el tiempo desde que el suelo comienza a evolucionar), constituyen parámetros genéticos

fundamentales en el desarrollo edáfico. De esta forma, a partir de la zonación geomorfológica de un territorio en cuestión (unidades geomorfológicas, o de potencial edáfico en función de la morfología) se puede llegar a una cartografía de suelos más real, rápida y económica (Ibáñez, 1986; Pedraza *et al.*, 1996a).

Milne (1935) es pionero en el estudio de los patrones relieve-suelo, y a él se debe el conocido término *catena*: repetición regular de perfiles de suelos asociados a ciertas formas topográficas. También en esta línea está el término *suite*, introducido por Robinson en 1929 (ver González Bernáldez, 1981), que alude a aquellas categorías de suelos que tienden a aparecer juntas en la Naturaleza. Bridges y Doornkamp (1963) realizaron un clarividente experimento: comparar los mapas geomorfológicos y edáficos de un mismo territorio, observando una correlación muy elevada entre las unidades de ambos. Dalrymple *et al.* (1968) hicieron una clasificación de las vertientes relacionando las unidades morfográficas y los procesos geomorfológicos y edáficos que tienen lugar en su dominio.

También la interacción morfología-suelos está presente en el concepto 'asociación de suelos' (*soil association*), como unidades edáficas que se agrupan regularmente según determinados patrones. En las Islas Británicas, Areola (1974) encontró una alta correlación entre las propiedades físicas de los suelos (color, textura, óxidos, pedregosidad), y las unidades litomorfológicas; sin embargo, la relación con las características químicas era mucho menor. En otro estudio reciente (Roquero, 1994), todo el trabajo de investigación gira en torno a la relación geomorfología-suelos, haciendo especial hincapié en la influencia de la edad de las formaciones superficiales en el desarrollo edáfico.

- Geomorfología y vegetación

Las condiciones generales que impone el clima a la distribución vegetal (bioclimatología), en buena medida están influenciadas por el relieve. La variación con la altitud de los valores de precipitación y temperatura da lugar a pisos bioclimáticos, directamente dependientes de la orografía. Pero además, dentro de este marco general, otro tipo de parámetros geomorfológicos hacen variar la distribución vegetal: altitud, orientación, posición fisiográfica, pendiente, cursos fluviales, pedregosidad, grado de erosión, presencia de formaciones superficiales, microrrelieve, etc.

La tipificación de pautas y correspondencias entre el relieve y la vegetación, ha sido objeto de numerosas investigaciones. Harris en 1985 (ver Harris, 1987) realiza una revisión de la literatura que trata las relaciones entre la vegetación riparia y la morfología fluvial. En nuestro país destacan los trabajos de Pou (1979) y González Bernáldez (1981); también Hernández Bermejo y Sainz Ollero (1984) ponen de manifiesto el enorme condicionante que suponen las variaciones geomorfológicas en la distribución vegetal del macizo de Ayllón. Bailey *et al.* (1985), en sus estudios sobre las ecorregiones de los Estados Unidos, encontraron que, a meso

y macroescala, el relieve era el factor que mejor se correlacionaba con los patrones de suelo y vegetación, si bien en un trabajo previo (Bailey, 1983) había demostrado que a pequeña escala era el clima quien reflejaba la distribución biológica; ello explica el hecho de que a escalas medias y grandes, cambios litológicos o morfológicos nítidos se correspondan frecuentemente con cambios bruscos en el tipo de vegetación, y cambios graduales se reflejen en idéntico comportamiento de las formaciones vegetales.

- Geomorfología y usos del suelo

El uso potencial o intervención que el hombre puede hacer del territorio se sitúa en función de los factores antes señalados, al menos en lo que se refiere a un uso 'primario'. Así sucedió tradicionalmente, cuando su relativa escasa capacidad para transformar el territorio llevaba a las comunidades humanas a una 'adaptación forzosa' a los sistemas naturales, y a establecer sus actividades y asentamientos en función de las características del medio. Desde una perspectiva histórica, parece innecesario explicar cómo las vegas más fértiles determinaron las primeras grandes civilizaciones, los valles y collados las vías de comunicación, los relieves aislados lugares sagrados y fortificaciones, etc. Hoy esa relación tiende a ser menos nítida, en tanto la capacidad técnica posibilita actuar con cierta 'independencia' de las condiciones del medio.

4.2.2. Procesos geomorfológicos y riesgos naturales

Los procesos geomorfológicos susceptibles de generar riesgos, básicamente son: crecidas fluviales, erosión del suelo, movimientos gravitacionales, aludes y avalanchas de nieve o hielo, acciones de hielo-deshielo en ambientes periglaciares, subsidencias y colapsos cársticos, fenómenos asociados a arcillas expansivas, procesos litorales, y meteorización; ya vimos cómo muchos autores (por ejemplo Verstappen, 1983), incluyen aquí los procesos de origen endógeno (sísmico y volcánico). De los citados, han experimentado un inusitado interés entre los geomorfólogos en los últimos años los relativos a la erosión del suelo.

Los estudios sobre riesgos naturales intentan cualificar los procesos que los producen, delimitar su zona de actuación, y evaluar su incidencia en la actividad social y económica (ver Pedraza *et al.*, 1996a). Más en detalle, tratan de acotar el funcionamiento del proceso; es decir, las leyes físicas que lo gobiernan y sus variables características (predicción en términos de localización, frecuencia y magnitud), el área potencialmente afectada, y la incidencia sobre las actividades humanas. La integración de estos tres parámetros permite definir escalas de riesgo, y concretar medidas preventivas y correctoras. Desde la Geomorfología es posible estudiar sobre todo la predicción espacial (área potencialmente afectada) y, en casos, la temporal y de magnitud (Ayala *et al.*, 1988a).

4.2.3. Planificación territorial

Como se señaló en el capítulo 1, la planificación integrada o ecológica trata de establecer alternativas de usos en el territorio, maximizando la capacidad o aptitud del medio para acoger esas actividades y minimizando el impacto que llegarían a producir en aquél.

La aportación geomorfológica a estos estudios se centra en los inventarios, con el establecimiento de unidades homogéneas del territorio objeto de ordenación, y en la evaluación o diagnóstico territorial incluyendo el estudio de procesos-riesgos. A este respecto, es preciso señalar que han sido profesionales ajenos a las Ciencias de la Tierra los más activos defensores de la utilidad de los métodos geomorfológicos en planificación. Merecen destacarse las obras *Design with Nature*, de McHarg (1969), y *Terrain Analysis*, de Way (1973); la primera dedicada a técnicas y métodos de planificación, la segunda al análisis del terreno desde una óptica aplicada al establecimiento de usos (*land use planning*).

La utilidad de la Geomorfología en estos trabajos se basa en las siguientes cualidades:

- *El relieve¹ como factor ecológico*. Por su naturaleza de factor genético de primer orden, el relieve condiciona el desarrollo de otros elementos y cualidades del medio. De esta manera y a través de los estudios fisiográficos, la Geomorfología puede ser clave para llegar a entender las interrelaciones existentes entre los elementos y procesos del medio natural, su uso potencial, o la naturaleza de su degradación. Así, por la posibilidad de actuar como síntesis y condicionante de toda una serie de propiedades del territorio (a saber: hidrología, suelos, vegetación, usos, paisaje), el análisis del relieve puede proporcionar la base o armazón sobre la que realizar estudios integrados o del medio físico (Wright, 1972).

- *El relieve como conjunto geométrico susceptible de estructuración y clasificación*. El relieve, componente más notorio de la superficie terrestre, posee una estructura (geometría) capaz de ser compartimentada en base a propiedades fácilmente perceptibles (configuración, fisonomía, morfografía en definitiva). De este modo, disponemos de un criterio primario decisivo para delimitar unidades territoriales homogéneas de síntesis o geoambientales; así, cualquier cambio geométrico marcado (pendiente, textura, tipología de drenaje, etc.) es fácilmente diferenciable y cartografiable en el campo, desde el aire, o en fotografía aérea y de satélite. Podríamos decir, en definitiva, que presenta una gran 'eficiencia cartográfica': el relieve es un conjunto de elementos estructurados, muy aptos para delimitar unidades cartográficas (Pedraza *et al.*, 1989a).

¹ La acepción castellana de relieve no equivale exactamente a su homónima anglosajona *landform*, expresión más relacionada con nuestro objetivo. Relieve tiene un significado próximo a forma, morfología o configuración; *landform* tiene en cambio un contenido más amplio, equivalente al que aquí queremos expresar: configuración física de la superficie terrestre, que refleja una estructura geológica, una litología, y los procesos que han modelado esa litoestructura (Godfrey y Cleaves, 1991).

- *Los procesos geomorfológicos como responsables de la evolución en la configuración de la superficie terrestre.* El estudio de los procesos geomorfológicos permite conocer los riesgos asociados a los mismos; también aporta información acerca de las modificaciones ocurridas a lo largo del tiempo en la superficie terrestre, y aproxima a un diagnóstico territorial en términos de equilibrio y pautas evolutivas en relación con las actividades humanas.

El desarrollo de cada uno de estos aspectos parciales, permite concretar más la aportación geomorfológica a cada una de las fases de que consta la planificación territorial (integrada o ecológica). Es preciso recordar, que el conjunto de la información debe de ser significativa y clara, es decir, fácilmente utilizable por otros especialistas.

4.2.3.1. Prospectiva e inventario

A este nivel interesan aquellos parámetros que pueden considerarse significativos para caracterizar el territorio, sus recursos, dinámica, comportamiento, etc. En este sentido, el clima y el binomio geología-morfología han sido considerados tradicionalmente factores genéticos de primer orden, al reconocérseles su papel 'condicionante' de otros elementos y procesos según los esquemas genético-evolutivos naturales. La mayor influencia de uno u otro depende normalmente de la escala. Dantín Cereceda (1912), pionero junto a E. Hernández-Pacheco de los estudios fisiográficos en nuestro país, señalaba al respecto:

"La adaptación de los restantes factores geográficos (clima, flora, fauna, hombre) al relieve, tal como nosotros la entendemos, creyéndonos simplemente intérpretes de la realidad, corrobora lo que aseguramos." (Dantín Cereceda, 1912: 4).

Y más tarde:

"La naturaleza y varia coherencia de los materiales componentes de los terrenos, su espesor o potencia, y muy singularmente su tectónica o interna disposición, con la historia o vicisitudes de sus movimientos, plegamientos, superficies de erosión, etc., explican, en una gran parte, las formas actuales del relieve, la hidrografía y biogeografía regionales. El clima mismo que, en un primer examen, parece impuesto a la superficie terrestre desde la atmósfera en su contacto, no queda extraño, en amplia medida, al influjo del propio relieve." (Dantín Cereceda, 1942: 9-10).

Christian (1958) subraya esta circunstancia: la génesis del sustrato litológico y su posterior evolución morfológica, determina en buena medida el desarrollo del resto de los componentes del paisaje (figura 4.3); más concretamente:

"Cada porción de la superficie terrestre es el producto final de una evolución gobernada por el sustrato geológico, los procesos geomorfológicos, los climas, pasados y presentes, y el tiempo. Durante este periodo, la superficie terrestre ha ido modificándose hasta alcanzar su configuración actual, desarrollando en este proceso sus propios rasgos hidrológicos, edáficos, de comunidades vegetales y poblaciones animales, y microambientes." (Christian, 1958: 75-76).

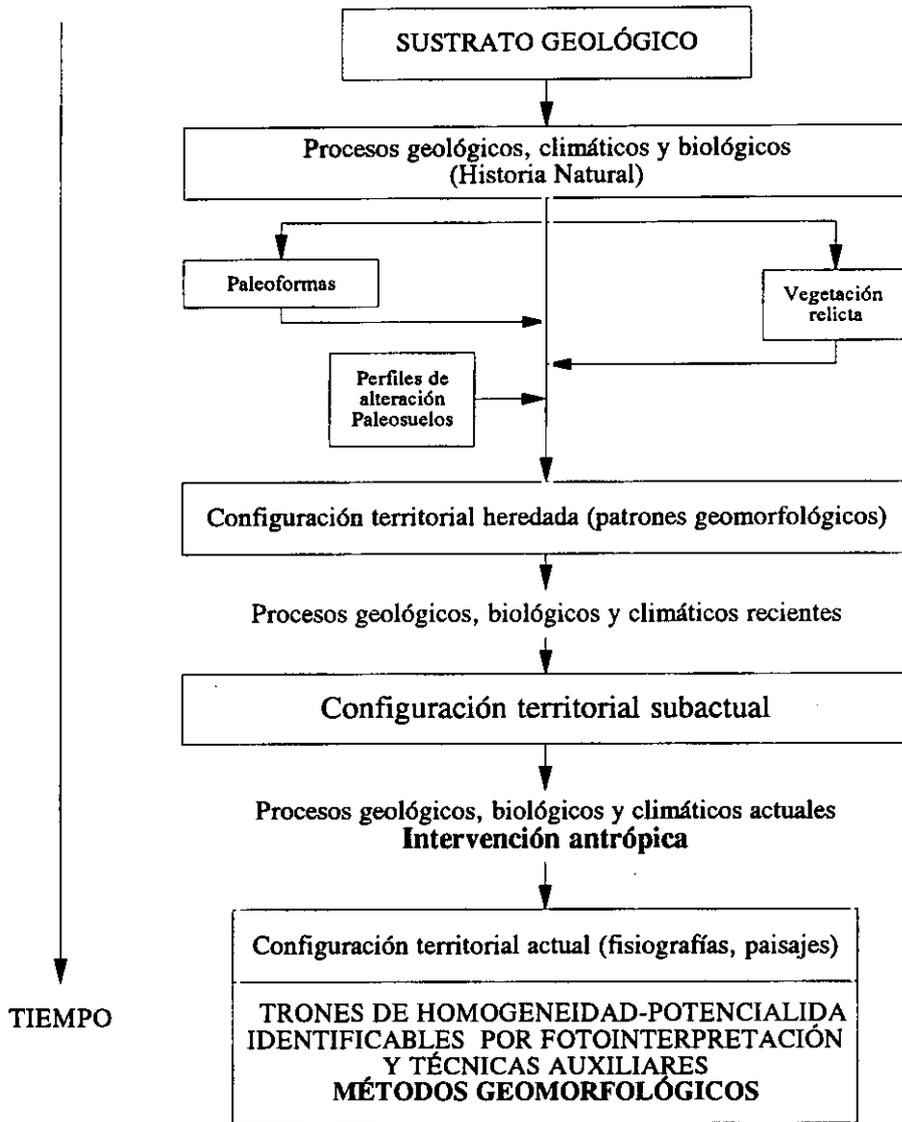


Figura 4.3. Condicionantes de la evolución geomorfológica en la configuración de la superficie terrestre. Modificado a partir de Christian (1982).

También McHarg (1969) ejemplifica esa sucesión de procesos genéticamente correlacionados: la historia geológica, en conjunción con los diferentes climas habidos en el tiempo, ha originado las formas básicas de la superficie terrestre (*landforms*). Dichas morfologías (con su sustrato y el clima), explican la circulación del agua (superficial y subterránea). Los suelos se forman en relación con los procesos anteriores, estando muy influenciados por el transporte de materiales debido a los procesos geomorfológicos. Conocidos la litología, morfología, clima, régimen hidrológico y los suelos, la distribución de las comunidades vegetales llega a comprenderse claramente. La composición de estas comunidades explica a su vez la distribución de la vida animal.

Otro autor que se hace eco de esta interrelación secuencial es Simpson (1988), quien afirma que se debe considerar la 'causalidad' y la escala de actuación de los procesos naturales para hacernos un mejor esquema de la realidad. Así, continúa, los procesos que actúan a más baja velocidad (p.ej., geológicos) ejercen un gran control e influencia sobre los que tienen lugar

más rápidamente (p.ej., sucesión vegetal), pero la influencia contraria es siempre mucho menor.

En definitiva, la fase de inventario es prácticamente un estudio científico básico y por lo que respecta a la Geomorfología, destacan los componentes configuracionales (morfografía) como útil cartográfico y los genéticos (morfogénesis) como sistema de correlación con otros componentes de la superficie terrestre:

"El conocimiento de las formas del relieve tiene particular importancia a la hora de realizar un estudio del medio físico. Es importante en sí misma y en la inventariación de otros elementos y procesos con los que guarda estrecha relación y a los que, a veces, condiciona en gran manera. Por ejemplo, la climatología de amplias áreas puede verse modificada localmente por la configuración del terreno; guarda estrecha relación con la edafogénesis; algunas de sus componentes básicas, como altitud, exposición o pendiente, son factores limitantes para la vegetación, etc." (Aguiló et al., 1992: 51).

4.2.3.2. Clasificación del relieve en la definición de unidades geoambientales

La planificación integrada o ecológica busca alcanzar un equilibrio entre los "requerimientos socioeconómicos" (demanda) y las "posibilidades del territorio" (oferta). Desde esta perspectiva, sólo puede llegar a resultados satisfactorios cuando base sus prescripciones para unidades definidas por límites físicos (geológicos, edáficos, botánicos), y no exclusivamente, históricos y políticos, los cuales agrupan casi siempre territorios de naturaleza muy distinta.

Este objetivo se consigue a través de las regionalizaciones, las cuales tienen un carácter eminentemente espacial, pues en definitiva tratan de organizar un territorio con una expresión cartográfica:

"la planificación integrada debe entenderse como un intento de racionalizar el espacio, razón por la cual son preceptivos los métodos por los que puede o debe llegarse a delimitar unas porciones del mismo, que tengan un valor de referencia." (Pedraza, 1981: 51).

La importancia de usar en planificación clasificaciones 'físicas' del territorio, se debe al hecho de que los límites asignados a las unidades tienen mayor permanencia y, por tanto, son útiles para todas aquellas evaluaciones que deseemos (Arnot y Grant, 1981).

La aportación de la Geomorfología a estas clasificaciones se debe a su capacidad para estructurar la superficie terrestre en una serie de unidades que, dadas las relaciones genéticas existentes entre las formas del terreno (*landform*) y otros componentes del medio natural, hasta cierto punto pueden considerarse la síntesis de las características territoriales.

En realidad todo nuestro razonamiento gira en torno a la amplitud que del concepto 'unidad geomorfológica' (*landform*) tiene la literatura norteamericana: configuración física de la

superficie terrestre que refleja la estructura geológica y los procesos que han modelado dicha estructura (Hunt, 1967). Más concretamente, el criterio primario para delimitar unidades territoriales es su configuración espacial, es decir, la 'forma':

"La demanda de divisiones fisiográficas ha sido enorme entre los geógrafos y otros profesionales cuyo trabajo se basa en estas distinciones; sin embargo, determinar qué son esas unidades, definir las y delimitarlas, debe ser en su mayor parte un trabajo geológico." (Fenneman, 1916: 25).

En un trabajo pionero sobre estudios integrados, Veatch (1937) apuntaba que es demasiado complejo aglutinar todos los elementos del medio en una unidad, pero que quizá unos pocos factores o elementos de ésta pueden llegar a ser representativos de aquélla en toda su extensión y, por tanto, muy adecuados para los objetivos de la clasificación y el planeamiento.

Para Mitchell (1991), son elementos útiles en la clasificación territorial, aquéllos particularmente eficientes al mapificar, y su identificación permite excluir a otros.

Linton (1951) puso de manifiesto cómo la mayor parte de los intentos de regionalización o compartimentación territorial se han basado en parámetros geomorfológicos. Para este autor, incluso muchos de los que dicen utilizar el clima en el fondo también hacen uso del relieve; tal suceso es fácilmente comprensible si tenemos en cuenta las dificultades que ofrece el clima para ser cartografiado. Esta circunstancia es evidente, por ejemplo, en el intento de regionalización hecho para la Península Ibérica por Unstead (1926), en principio 'integrado' pero en la práctica fisiográfico-geomorfológico.

Según Linton (*op. cit.*), la utilidad práctica de estas clasificaciones es precisamente su significado ecológico: dadas las implicaciones microclimáticas, hidrológicas, edáficas, etc., de las unidades geomorfológicas, es previsible que éstas coincidan con unidades ecológicas, edáficas, botánicas —si no ha existido una transformación humana importante— o de uso primario del territorio. Esta circunstancia permite al geomorfólogo tener una contribución directa en el trabajo de los edafólogos, ecólogos, geógrafos y gestores territoriales.

También la escuela soviética de la Ciencia del Paisaje (Solntsev, 1962) considera que el territorio tiene una base geológico-morfológica indudable, pues allí donde cambia la estructura geomorfológica, varía la estructura del paisaje: "(...) hemos advertido que las bases geológico-morfológicas son el factor principal para la segregación de paisajes, por lo que un sistema genético de clasificación del mismo debería basarse en ellos." (Solntsev, *op. cit.*: 14).

Sostiene por tanto esta escuela, que una clasificación del territorio debería regirse por sus factores más estables y critican el hecho de que a veces se hayan basado en elementos mucho más frágiles o susceptibles al cambio, como es el caso de la vegetación. Estos mismos autores, al igual que hacía Simpson (1988), ordenan los elementos del medio según su estabilidad o resistencia al cambio (litosfera, atmósfera, agua, suelos, vegetación y fauna), y afirman que

el cambio en uno de ellos influirá de manera notable en los posteriores, pero poco en los anteriores.

El papel de la Geomorfología en la diferenciación de unidades homogéneas en el territorio se ve reforzado en las regiones donde la vegetación es escasa de forma natural, o bien en aquellos lugares donde la acción antrópica ha modificado en pequeña medida la cubierta vegetal. Allí donde ha habido una transformación humana secular, como sucede en gran parte de la Península Ibérica y del entorno mediterráneo, el relieve constituye el principal indicador de homogeneidad potencial, para lo cual debe ser cotejado con el estado del suelo; en este caso la definición de unidades ecológicas reales precisa de necesarios 'ajustes'.

Sin embargo, la situación no es tan sencilla como se describe previamente, ya que existen patrones territoriales difíciles de explicar a la luz de los datos actuales. Para Ruxton (1968) esta circunstancia se debe a la existencia de un cierto grado de desequilibrio o 'desorden' en el territorio; ello hace muy difícil que los patrones de interdependencia y correlación entre los elementos del medio sean absolutamente claros; por ejemplo, perfiles de alteración, paleosuelos, vegetación relictas, etc., no son explicables sino es por la existencia de relaciones heredadas de eventos histórico-naturales.

En definitiva, como ha quedado expuesto, puede aceptarse que los criterios para la clasificación territorial siguiendo procedimientos sintéticos deben ser aquéllos que condicionen la evolución subsecuente del resto de elementos del medio (factores genéticos). Para la práctica totalidad de los autores que han tratado esta temática, a pequeña escala (grandes unidades) el clima es el mejor indicador de los rasgos territoriales (*sic*); sin embargo, a media y gran escala, que son las utilizadas en planificación territorial, los criterios geológico-geomorfológico son determinantes.

4.2.3.3. Evaluación y diagnóstico territorial con criterios geomorfológicos

Los procesos de evaluación territorial buscan obtener tanto las capacidades, aptitudes o potencialidades, como las limitaciones, fragilidades o vulnerabilidades que presenta el medio para acoger actividades humanas. Como veremos, con frecuencia estas cualidades se elaboran a partir del inventario (mapas temáticos), aunque también pueden ser evaluadas directamente las unidades sintéticas obtenidas en la clasificación territorial.

Por lo común, las evaluaciones han estado siempre guiadas por un objetivo (*ad hoc*). Es por ello que se han llevado a cabo tradicionalmente en contextos demasiado 'estáticos': capacidad agrícola; vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos; etc.

Tricart (1973), por ejemplo, ha atribuido a los estudios de planificación territorial y evaluación de impactos una escasa consideración de las cuestiones dinámicas, a pesar de que el funcionamiento de los sistemas terrestres superficiales sea esencialmente dinámico, y se base

sobre todo en los procesos morfogenéticos. Éstos interfieren con los demás componentes del sistema natural, fundamentalmente los edáficos. Bajo estas premisas, los procesos geomorfológicos que actúan en un territorio (activos), permiten caracterizar el medio en función de su grado de estabilidad, información que debe ser esencial en el ordenamiento territorial.

Ese estudio dinámico hace posible prever la evolución de la configuración de la superficie terrestre en el tiempo y, por tanto, la posibilidad de ser utilizada como elemento predictor de su comportamiento futuro de forma natural, o como respuesta ante las actuaciones antrópicas. Ello permite estudiar el territorio en términos dinámico-evolutivos, y aproximarnos a su grado de equilibrio o tendencias. Es en este contexto de 'grados de estabilidad' o 'equilibrio', donde la Geomorfología puede aportar información clave para una evaluación territorial. Estas ideas son determinantes, por ejemplo en los estudios de restauración, pues normalmente interesa 'dirigir' el sistema hacia la edafogénesis.

Ruxton (1968) señala que los estudios para planeamiento y desarrollo no debieran consistir en hacer cada vez mejores inventarios y clasificaciones, sino que habría que estudiar en detalle los procesos que han intervenido e intervienen en el territorio, así como su interrelación, para conocer sus verdaderas capacidades o aptitudes y predecir los efectos que tendrán las actividades humanas que se implanten en el mismo. Como idea fundamental, este autor insiste en la necesidad de reconocer el grado de desequilibrio de un territorio con respecto a su tendencia natural, para insertar mejor en él las actividades humanas.

Según Godfrey y Cleaves (1991) la importancia de considerar los procesos geomorfológicos que actúan y han actuado en un *landform*, es determinante para conocer cuál es el estado de equilibrio de esa unidad, y en definitiva, cómo puede reaccionar ante una modificación humana. Estos autores proponen analizar los cambios de cada unidad considerando los aspectos dinámicos reconocidos tradicionalmente por la geomorfología americana; esto es: el 'modelo cíclico' de Davis (*cyclic time*); el concepto del 'equilibrio dinámico' de Gilbert y Hack; y el concepto del 'régimen permanente' (*steady state*), útil para unidades menores.

También según Godfrey y Cleaves (*op. cit.*), la respuesta al cambio en los sistemas abiertos se estudia bajo la óptica de cuatro principios: Le Chatelier, o tendencia a la autorregulación, como variación en el sistema ante un cambio externo tendente a minimizar la modificación; la constancia de los patrones geomórficos; el análisis espacial como sustituto del análisis temporal (principio o hipótesis ergódica); y los conceptos o estados de metaestabilidad y umbral geomórfico. Por tanto la intervención geomorfológica en los procesos de evaluación territorial no es directa, sino que se basa en 'indicadores' de estabilidad, dinámica, etc., y en definitiva en la caracterización del medio en el que se actúa para insertar las actividades de un modo más racional en él. Según esta discusión, los estudios geomorfológicos también debieran intensificar su aportación en el campo de la evaluación territorial.

4.2.3.4. Procesos y riesgos

Aunque tradicionalmente han constituido trabajos sectoriales o independientes, debido a su singularidad metodológica, en realidad forman parte de la planificación integrada siendo un caso particular de evaluación-diagnóstico en términos de "limitaciones de uso" (Aguiló *et al.*, 1992; Pedraza *et al.*, 1996a); esa relación con el planeamiento territorial, aumenta en tanto muchos de estos fenómenos son inducidos.

La deforestación y las prácticas agrícolas a lo largo de la Historia, junto al incremento reciente de la superficie urbanizada y las infraestructuras, han modificado las pautas del régimen hídrico natural haciendo disminuir la infiltración, con el consiguiente aumento de la escorrentía y la producción de sedimentos. Esto ha generado un incremento tanto en la pérdida de suelo por erosión hídrica como de las inundaciones. Las obras públicas y sobre todo las actividades extractivas, además de modificar la escorrentía inducen con frecuencia fenómenos gravitacionales; también la sobreexplotación de acuíferos genera subsidencias y colapsos; etc. Todos éstos, son algunos ejemplos de cómo la actividad antrópica está induciendo muchos riesgos naturales.

Dentro de la planificación integrada, los estudios sobre riesgos naturales constituyen una limitación de uso y se incorporan junto a los de capacidades y vulnerabilidades, incluso en fases posteriores. En realidad, los mapas de riesgos son cartografías de segunda o tercera generación que proceden ya de una evaluación territorial a partir de factores o elementos primarios.

Cabe realizar una última precisión al respecto: es necesario profundizar más en los procedimientos para integrar los análisis de riesgos en la planificación (escalas más adecuadas de realización, figuras legislativas apropiadas, etc.), y no sólo incidir en el desarrollo de metodologías para su caracterización como se ha hecho hasta el momento.

4.2.4. Evaluación de impactos geomorfológicos

Al analizar las aportaciones geomorfológicas a los estudios y evaluaciones de impactos ambientales, es preciso recordar que uno de los procedimientos más conocidos sobre este particular se debe a un equipo de geomorfólogos pertenecientes al Servicio Geológico de los Estados Unidos (Leopold *et al.*, 1971), y fue realizado como complemento metodológico a la NEPA (*National Environmental Policy Act*), de 1969. Una consecuencia directa de este precedente, fue la universalización de la metodología popularizada como 'matriz de impactos de Leopold'; este trabajo dio lugar a una publicación que ha llegado a ser la más ampliamente distribuida por el USGS (*United States Geological Survey*) en toda su historia (ver Nichols, 1982: 286).

No debe resultar extraña esa contribución ya que la EIA es básicamente un proceso ‘predictivo’, es decir, con una dimensión temporal-evolutiva muy propia de las Ciencias de la Tierra. Este campo de conocimientos puede aportar así un enfoque adecuado para interpretar la posible reacción de un territorio ante un uso determinado, introduciendo en este tipo de estudios una perspectiva dinámica (histórica), que permite definir el grado de estabilidad de los medios naturales, así como su posible evolución.

El campo donde más se han desarrollado estos planteamientos sistémicos ha sido el de las obras hidráulicas y su influencia sobre los sistemas fluviales. De hecho, los primeros estudios de EIA (Whitman *et al.*, 1971) estuvieron relacionados con estos aspectos.

Un aspecto que cobra especial interés son los posibles riesgos inducidos por la actividad objeto de EIA, los cuales constituyen un apartado específico en los métodos o procedimientos de estimación general, suponiendo una limitación al uso del territorio (ver Leopold *et al.*, 1971).

Otro aspecto a contemplar es la pérdida de recursos culturales, para lo cual puede ser pertinente la realización de un mapa de lugares o puntos geomorfológicos singulares (figura 4.4). Sin embargo, la consideración exclusiva de riesgos y recursos geomorfológicos como únicos aspectos de esta disciplina a tratar en la evaluación de impactos, sigue siendo una visión limitada; por ejemplo las clasificaciones del relieve son de nuevo muy útiles, al definir unidades territoriales homogéneas sobre las que es posible contabilizar ‘impactos totales’.

Un autor que trata la EIA desde una óptica específicamente geomorfológica es Wolfert (1995), quien llega a definir incluso el concepto de ‘evaluación de impactos geomorfológicos’ (*geomorphological impact assessment*). A nuestro juicio, en dicho trabajo se asumen dos aspectos fundamentales: la consideración —al igual que otros estudios del medio físico que venimos tratando— de la EIA en un contexto pluridisciplinar, según el cual cada especialista evaluaría el impacto relativo a su objeto de conocimiento; y la introducción de criterios objetivos para la valoración los diferentes aspectos (parámetros, variables) geomorfológicos, previamente a considerar la influencia de la actividad (cuadro 4.1).

Cuadro 4.1. Algunas variables geomorfológicas con relevancia para la evaluación de impactos sobre el relieve (según Wolfert, 1995).

complejidad	cantidad de elementos geomorfológicos simples que incluye una morfología compleja; se considera que las asociaciones morfológicas más completas tienen mayor valor
representatividad	grado por el que las formas proporcionan información acerca de procesos geomorfológicos; mayor representatividad, mayor valor
rareza	capacidad para ofrecer información no disponible en cualquier sitio; mayor rareza, mayor valor.
condición	próximo a grado de conservación (integridad) frente a degradación; mejor estado de conservación, mayor valor

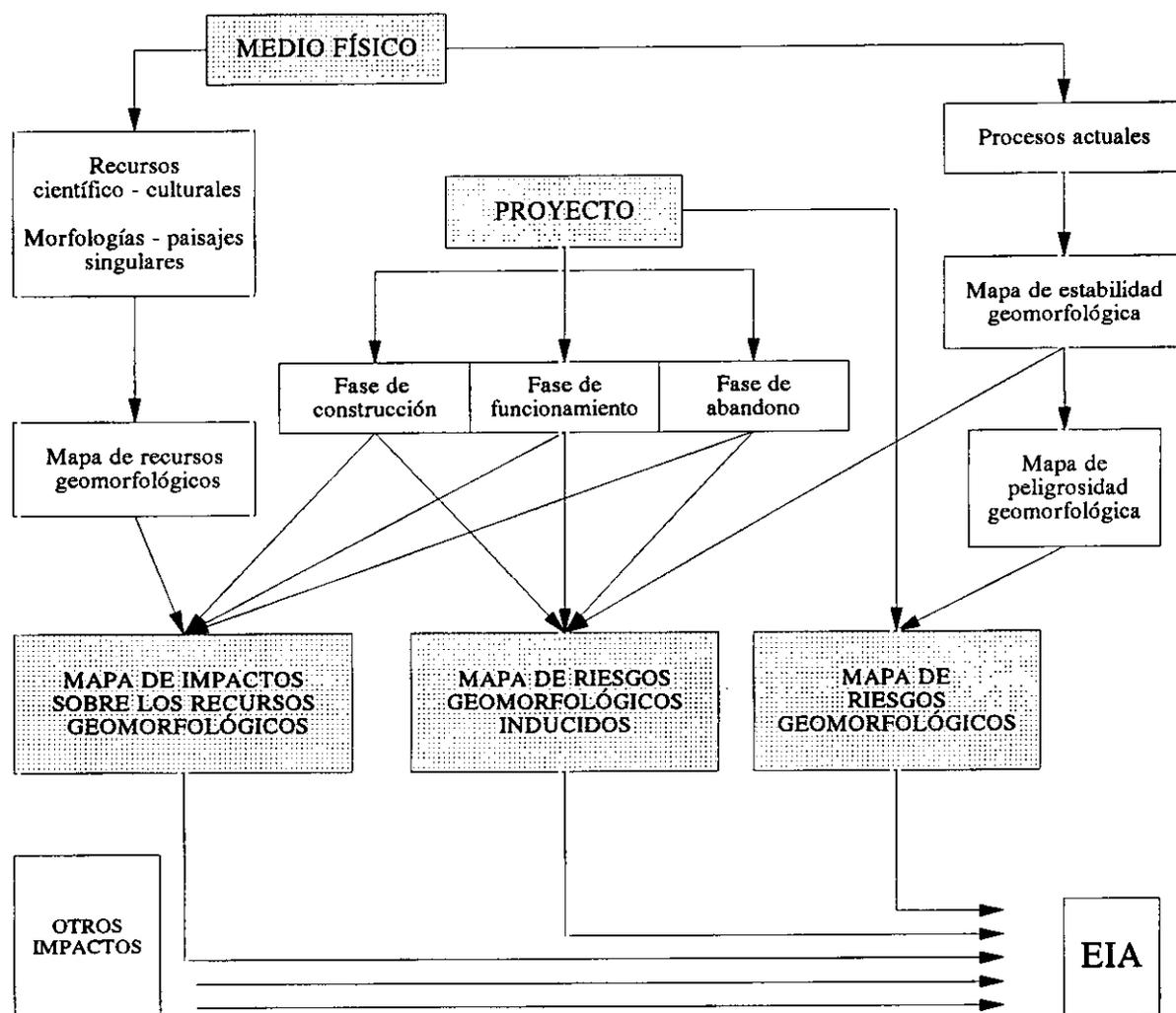


Figura 4.4. Esquema conceptual sobre el papel de la Geomorfología en la evaluación de impactos ambientales (a partir de Panizza, 1988).

A pesar de lo dicho y salvo casos aislados (Panizza, 1988; Wolfert, 1995), la consideración de la EIA ha recibido muy poca atención en la literatura geomorfológica. Una vez más han sido otros profesionales ajenos a esta ciencia, quienes han defendido su utilidad (ver por ejemplo: Díaz Segovia y Ramos, 1991; González Alonso *et al.*, 1991; Aguiló *et al.*, 1992).

4.2.5. Restauración geomorfológica

Recordemos que, a diferencia de aquéllas otras medidas correctoras más puntuales o 'tecnológicas', la restauración ecológica o del paisaje posee una escala de actuación 'territorial'. Ejemplos de actividades que requieren la adopción de este tipo de medidas son las grandes infraestructuras lineales y la minería.

En estos casos la aportación es destacada, ya que muchas afecciones son sobre el relieve. Aquí los criterios geomorfológicos pueden servir para realizar un ‘diseño’ adecuado, tanto de las explotaciones como de su restauración, acorde con la morfología y los procesos del entorno en el que se ubican; también para conocer la capacidad de regeneración de un terreno determinado, o su reversibilidad ante una posible degradación. Normalmente están muy ligados a la posibilidad de desarrollar suelo, y su objetivo final es el establecimiento de un sustrato edáfico y una cobertera vegetal capaces de evolucionar de forma natural. En realidad, se trata de favorecer los procesos de edafogénesis frente a la morfogénesis. En estos casos es posible hablar de verdaderas ‘restauraciones geomorfológicas’ (ver capítulo 8).

Otro gran grupo de espacios susceptibles de restauración a nivel territorial amplio lo constituyen las superficies afectadas históricamente por prácticas agrosilvopastorales y, desde hace varios años, en fase de abandono (Ruiz Flaño, 1993; García Ruiz y Lasanta, 1994; Lasanta y García Ruiz, 1996). En estos casos se busca una ‘renaturalización’ del territorio, la cual tiene lugar con frecuencia sin intervención antrópica; sin embargo, en otros casos precisa de ayuda adicional.

En general, las posibilidades de restauración del terreno pasan por conocer los ‘umbrales de degradación’ o la ‘resiliencia’ de los sistemas afectados.

4.2.6. Geomorfología y estudios sobre paisaje

En principio cabe decir, que los análisis procedentes del campo geomorfológico enfocados al estudio del paisaje también han sido escasos; aun cuando sea comúnmente reconocido que el relieve constituye uno de sus componentes fundamentales y que los procesos geomorfológicos son uno de sus principales formadores.

A pesar de ese absentismo general, la Geomorfología no ha permanecido completamente ajena a este particular; no olvidemos que E. Hernández-Pacheco (1934b) fue pionero en este tema y sus ideas han sido revitalizadas por investigadores tan prestigiosos como A. Ramos Fernández y F. González Bernáldez. Sobre este particular y procedentes de otro contexto sociocultural, merecen destacarse los trabajos de Linton (1968) y Leopold (1969).

A la hora de abordar las relaciones entre el paisaje y la Geomorfología, es preciso tomar como referencia el análisis realizado en el epígrafe 1.2.4. Según el mismo, las principales aportaciones pueden situarse en la denominada Ecología del Paisaje (fisiología o criptosistema), y los estudios fisiográficos (fisonomía o fenosistema).

En cuanto al primer grupo, son varios los autores que consideran la ‘dinámica natural’ del paisaje como esencialmente geomorfológica (Forman y Godron, 1986; Ibáñez, 1986). Esta visión queda bien resumida en la siguiente tesis: “(...) *el relieve constituye el ‘esqueleto’ del*

paisaje natural y factor condicionante de la dinámica y evolución del mismo" (Sayago, 1982: 169). Y en otro punto: *"a cualquier escala o nivel de percepción, el relieve constituye un factor esencial de la dinámica ambiental, por lo que su caracterización constituye el fundamento de toda clasificación del paisaje natural"* (Sayago, *op. cit.*: 172). La identidad del paisaje en términos histórico-evolutivos fue precisamente la línea defendida por Hernández-Pacheco (1934b):

"es frecuente que cuando se trata de los paisajes de un país, el estudio sea puramente descriptivo, sin entrar en el análisis de la razón de ser del tipo de paisaje, ni menos determinar las causas naturales que le producen. En cambio, se juzga, por lo común, del paisaje por la impresión estética que produce en el que le observa y describe, obteniéndose, frecuentemente, deducciones de índole y carácter totalmente ajenas al paisaje en sí" (Hernández-Pacheco, 1934b: 6)

Respecto al segundo grupo, las aportaciones de los estudios fisiográficos se han considerado tradicionalmente a dos niveles (Pedraza, 1986; Wolfert, 1995). El primero trata de paisajes cuya fisonomía primaria está dominada o determinada por los componentes geomorfológicos; aquí se interpreta el todo (paisaje) por una de sus partes (el relieve); es el caso de los denominados 'paisajes o relieves litológicos' (volcánicos, graníticos o cársticos; ver Pedraza *et al.*, 1996a), como Las Cañadas del Teide (volcánico), La Pedriza de Manzanares (granítico), o las Hoces del río Duratón (fluvio-cárstico), por señalar alguno de los que se sitúan en nuestro entorno. En ellos, la gea llega a ser el elemento predominante y los aspectos geomorfológicos constituyen el principal elemento visual o perceptivo, por encima incluso de la vegetación. Otro tanto sucede, en general, en paisajes áridos o desérticos.

Para Wolfert (*op. cit.*) estos casos constituyen la situación más normal en que las Ciencias de la Tierra se ha ocupado de este tema: únicamente en tanto el relieve puede conformar paisajes singulares, o dignos de protección. También señala el hecho de que sean poco comunes las metodologías integrales para evaluar las cualidades paisajísticas del conjunto del relieve.

Tal razonamiento lleva al segundo nivel referido: la contribución del relieve a la configuración general del territorio. Este enfoque conduce a la Fisiografía y los análisis estructurados del territorio (clasificaciones territoriales), que desde luego no han sido escasos. Los métodos fisiográficos permiten diferenciar y clasificar el territorio por su apariencia (fotografía aérea, imagen de satélite), lo cual posibilita establecer unidades de paisaje como base para su valoración o evaluación. Un ejemplo de cartografía de paisajes que utiliza criterios geomorfológicos y fisiográficos se debe a Bañón *et al.* (1992), que considera: 'dominio geomorfológico', 'posición fisiográfica' y 'fuerza del relieve', junto con 'vegetación y usos', para definir unidades de paisaje intrínseco.

Pero también los profesionales en Ciencias de la Tierra han participado en la evaluación de la 'estética'. De hecho, dos de los modelos 'objetivos' de evaluación de la calidad visual del paisaje más reconocidos en la literatura internacional, están realizados por geomorfólogos y

en ellos juega un papel especial el relieve: *The Assesment of Scenery as a Natural Resource*, de D.L. Linton (1968), y *Landscape Esthetics*, del omnipresente L.B. Leopold (1969).

Otro autor que incide en este particular es Brush (1981), quien encuentra que existe una relación muy directa entre las preferencias de paisajes y el relieve: los paisajes montañosos, con mayor relieve interno o accidentado, son más preferidos (Brush, *op. cit.*).

Digamos finalmente que los ‘análisis de paisaje’ otorgan un papel preponderante al relieve de forma casi general. Citaremos como ejemplo el trabajo de Blanco (1979), que diferencia unas unidades de partida, y las define por su fisiografía, complejidad topográfica (anfractuosidad), desnivel, carácter, incidencia visual, y accesibilidad natural.

Todo lo anterior nos lleva a concluir que los estudios sobre paisaje pueden ser uno de los campos a desarrollar en trabajos e investigaciones futuras. Bien en relación con las clasificaciones fisiográficas y evolución o historia del paisaje (vertiente ecológica del paisaje, o Ecología del Paisaje), bien asociados a aspectos puramente analíticos o configuracionales (estudio de elementos y componentes, cuencas visuales, fragilidad y calidad visual, anfractuosidad, etc.). Las clasificaciones fisiográficas pueden ser utilizadas a su vez para elaborar modelos de calidad o fragilidad, o servir como base para reducir la subjetividad en la evaluación de las preferencias (Arnot y Grant, 1981); ver cuadro 4.2.

Cuadro 4.2. Participación geomorfológica en los estudios sobre paisaje (ver figura 1.3; pág. 32).

ESTUDIO	OBJETIVO	UTILIDAD	APORTACIÓN GEOMORFOLÓGICA
Fisiografía	determinación de unidades para su evaluación posterior	- académica, desarrollo regional, ingeniería, planificación territorial	- clasificaciones del relieve
Ecología del Paisaje	diagnóstico en términos dinámicos del "sistema paisaje"	- planificación y gestión territorial	- interpretación desde una perspectiva histórico-natural
Características visuales	análisis de las propiedades visuales	- planificación y gestión territorial	- análisis de las propiedades perceptivas de las formas del terreno
Componentes	determinación de los elementos que forman el paisaje	- planificación y gestión territorial	- análisis de los componentes físicos (abióticos) del paisaje
Cuencas visuales y visibilidad	estudios de intervisibilidad entre puntos	- planificación y gestión territorial	- estudios morfográficos y morfométricos
Modelos de calidad y fragilidad	determinación de los grados de excelencia o susceptibilidad a la degradación	- planificación y gestión territorial	- bases objetivas para la evaluación
Modelos de preferencia	evaluar la percepción	- académica (evaluar los mecanismos de la percepción) - planificación y gestión territorial	- clasificación ‘objetiva’ de paisajes para reducir la subjetividad en el proceso de evaluar la percepción

4.3. SÍNTESIS. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL, EIA, RESTAURACIÓN Y PAISAJE COMO TEMAS PENDIENTES DE LA GEOMORFOLOGÍA AMBIENTAL

La consideración según la cual los estudios del medio físico se basan en el conocimiento del territorio sobre el que se actúa, hace que las Ciencias de la Tierra constituyan un conjunto de conocimientos idóneo para valorar los 'pros' y 'contras' de la implantación o continuidad de las diferentes actividades humanas en el territorio (gestión territorial). En este sentido, es preciso señalar que los estudios ambientales adolecen con cierta frecuencia de perspectivas histórico-naturales.

La Geomorfología Ambiental puede definirse como el conjunto de conocimientos geomorfológicos aplicables a la resolución de los problemas derivados de la utilización del territorio por parte del hombre. Los estudios más conocidos en este campo han sido, y siguen siendo, los riesgos naturales.

Sin embargo, desde nuestro punto de vista esta ciencia debe intensificar su aportación a los trabajos encargados de resolver los problemas derivados de las actuaciones humanas en el territorio (planificación, EIA y restauración); todo ello, por varias razones.

En primer lugar, porque la influencia que el hombre ejerce sobre el medio en amplias regiones (entre ellas la Península Ibérica) es mayor que la recíproca. En segundo lugar porque estos estudios están regulados por normativas específicas y su campo de aplicación es entonces amplio; así sucede con el planeamiento urbanístico (regulado por la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, R.D.L. 1/1992 de 26 de junio), la conservación de espacios naturales (Ley 4/1989, de 27 de marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna silvestres), la Evaluación de Impacto Ambiental (R.D. 1131/1988 de 30 de septiembre), o la Restauración del Espacio Natural afectado por actividades mineras (R.D. 2994/1982 de 15 de octubre).

Otro aspecto a destacar es que muchos riesgos asociados a la dinámica exógena en la cuenca mediterránea en general, y en la Península Ibérica en particular, están relacionados con —o al menos amplificadas por— las actividades antrópicas; es decir, son en buena parte 'riesgos naturales inducidos'. De todo ello se deduce que la correcta gestión de los usos reduciría la incidencia de estos procesos, y su tratamiento más idóneo está entonces dentro de la planificación territorial.

Tradicionalmente se ha considerado que la principal aportación geomorfológica a los estudios del medio físico, excluidos los riesgos naturales, era la clasificación territorial. Sin embargo, el conocimiento de la historia evolutiva del relieve y los procesos geomorfológicos permite caracterizar el medio en términos dinámico-evolutivos, es decir: cómo puede reaccionar el territorio ante la implantación o abandono de una actividad humana, o la rehabilitación de

espacios degradados; esta información es esencial para la 'gestión territorial'.

Por último, aun cuando esté reconocido por todos los especialistas en estos temas que las características geomorfológicas juegan un papel decisivo en el paisaje, la participación de esa ciencia en dichos estudios ha sido escasa.

En definitiva: la Geomorfología Aplicada, o Ambiental, debería intensificar sus aportaciones a la resolución de los problemas derivados de las actuaciones humanas en el territorio. Junto a los estudios sobre riesgos naturales, sin duda los más desarrollados, habrá de incidir en trabajos sobre planificación integrada, evaluación de impactos ambientales, restauración ecológica, y paisaje. Todos ellos, presentan grandes posibilidades de aplicación en muchas regiones peninsulares con baja incidencia de los riesgos naturales, y sin embargo con otra problemática recogida en normativas específicas (Ley del Suelo, EIA, restauración de espacios mineros).

El conjunto de esas aplicaciones, incluidos los riesgos, tienen su tratamiento más adecuado dentro de la planificación integrada; ésta precisa de sistemas de análisis cuyo punto de partida son clasificaciones que se apoyan en unidades territoriales homogéneas siendo su rasgo más evidente la fisonomía del terreno. Teniendo en cuenta que la Geomorfología se ocupa de este tema y lo completa con criterios dinámicos y evolutivos, las clasificaciones del relieve son la aportación sintética que hace esta ciencia a los estudios de planificación integrada.

5. CONTRIBUCIÓN DE LA GEOMORFOLOGÍA A LA CLASIFICACIÓN-EVALUACIÓN DEL TERRITORIO: PROPUESTA METODOLÓGICA

El objetivo de este capítulo es elaborar un 'modelo conceptual', a nivel de propuesta, para estructurar las aportaciones desde el campo de la Geomorfología a los estudios integrados.

5.1. JUSTIFICACIÓN

Como ya se señalara en el Planteamiento, la hipótesis de partida de este trabajo considera que la participación real de la Geomorfología en los estudios del medio físico, no corresponde a lo que cabría esperar teniendo en cuenta sus métodos y contenidos.

Analizada la problemática que deben de resolver dichos estudios (capítulo 1) y los métodos en que se basan (capítulo 2), podemos concluir la importancia de los contenidos geomorfológicos en este campo; así lo ponen también de manifiesto la mayoría de los autores que han trabajado en el tema.

Después de repasar todos aquellos métodos de planificación en los que la Geomorfología ha tenido una participación destacada (capítulo 3), puede extraerse una segunda conclusión: el desfase entre las posibilidades y la participación real de esta ciencia en los estudios integrados, se debe a la ausencia de un método unificado para estructurar la clasificación del relieve y que actúe como 'guía metodológica' en los inventarios y evaluaciones territoriales.

Como puede deducirse de los métodos y contenidos de la Geomorfología (capítulo 4), su aportación a los estudios integrados debe realizarse mediante la clasificación del relieve, ya que ésta representa la síntesis de los atributos de la superficie terrestre y aporta una guía taxonómica de primer orden.

Partiendo de esas tesis, nosotros proponemos aquí una clasificación que trata de enfocar este problema; para ello, se basa en los siguientes axiomas:

- Todos los aspectos geomorfológicos de la superficie terrestre (morfografía, morfogénesis, y morfoevolución), deben quedar sintetizados en una clasificación del relieve. Éste es un

objetivo prioritario en la Geomorfología básica y no, como a veces se ha entendido, una de las aplicaciones posibles de sus contenidos.

- En las numerosas clasificaciones (llamadas fisiográficas, geomorfológicas, del relieve, territoriales, geográficas, etc.) realizadas hasta el momento, no ha habido una preocupación prioritaria para lograr o acordar un principio básico de toda ciencia: la 'unidad taxonómica'. Para conseguir ese objetivo, habrá de profundizarse en los "niveles de organización" que presenta el territorio y, en consecuencia, establecer las jerarquías y nomenclaturas unificadas que corresponda.

- Muchos de estos problemas son debidos a razones metodológicas: buena parte de esas clasificaciones nacieron con fines aplicados y por ello dan prioridad a los aspectos funcionales sobre los conceptuales. En consecuencia, la estructuración del relieve (niveles jerárquicos) queda determinada *a priori* por la utilidad de la clasificación, cuando realmente debería seguirse el procedimiento contrario: estructurar el relieve de acuerdo con sus características intrínsecas (clasificaciones metodológicas y conceptuales) y realizar *a posteriori* las oportunas acomodaciones para su aplicación.

- Otros problemas son debidos a razones coyunturales. El hecho de que la Geomorfología sea estudiada desde ámbitos académicos diferentes, ha condicionado en gran medida los enfoques metodológicos. En lo referente a las clasificaciones territoriales, ello queda manifiesto en la presencia de dos aproximaciones: la eminentemente configuracional (vía geográfica) y la eminentemente genética (vía geológica). Entendemos que la Geomorfología participa de ambos contenidos o aspectos, y esto debe ser asumido por toda clasificación del relieve terrestre.

- Una clasificación aplicada debe de tener en cuenta, prioritariamente, los problemas que trata de resolver y, en consecuencia, adecuar su estructura a los mismos.

De acuerdo con estas premisas podemos concluir que: las aportaciones de la Geomorfología a los estudios integrados deben realizarse mediante la clasificación sintética del relieve, es decir, unificando lo configuracional y genético; dentro de lo posible y aunque de momento resulte difícil, deberán tender a un mínimo acuerdo taxonómico mediante la jerarquización oportuna; al tratarse de una clasificación para fines aplicados, esa jerarquización habrá de adecuarse a los objetivos propuestos, es decir, partir de un trabajo metodológico y reestructurarlo según indique la problemática existente.

La propuesta que aquí hacemos trata de ser congruente, dentro de lo posible, con las tesis anteriores, es decir: define los niveles jerárquicos según los condicionantes intrínsecos que marca el relieve, considera el ámbito de aplicación según las repercusiones territoriales derivadas de la problemática ambiental y, en consecuencia, establece las correlaciones correspondientes.

5.2. FUNDAMENTO

Una clasificación es un sistema de organización u ordenación de la realidad a distintos niveles de abstracción; si dentro de ella los niveles superiores limitan y controlan el grado de información de los inferiores, está jerarquizada (Allen y Starr, 1982). Ya se señaló cómo el establecimiento de escalas jerárquicas en el medio natural depende en buena parte de los objetivos, pues la información es susceptible de ser clasificada a diferentes niveles: una clasificación es una herramienta, no un fin en sí misma (Hammond, 1954); son siempre una interpretación de la realidad y por tanto dependen en gran medida de los criterios y objetivos del clasificador (Wright, 1972). Es preciso insistir en este particular, y asumirlo: las clasificaciones no son sino abstracciones de la realidad.

Dado que el objetivo de nuestra propuesta pretende estructurar de algún modo la participación geomorfológica en estudios integrados, este epígrafe trata de correlacionar unas ‘categorías geomorfológicas’ con niveles en que tienen incidencia los problemas territoriales o ambientales. Ese planteamiento enlaza con la filosofía básica de la planificación integrada: llegar a una relación adecuada entre las dinámicas del medio natural y del medio social (figura 5.1).

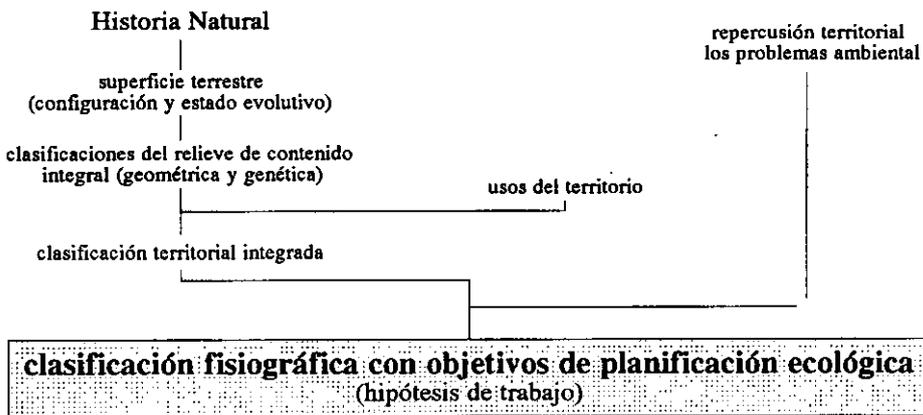


Figura 5.1. Fases a seguir en el desarrollo de una clasificación del relieve con objetivos de planificación integrada.

5.2.1. Categorías geomorfológicas o del relieve

El conjunto de clasificaciones fisiográficas recogidas en la literatura (ver cuadro 4.3), utilizan una serie de criterios a la hora de clasificar el medio a diferentes niveles. Aun cuando exista una notable dispersión en cuanto al número de categorías y bases para su definición, un análisis minucioso de las taxonomías más próximas a la Geomorfología recoge o asume unos criterios ‘comunes’ o ‘básicos’ a prácticamente todas ellas. Esos criterios son: a pequeña escala (grandes unidades), la naturaleza geológica y estructural; a escala regional, los criterios morfoestructurales (orográficos), derivados de la evolución geomorfológica; a escala comarcal los criterios geométricos (relieve) y genéticos (morfogénesis); por último, a nivel local es decisiva la uniformidad morfográfica (elementos básicos del relieve), y morfodinámica

(procesos actuales). Apoyándonos en todas esas aportaciones e introduciendo alguna precisión, consideramos que las categorías básicas para organizar la información geomorfológica son cuatro:

- Primera. Es el referente evolutivo a escala temporal y puede definirse como: conjunto de caracteres que confluyen en un territorio y han consolidado a lo largo de su historia geológica; son las grandes regiones geológicas del Planeta. Normalmente se han citado como 'grandes estructuras corticales', 'grandes morfoestructuras', 'divisiones fisiográficas', etc.

Cuadro 5.1. Correlación' entre distintas categorías geomorfológicas (ordenación cronológica aproximada).

REFERENCIAS	ámbito local	ámbito comarcal	ámbito regional		grandes regiones	ámbito continental
<i>Fenneman (1916, 1928)</i>			district	section	province	major division
<i>Wooldridge (1932)</i>	facet					
<i>Linton (1951)</i>	site	stow	tract	section	province	division
<i>CSIRO (Christian, 1958; Christian y Stewart, 1968)</i>	site	land unit	land system		complex land system	
<i>Oxford-MEXE Beckett y Webster (1965) Brink et al. (1966)</i>	land element	land facet	land system	land region	land province	land division
<i>PUCE (Aitchison y Grant, 1967, 1968)</i>	terrain component	terrain unit	terrain pattern	terrain province		
<i>Pecsi y Somogyi (1969)</i>	morphofacies	geomorph. microregion	geomorph. mesoregion	geomorph. macroregion	geomorph. macroarea	geomorph. megaarea
<i>Godfrey (1977)</i>	topographic element	land type	subsección land type group	section	province	
<i>Pedraza (1978)</i>	elemento geomorfológico	unidad geomorfológica		conjunto geomorfológico (orden inferior)	conjunto geomorfológico (orden superior)	conjunto geológico
<i>Pedraza y Garzón (1978)</i>	elementos del relieve	dominios del relieve			conjuntos geológicos	
<i>ITC (Van Zuidam y Van Zuidam, 1979)</i>	geomorph. detail	geomorph. unit	main geomorph. unit	geomorphological province		
<i>Sayago (1982)</i>	faceta del relieve	unidad geomorfológica	asociación geomorfológica	región geomorfológica	provincia geomorfológica	
<i>Cendrero y Díaz de Terán (1987)</i>	elemento morfodinámico	unidad morfodinámica	sistema morfodinámico	ambiente morfodinámico		
<i>Godfrey y Cleaves (1991)</i>	zone	area	district	section/region	province	major division

1) El establecimiento de escalas aproximativas para cada nivel presenta dificultades, en tanto se trata de clasificaciones realizadas para ámbitos geográficos muy distintos. Por ejemplo, las unidades definidas para Estados Unidos o Australia tienen una extensión mucho mayor que las cartografiadas en Europa con los mismos criterios.

- Segunda. Es el referente a escala espacial y puede definirse como: porción del relieve terrestre que mantiene tal unidad fisonómica o configuracional como para ser un indicador fisiográfico-orográfico; o también, conjunto de caracteres sintéticos que permiten establecer relaciones de distribución (o geográficas) entre todos los componentes de la superficie terrestre. Normalmente se han citado como 'regiones morfoestructurales', 'provincias fisiográficas', 'grandes unidades orográficas', etc.

- Tercera. Es el referente genético y morfográfico, y puede definirse como: porción del relieve terrestre que muestra una geometría uniforme pero compleja (articulación de formas elementales definiendo patrones homogéneos), debida a un sistema de procesos característico. Es la unidad o 'taxón' tipo en Geomorfología, y se ha denominado como 'unidad geomorfológica', 'tipos de relieve', 'de terreno', 'patrón de terreno', etc.
- Cuarta. Es el referente morfométrico y dinámico, y puede definirse como: porción del relieve terrestre que muestra una geometría uniforme y sencilla (no es subdivisible en formas de menor rango, aunque sean geometrías compuestas); también se incluye aquí el dominio territorial que alberga los agentes de la dinámica terrestre (básicamente exógena). Normalmente se han citado como 'elementos geomorfológicos', 'facetitas', 'elementos topográficos', etc.

5.2.2. Problemática ambiental y ámbitos territoriales de actuación

Los problemas derivados del uso del territorio se manifiestan a unas determinadas escalas; y son esos ámbitos los que precisan intervenciones adecuadas.

De Pablo *et al.* (1984; en Díaz Pineda y Nicolás, 1987) distinguen una gradación en el tratamiento de la información ambiental (figura 5.2). Para nuestros objetivos y en consonancia con lo dicho anteriormente, interesa destacar de este esquema el diferente grado de abstracción que requiere la información ambiental según la escala territorial: las locales precisan identificación y descripción de problemas; las regionales, simulación de la dinámica en grandes unidades naturales (equivalentes a unidades fisiográficas); y el ámbito estatal, políticas globales en función de las características naturales del territorio.

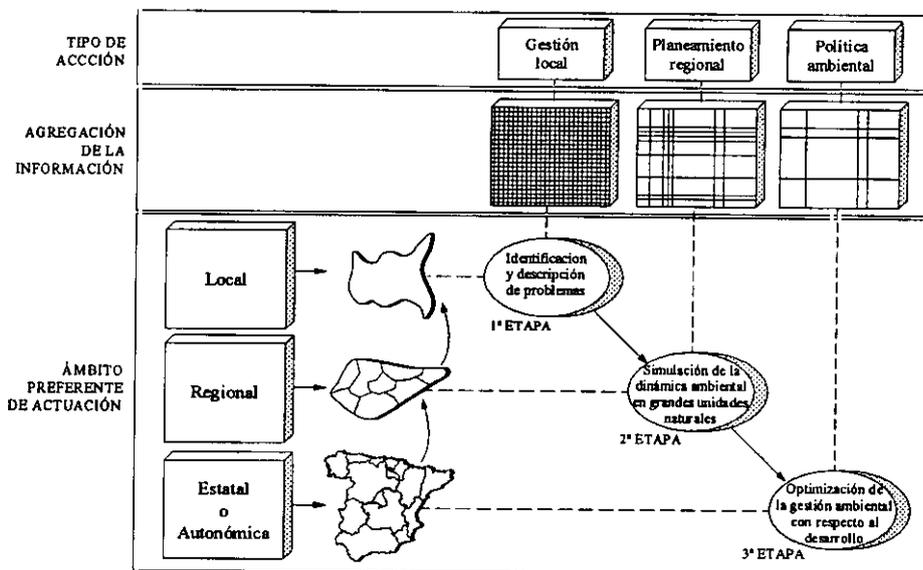


Figura 5.2. La información ambiental considerada bajo distintas perspectivas y ámbitos de actuación (según De Pablo *et al.*, 1984; en Díaz Pineda y Nicolás, 1987).

Con independencia de las normativas legales que los ejecuten y de las figuras concretas que los regulen, la literatura recoge de forma más o menos estandarizada unos "ámbitos territoriales de actuación o planificación", cada uno de los cuales tiene unos fines diferentes y requiere distinto detalle y profundidad en los análisis. Por ejemplo, Bartkowski (1979; en Aguiló *et al.*, 1992) distingue: global, nacional, regional y local, correlacionando cada uno de ellos con el nivel de detalle y carácter de la información requeridos (figura 5.3). Asimismo Lüttig (1987) señala una serie de niveles de planificación (internacional-nacional, regional, local-detallado y proyectos) y los equipara con las escalas más comunes de mapificación (figura 5.4); cada uno de ellos tiene una problemática y metodología propias. También Cendrero (1989a) ha incidido en este razonamiento, señalando: 'nivel macro', en el cual se utilizan datos generales y se requieren programas y políticas ambientales; 'nivel meso' o regional, en el que cabe establecer capacidades y limitaciones para distintas actividades; y 'nivel micro', local o de proyectos (minería, urbanización, etc.), que requiere estudios y análisis específicos.

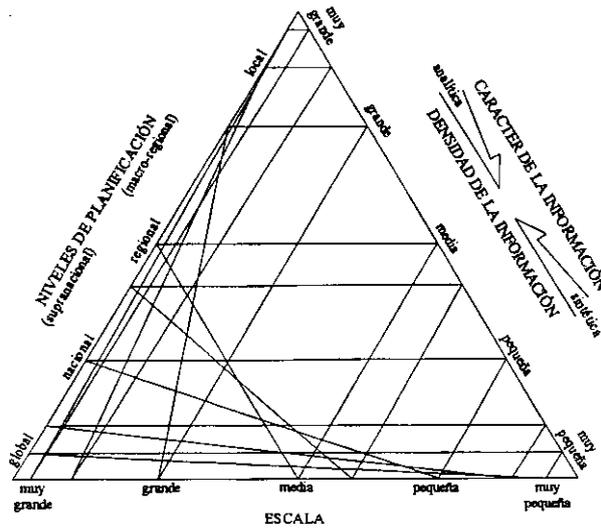


Figura 5.3. Relaciones entre escalas de los mapas, cantidad de información y nivel de la planificación. Según Bartkowski (1978; en Aguiló *et al.*, 1992).

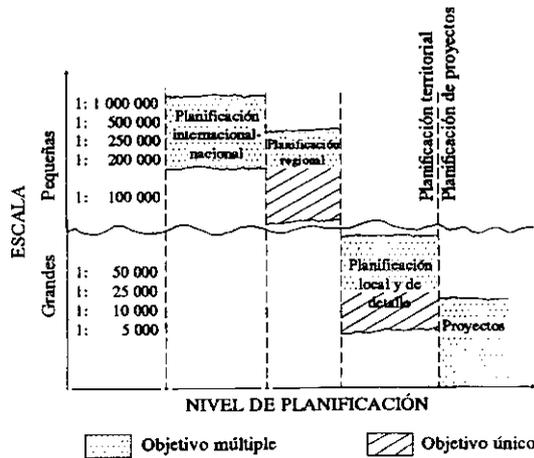


Figura 5.4. Relación entre niveles de planeamiento y escalas de los mapas (según Lüttig, 1987; en Cendrero, 1989b).

La Carta Europea de Ordenación del Territorio (ver Aguiló *et al.*, 1987; Enériz, 1991) reconoce también el necesario principio de jerarquización en la planificación territorial, que vincula las decisiones de los niveles inferiores a las superiores. Dichos niveles y sus funciones son:

- Europeo. Le corresponde la coordinación de las políticas globales para mantener el equilibrio en su ámbito. Las decisiones se basan en el interés general.
- Nacional. Le corresponde la coordinación de las distintas políticas de ordenación del territorio, y entre los objetivos nacionales y regionales.
- Regional. Es considerado el marco más apropiado para el desarrollo de la ordenación y planificación territorial, teniendo la función de coordinar las actuaciones de rango superior, y hacerlas efectivas al nivel local.
- Local. A través del urbanismo municipal, es el encargado de ejecutar materialmente la planificación territorial. Deberá tener en cuenta para ello los intereses de las ordenaciones regional, nacional y europea.

En definitiva, esa forma de organizar el planeamiento y la información ambiental responde a la ya señalada posibilidad de jerarquizar el territorio y la incidencia de los problemas sobre el mismo, utilizando de nuevo diferentes niveles de abstracción para cada nivel.

Así pues, y a pesar de las dificultades para su concreción, es posible jerarquizar los problemas ambientales según su incidencia territorial. Independientemente de las figuras y normativas administrativas que tratan de minimizar esos problemas, deberá establecerse una escala de los mismos a partir de parámetros cualitativos y cuantitativos: evolución histórica, repartición geográfica, intensidad, tipo, etc. Una tentativa de ello es la que presentamos a continuación:

- *Problemas globales*

Día a día se está demostrando que los denominados ‘problemas globales’ no son una mera formulación teórica, sino realidades concretas: lluvia ácida, erosión-desertización, posible calentamiento global inducido, por no entrar en cuestiones más opinables —pero obvias— como el desequilibrio Norte-Sur, etc. Todos ellos son temas que exigen un enfoque pluriestatal o internacional, tratando de evitar efectos inducidos por ‘terceros’; es decir, repercusiones sobre un territorio de las actividades generadas por sociedades extrañas al mismo.

Hasta cierto punto ese tipo de ‘costes’ deberían estar normalizados mediante enfoques territoriales que pueda evaluar la escala supraestatal. Se trata en estos casos de eliminar el ‘factor frontera’ y ajustarse a planteamientos que gestionen el territorio teniendo en cuenta sus características naturales.

En realidad y aun cuando se hable de problemas globales, lo cierto es que sus repercusiones tienen lugar a niveles de tipo 'regional a pequeña escala' (grandes territorios) o zonal: erosión-desertización en la franja del Sahel, deforestación en la cuenca del Amazonas, posible anegamiento de zonas costeras por subida del nivel del mar, problemas de contaminación atmosférica, desequilibrios hídricos, etc.

A esta escala es importante considerar dos cuestiones: una es la dimensión histórica de los problemas (factor acumulativo); otra la dimensión tecnológica (factor cuantitativo).

Respecto a la primera, muchas modificaciones del territorio son inicialmente 'poco incisivas' y diseminadas; sin embargo, la persistencia de las mismas a lo largo de los tiempos históricos multiplica su repercusión con efectos destacables. Buen ejemplo de ello es la cultura mediterránea y las transformaciones asociadas: deforestación, salinización de suelos, pérdida de biodiversidad, etc.

Respecto a la segunda, determinadas manipulaciones hechas posible gracias a la sociedad 'altamente tecnificada' son aplicadas localmente, sin embargo sus efectos pueden llegar a tener repercusiones globales. Buen ejemplo de ello es la lluvia ácida y, aunque más dudoso, la desertización inducida por cambios climáticos.

- Problemas regionales

En un nivel intermedio se sitúan toda una serie de problemas que, sin llegar a tener una repercusión global clara, traspasan el ámbito meramente local. En realidad, muchos de ellos no son más que un estado 'incipiente' de algo que puede llegar a ser global si no se controla adecuadamente; o también, la materialización concreta y peculiar de algo global en una porción de territorio. La dificultad para acordar cuál es realmente el ámbito territorial que comprende una región, no permite precisar más respecto a este tema. Ciertamente, un 'problema regional' es aquél que traspasa el ámbito local y se manifiesta a lo largo de un espacio heterogéneo, por lo cual es frecuente subdividir este nivel en dos: regional y comarcal.

Ejemplos de este tipo de problemas son: transformación de áreas de montaña, gestión de cuencas hidrográficas o sobreexplotación de acuíferos, reforestaciones, urbanización de franjas costeras, grandes infraestructuras, efectos derivados de metrópolis en sus *hinterlands*, etc.

- Problemas locales

Se trata de efectos que no sobrepasan el ámbito de un territorio homogéneo (limitación espacial) y analizados en un contexto histórico acotado (limitación temporal). Su incidencia en el territorio produce lo que se ha considerado como 'impactos localizados'; ejemplo de ello son los efectos producidos por: urbanización, minería, agricultura intensiva, infraestructuras localizadas, vertederos, etc.

5.3. PROPUESTA PARA LA CLASIFICACIÓN DEL TERRITORIO A PARTIR DE UNIDADES DEL RELIEVE

Teniendo en cuenta las pautas o criterios de clasificación de las diferentes jerarquizaciones geomorfológicas (cuadro 5.1), llevamos a cabo una propuesta para la clasificación del relieve según las cuatro categorías básicas preestablecidas. Esos niveles ya estaban reconocidos en la clasificación de Pedraza (1978) cuya utilidad con objetivos prácticos de planificación territorial y estudios del medio físico se ensayó por Pedraza y Garzón (1978), Bartolomé *et al.* (1980), Lafuente *et al.* (1981), Pedraza (1982) y Pedraza *et al.* (1986).

La ventaja principal de este método es que unifica los aspectos configuracionales o geográficos con los genéticos o geológicos, en tanto se asume que los primeros deben su fisonomía a los segundos. Estas ideas parten de Davis (1899b) y fueron estructuradas luego por Fenneman (1916, 1928); posteriormente son utilizadas por Wooldridge (1932), Linton (1951) o Wright (1972), Godfrey (1977), Godfrey y Cleaves (1991), entre otros.

Para su utilización con fines aplicados, es necesario insistir de nuevo en el 'amplio' sentido que se otorga a la unidad geomorfológica en la literatura norteamericana: parámetro complejo, que aglutina litología, estructura, forma y procesos (pasados y actuales); es decir, el resultado de la actuación de unos procesos geomorfológicos sobre un sustrato geológico a lo largo de la historia de la Tierra. Estas unidades presentan unas características genéticas y configuracionales homogéneas, donde quedan contenidos los parámetros 'aplicables' de la gea.

Esta filosofía de trabajo, enlaza con la de las primeras clasificaciones fisiográficas realizadas en la Península Ibérica por Dantín Cereceda (1912, 1922, 1942) y Hernández-Pacheco (1934a, 1955-1956). Se trataría así de actualizar esas bases y clasificaciones con objetivos de planificación ecológica.

Con esta base de partida y teniendo en cuenta las conclusiones reflejadas en los apartados previos (5.1 y 5.2), consideramos que una clasificación que pretenda definir unidades territoriales debe de cumplir los siguientes requisitos:

- Hacer posible la construcción de una escala jerárquica, y ser sencilla en el número de categorías.
- Basarse en atributos evidentes de la superficie terrestre, los cuales pueden cumplir una función similar a los horizontes, propiedades y caracteres de diagnóstico de las clasificaciones edáficas más comunes (USDA, 1975; FAO, 1991). La naturaleza de esas propiedades es distinta para cada nivel, y los criterios que mejor discriminan en cada uno son los ya reflejados al analizar los fundamentos (ver epígrafe 5.2.1).
- Tener una base configuracional y genética que permita las correlaciones globales y particulares entre los diferentes niveles de la escala; pero al mismo tiempo ser flexible en

los planteamientos conceptuales, en tanto se trata de una clasificación cuyas unidades representan *per se* la práctica totalidad de los atributos del territorio o, en su caso, se van a integrar con otros elementos para adquirir esa representatividad.

- Prescindir de nomenclaturas regionales, al objeto de poder ser generalizable a cualquier espacio.
- Establecer unidades cuyos límites sean fácilmente identificables y tengan cierta permanencia en el tiempo, aportando a la planificación integrada una base de referencia para el análisis temporal bajo diferentes condicionantes socioeconómicos (cambios de uso en el territorio); ese detalle es básico en planificación integrada o ecológica, en tanto su filosofía trata de adecuar las demandas sociales a las características del territorio.

Las características de cada uno de los niveles taxonómicos y los criterios para su clasificación, son los siguientes:

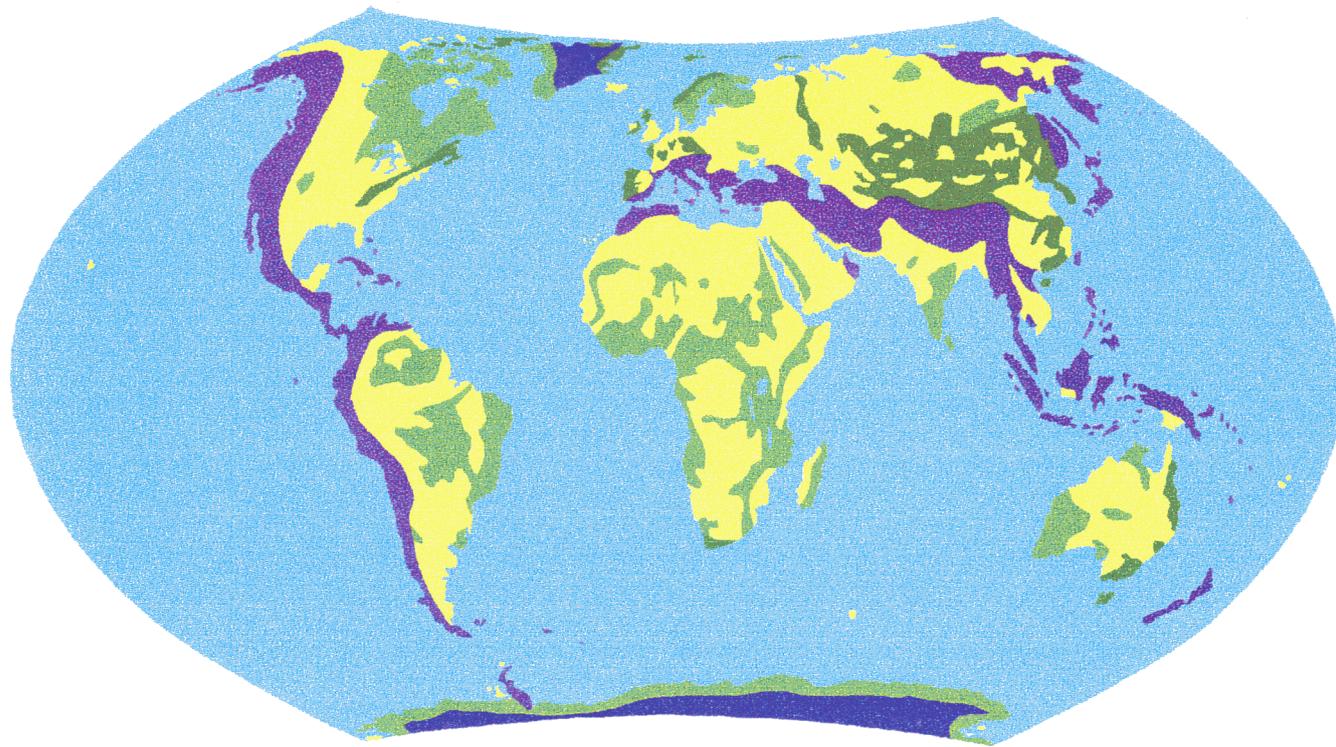
5.3.1. Regiones físico-geológicas

Equivalen a las *major divisions* de Fenneman (1916, 1928) y Godfrey y Cleaves (1991), y a los 'conjuntos geológicos' de Pedraza (1978).

- Características del nivel jerárquico

El término 'físico' hace referencia a la expresión de esas estructuras litosféricas en la superficie terrestre, y 'geológico' al significado evolutivo del conjunto (litoestructuras). Se trata de las unidades básicas en que se subdividen los continentes (corteza continental), definiendo las grandes regiones morfoestructurales del Planeta: orógenos, cratones (escudos y plataformas), cuencas sedimentarias (figura 5.5). Permiten por tanto correlaciones histórico-evolutivas a nivel global de la Tierra.

Dichas unidades están controladas por la tectónica de placas, y constituyen 'ciclos geológicos' responsables de: las grandes estructuras corticales (cadenas montañosas); su arrasamiento (escudos); acumulación de materiales en depresiones (cuencas sedimentarias); y formación de productos geológicos que tomarán parte en los nuevos ciclos evolutivos. En definitiva, el criterio para clasificar regiones físico-geológicas lo otorga la historia geológica (tabla 5.3)



Escudos precámbricos

Cordilleras alpinas de plegamiento

Macizos hercínicos

Cuencas sedimentarias tardi y postalpinas

Figura 5.5. Grandes regiones estructurales del Planeta. Modificado a partir de Coque (1997)

Tabla 5.3. Nomenclatura para la categoría de 'regiones físico-geológicas' (G).

PROCESOS (HISTORIA GEOLÓGICA)	RESULTADO (morfoestructuras continentales)	G
orogenias prehercínicas	escudos	p
orogenia hercínica	macizos antiguos	h
orogenia alpina	cordilleras de plegamiento	a
erosión de los sistemas montañosos alpinos	cuencas sedimentarias	c

Se toma como punto de referencia las grandes orogenias entendidas éstas en un sentido global, es decir (Pedraza, 1978): implican unos rasgos previos (etapas de litogénesis sedimentaria), establecen otros característicos (etapas de tectogénesis y petrogénesis endógena), y condicionan la evolución posterior (etapa de morfogénesis).

El orden de permanencia de estas unidades oscila entre las decenas y centenas de millones de años, y su estudio más adecuado se lleva a cabo en términos de grandes ciclos (*cyclic time*).

Respecto a lo señalado hasta el momento, es necesario precisar que la evolución geológica no hace referencia únicamente al carácter petrogenético, sino al conjunto de su historia geológica; por ejemplo, la zona axial del Pirineo es hercínica, y por tanto sus características litológicas son similares a las del conjunto hercínico; sin embargo, la evolución de esos conjuntos durante el Mesozoico fue bien distinta: sustrato de cuenca sedimentaria en el primer caso y arrasamiento en el segundo; esos diferentes 'camino evolutivos' tienen gran influencia en la configuración morfológica final. Pedraza (1978) resolvió este problema introduciendo el contexto 'espacial', distinguiendo entre conjuntos 'individualizados' y 'englobados'.

- Método de trabajo: procedimiento para la clasificación

Las regiones físico-geológicas se delimitan por síntesis y reagrupamiento a partir de cartografías geológicas a pequeña escala, y su descripción es esencialmente bibliográfica.

Actualmente, la imagen de satélite ofrece criterios muy precisos para su cartografía: la información recibida en forma de radiación electromagnética permite realizar clasificaciones por procedimientos automáticos.

5.3.2. Regiones geomorfológicas

Se sitúan en un nivel equivalente *grosso modo* a las 'provincias' (*provinces*) y 'secciones' (*sections*) de Fenneman (1916, 1928), adoptadas posteriormente por Godfrey y Cleaves (1991)

con objetivos aplicados; se corresponden también con los ‘conjuntos geomorfológicos’ de Pedraza (1978), definidos como porciones de la superficie terrestre determinadas por una asociación de formas, que poseen un paralelismo evolutivo dentro de la historia terrestre, y constituyen grandes morfoestructuras. Serían equiparables a su vez con lo que otras clasificaciones denominan ‘tipos de relieves’ o ‘regiones morfoestructurales’.

- Características del nivel jerárquico

Constituyen unidades orográficas de primera magnitud: elevaciones, valles y depresiones, superficies y llanuras.

Las regiones geomorfológicas son resultado o expresión de la dialéctica entre las dinámicas geológica y climática a lo largo de la historia natural de una región (interacción dinámica entre procesos endógenos y exógenos); la configuración resultante depende del predominio de una u otra dinámica. Esos factores genéticos del relieve (geológicos y climáticos) han actuado asociados durante periodos de tiempo amplios (centenas de miles de años a unidades de millones) y el resultado final deriva de la preponderancia de alguno de ellos.

Por tanto se consideran a este nivel unidades con un patrón de relieve (morfoestructuras, orografías o fisiografías), derivado de una evolución geomorfológica común (tabla 5.4).

Tabla 5.4. Nomenclatura para la clasificación de ‘regiones geomorfológicas’ (M).

MACRORRELIEVE (OROGRAFÍA)	M
elevaciones orográficas	e
depresiones, fosas, corredores y valles	d
llanuras, planicies, plataformas	s

En principio, las regiones físico-geológicas llevan asociadas unas regiones geomorfológicas determinadas: regiones alpinas-elevaciones orográficas, y macizos hercínicos superficies de erosión, o planicies. Sin embargo, esto no siempre sucede así: no todas las regiones físico-geológicas hercínicas son superficies de erosión (por ejemplo: el Sistema Central), y no todas las regiones físico-geológicas alpinas son cordilleras (por ejemplo: los relieves mesozoicos del borde norte del Sistema Central, modelados como superficies de erosión).

La superposición de las regiones geomorfológicas y físico-geológicas, es la que otorga un sentido genético al conjunto y permite diferenciar unidades orográficas de distinta naturaleza. Sin embargo, lo realmente importante para objetivos aplicados es la configuración. Así, las regiones geomorfológicas permiten establecer todo tipo de relaciones entre las formas del terreno y otros factores (clima, estructura geológica, litología o tipo de material, vegetación

y usos antrópicos), es decir: relaciones de distribución entre los elementos que configuran la superficie terrestre (correlaciones geográficas).

- Método de trabajo: procedimiento para la clasificación

Las regiones geomorfológicas se delimitan a partir de análisis morfotopográficos a pequeña escala, definiendo los contrastes generales y las grandes unidades del relieve; estos análisis pueden llevarse a cabo por procedimientos manuales (a partir del mapa topográfico), o bien automáticos (utilizando modelos digitales del terreno).

En general, las regiones geomorfológicas de la Península derivan de su evolución geológica más reciente (cenozoica); para su descripción genética es necesario por tanto un análisis bibliográfico sobre Geomorfología a escala regional.

5.3.3. Dominios del relieve

Equivalen aproximadamente a las 'regiones' y 'distritos' de los fisiógrafos norteamericanos (Fenneman, 1916, 1928; Godfrey y Cleaves, 1991), a la 'unidad geomorfológica' de Pedraza (1978) y a los 'dominios del relieve' de Pedraza y Garzón (1978), del cual toma el nombre. Son también correlacionables con los 'sistemas morfogenéticos' o 'dominios geomorfológicos' de otras clasificaciones.

- Características del nivel jerárquico

Se considera un dominio del relieve: porción territorial de morfología compleja (subdivisible en unidades de menor rango, tanto a nivel geométrico como genético), y originada por un sistema de procesos que han actuado según una sucesión determinada a lo largo del tiempo. Tal sucesión conduce a una asociación de formas articuladas entre sí, definiendo un patrón o estructura homogénea del relieve. Esa homogeneidad deriva del predominio de uno de los factores geomorfológicos (sean dinámicos o estáticos) sobre el resto; dicho factor es el que impone sus rasgos morfológicos característicos en el conjunto del dominio, haciéndole aparecer como una geometría 'congruente'; es decir, se ajusta a un patrón definido (superficie de erosión, por ejemplo), y articulado por elementos geométricos básicos menores (facetas).

Estos razonamientos destacan los aspectos evolutivos del terreno, es decir su historia geomorfológica; pero esa historia condiciona a su vez sus características configuracionales. Los dominios del relieve son pues asociaciones de formas y procesos ligados por relaciones genéticas y espaciales.

El estudio de los dominios debe hacerse en términos de equilibrio dinámico y sistemas geomórficos, y su escala temporal oscila en torno a las centenas de miles de años.

- *Método de trabajo: procedimiento para la clasificación*

En los niveles anteriores la clasificación ha seguido un método deductivo. Ese procedimiento ha sido posible porque los conocimientos necesarios para obtener regiones físico-geológicas y geomorfológicas entraban en el campo de lo 'general'; es decir, información fácilmente interpretable por no expertos. Lo mismo sucede con otras ciencias: por ejemplo, las grandes formaciones vegetales son reconocibles y utilizables por profanos; sin embargo, las asociaciones vegetales de detalle son difíciles de establecer sin la participación de especialistas.

Así pues, la compartimentación de las regiones geomorfológicas en dominios del relieve siguiendo procedimientos de subdivisión (método deductivo), presenta problemas si queremos mantener cierto rigor informativo; ello se debe a que es necesario tener un conocimiento más detallado sobre la génesis del territorio para proceder a su sistematización. En consecuencia, la clasificación debe llevarse a cabo siguiendo procedimientos de asociación a partir del análisis geomorfológico detallado (método inductivo).

El procedimiento concreto consiste en determinar cómo están asociadas espacialmente las formas elementales del relieve, y cuál es el factor o proceso determinante en la configuración del conjunto (tabla 5.5). Se trata entonces de realizar una síntesis a partir del análisis geomorfológico; caso de no existir, se hace preciso su elaboración previa a cualquier trabajo aplicado.

Esta escala es la habitual para trabajos de investigación en Geomorfología básica, y se trata de un nivel esencialmente genético (asociaciones morfológicas que sirven para interpretar las formas del terreno). Sin embargo, el acomodo de esta información para necesidades prácticas requiere dar de nuevo prioridad a la configuración del relieve (fisonomía o fenosistema) frente a su génesis (fisiología o criptosistema).

- *Nomenclatura del dominio*

Para nombrar los dominios se seguirá un procedimiento binómico: uno de los términos hace referencia al proceso dominante dentro del sistema morfogenético, el segundo a la geometría 'congruente' que sirve para identificar la unidad obtenida de la agrupación de elementos. El orden de los términos en principio no es importante, si bien se estima más procedente que primero figure la configuración. Por ejemplo: superficie de erosión, artesas fluviales, sistema de terrazas fluviales, valles glaciares, crestas de plegamiento, berrocales graníticos, laderas de fracturación, etc.

Tabla 5.5. Ejemplo de nomenclatura para la categoría de dominios del relieve (D). Tipologías según Pedraza et al. (1996a).

FACTOR GEOMORFOLÓGICO		TIPO GENÉTICO	
		frío (periglacial y glaciar)	cf
		templado (fluvial)	ct
climático (procesos)	c	intertropical cálido-húmedo (meteorización)	ci
		intertropical cálido-seco (arroyada)	ca
		intertropical árido (eólico)	ce
		marítimo (litoral)	cl
		poligénico	cp
geológico (estructural)	e	de plegamiento	ep
		de fracturación	ef
(litológico)	l	volcánico	lv
		granítico	lg
		cárstico	lk
		otros (arcilloso)	la
		otros (conglomerático)	lc

5.3.4. Elementos del relieve

Coinciden *grosso modo* con las ‘áreas’ y ‘zonas’ de Godfrey y Cleaves (1991), con los ‘elementos geomorfológicos’ de Pedraza (1978) y con los ‘elementos del relieve’ de Pedraza y Garzón (1978), del cual toma el nombre. También aparecen en la literatura como ‘facetas del relieve’ o ‘elementos topográficos’.

- Características del nivel jerárquico

Se trata de las ‘unidades básicas del relieve’ definidas en base a contrastes geométricos elementales (cambios, rupturas, etc., de la pendiente); se consideran también como tales, los agentes de la dinámica terrestre y sus relaciones. Son por tanto la base para establecer el sistema de relaciones intrínsecas, tanto geométricas como genéticas, del relieve terrestre. Pero incluso a este nivel de gran uniformidad geomorfológica, existe una cierta heterogeneidad: por ejemplo, los microrrelieves o pedregosidades que definen los edafólogos; todo ello viene de nuevo a incidir en la problemática para acordar clasificaciones estandarizadas en Ciencias de la Tierra.

Aún cuando los elementos del relieve estén definidos por su geometría, son en buena medida morfogenéticos pues, en última instancia, deben su configuración a un proceso geomorfológico unitario. En investigación sirven para determinar las acciones dinámicas y, según éstas, definir

tipos genéticos (procesos actuales); partiendo de ellos y mediante el análisis comparado es posible establecer la secuencia de procesos que han afectado a un dominio del relieve (sistema de procesos o morfogenético). Por todo lo dicho, los elementos son la unidad de referencia para la cartografía geomorfológica; en ella el terreno aparece clasificado en base a su morfografía, morfogénesis, y edad. A veces la morfogénesis queda precisada según se trate de modelados o formaciones superficiales, lo cual es muy útil en ciertos trabajos aplicados como en Edafología. Sin embargo, no es frecuente separar los elementos que están generando acciones dinámicas en el territorio (procesos actuales) respecto a aquéllos otros derivados de acciones pasadas; esta limitación se ha intentado superar asignando edades a las formas.

Dadas esas circunstancias, sería conveniente establecer una metodología que separase lo estrictamente morfográfico de lo genético, ya que las acciones dinámicas pasadas no están presentes en el territorio y, por tanto, no son relevantes para muchos fines (por ejemplo, trabajos aplicados). Usando una expresión simple, podríamos decir que: todas las morfografías cartografiadas en un análisis geomorfológico están presentes en el territorio y, sin embargo, no ocurre así con todos los procesos descritos. Un intento de clasificar los elementos teniendo en cuenta esta alternativa, aparece en la tabla 5.6.

Tabla 5.6. Nomenclatura para la clasificación de elementos del relieve (E).

MORFOGRAFÍA (em base a morfometría)	E ₁	PROCESO GEOMORFOLÓGICO ACTUAL tipo (acción)	E _{1/1}
superficie (0-2°)	s	hielo-deshielo	hd
rampa-glacis (2-6°)	g	edafogénesis (meteorización-intemperización)	ei
ladera (6-13°)	l	encharcamiento (hidromorfismo)	eh
talud (13-25°)	t	arroyada en manto (erosión)	ame
escarpe (25-55°)	e	arroyada en manto (sedimentación)	ams
acantilado (>55°)	a	arroyada concentrada (erosión en regueros)	are
		arroyada concentrada (erosión en cárcavas)	ace
		arroyada concentrada (sedimentación en conos)	acs
		decantación (sedimentación)	ds
		mixto aluvial-coluvial (acumulación)	ms
		mixto coluvial (acumulación)	cos
		fluvial canalizada-incisión lineal (erosión)	fe
		fluvial-avenidas (sedimentación)	fs
		caídas (erosión-denudación)	ce
		caídas (sedimentación-acumulación)	cs
		deslizamiento (erosión-denudación)	de
		deslizamiento (sedimentación-acumulación)	ds
		flujo-reptación (erosión-denudación)	re
		flujo-reptación (sedimentación-acumulación)	rs
		infiltración-carstificación (erosión)	ke
		denudación antrópica (erosión)	ac
		agradación antrópica (sedimentación-acumulación)	as
		remodelación antrópica	ar

Los elementos del relieve son analizables de forma más adecuada en términos de régimen permanente (*steady state*), y su escala temporal oscila en el orden de miles de años.

- *Procedimiento*

Para obtener los elementos del relieve el procedimiento más estandarizado es elaborar un mapa morfométrico, incluyendo los agentes de la dinámica actual que tienen expresión morfológica como un rasgo más. Dicho mapa puede realizarse siguiendo procedimientos manuales o automáticos; en el primer caso hay que hacer un análisis del mapa topográfico, en el segundo un tratamiento de modelos digitales del terreno. Una vez realizada esa labor deberá asignarse a cada elemento su génesis, para ello se utilizan dos procedimientos: la asociación morfometría-acciones dinámicas actuales, siguiendo un método de correlación; y la asociación morfometría-acciones dinámicas pasadas, siguiendo un método de deducción.

Como resumen de todo lo señalado hasta aquí, la figura 5.6. sintetiza las relaciones y procedimientos de la propuesta de clasificación.

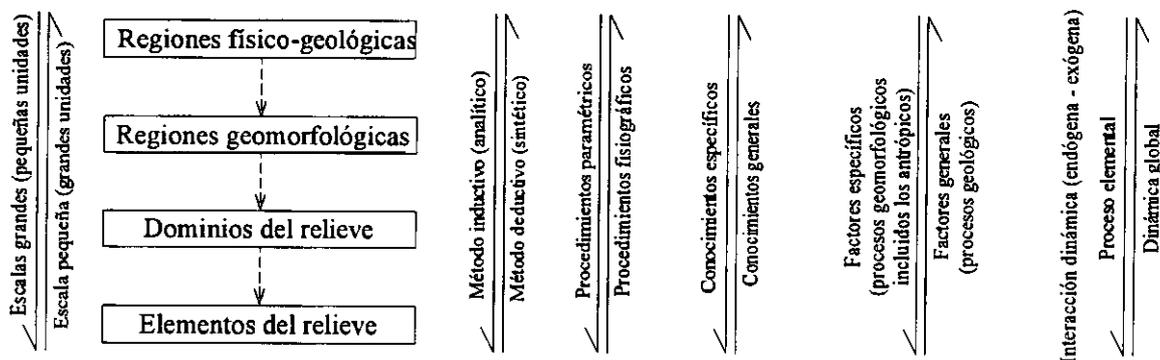


Figura 5.6. Relaciones y procedimientos de la propuesta de clasificación del relieve.

5.4. CONTRIBUCIÓN PARA DEFINIR UNIDADES INTEGRADAS DEL MEDIO FÍSICO

Como ya se indicó en la Justificación y Fundamentos de este capítulo (epígrafes 5.1 y 5.2), para transformar una clasificación del relieve metodológica (o siguiendo una metodología geomorfológica) en otra aplicada, es preciso reconvertir las unidades de aquella según los objetivos que debamos abordar. En el caso de la planificación integrada, esos objetivos no son otros que resolver los problemas derivados del uso del territorio y, como también se señaló (ver epígrafe 5.2.2), su incidencia en el mismo tiene una jerarquía determinada.

La correlación entre ambas jerarquías, la de los problemas con repercusión en el territorio y la de las clasificaciones geomorfológicas del mismo, puede establecerse como aparece en cuadro 5.2, cuyo contenido pasamos a describir.

Cuadro 5.2. Correlación entre niveles de incidencia de los problemas ambientales y unidades geomorfológicas.

INCIDENCIA DE LOS PROBLEMAS TERRITORIALES O AMBIENTALES	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA
global	región físico-geológica
regional (s.s.)	región geomorfológica
comarcal	dominio del relieve
local	elemento del relieve

5.4.1. Regiones físico-geológicas: bases para establecer regiones naturales

La descripción y evaluación del medio a estas escalas es independiente de la actividad humana, en tanto el grado de abstracción requerido no hace aparecer aún los usos: hay por tanto una gran naturalidad en las unidades territoriales ‘observadas’ a este nivel de detalle.

Las regiones físico-geológicas establecen bases para la definición de unidades integradas a escala continental: lo que podríamos denominar las ‘grandes regiones naturales de la Tierra’. En este sentido es necesario destacar dos aspectos: la imprecisión en cuanto a contenido, extensión, y criterio cartográfico de la región natural; y el sesgo de ese concepto hacia los aspectos bioclimáticos.

Para Gentilli (1968), una de las regionalizaciones más próximas a este particular fue la realizada por Herbertson: *"En la determinación de regiones naturales, el clima y la configuración deben ser considerados conjuntamente."* (Herbertson, 1905: 309). Sin embargo ese objetivo fue más bien una intención, pues su mapa de las ‘grandes regiones naturales de la Tierra’ es en realidad un atlas bioclimático. También la clasificación de Joerg (1914) pretendía este carácter integral a pequeña escala (ver cuadro 4.2), pero de nuevo llegó a idénticos resultados que la anterior.

La Geografía lleva ocupándose de estos temas desde hace más de un siglo y poco es lo que puede precisarse al respecto, salvo que es un término complejo por definición (ver por ejemplo Dumolard, 1975) y, como ya se ha señalado, los problemas fundamentales derivan de su contenido, escala y límites (Sanz Herraiz, 1980).

En cuanto al contenido, todos coinciden al señalar que debe basarse en el papel que juegan los elementos físicos para la ordenación del espacio; sin embargo, en la práctica la integración de

los mismos ha sido difícil. Por ello, la región suele considerarse un concepto más teórico que práctico y eminentemente descriptivo. Respecto a la escala tampoco existe acuerdo y parece que es independiente del orden de magnitud, si bien precisa una extensión mínima (del orden de la decena de miles de kilómetros cuadrados o superior). A pesar de todas esas imprecisiones, entendemos que el término ‘región’ mantiene su valor como referente descriptivo de ‘gran espacio de la superficie terrestre’ dotado de una cierta característica peculiar. Al elevar esa categoría en base a su contenido, es necesario añadir un calificativo, así: región geográfica, región climática, región geológica, etc. De todos ellos, el que mejor refleja la globalidad de los grandes espacios integrados a escala planetaria es el de ‘región natural’.

Las determinaciones para una planificación integrada a escala global, tendrían que apoyarse precisamente en la gestión de esas regiones naturales; para ello sería necesario determinar esas unidades desde una perspectiva total del medio físico, y no exclusivamente bioclimática como se ha hecho hasta el momento.

En definitiva, la planificación integrada a escala planetaria precisa políticas ambientales que se basen en la realidad de las grandes regiones naturales terrestres. Dichas unidades tendrían que definirse mediante la combinación de las regiones físico-geológicas y biogeográficas.

5.4.2. Regiones geomorfológicas: bases para establecer regiones fisiográficas

A escala de cada una de las franjas o zonas climáticas, se reconoce unánimemente que es la configuración del relieve quien mejor representa las características del territorio (ver epígrafe 4.2.3.2). Las regiones geomorfológicas aproximan por tanto a la definición de lo que llamaremos ‘regiones fisiográficas’, entendidas éstas como la unidad integrada a este nivel.

Al contrario que en el caso anterior, el procedimiento para definir estas unidades no consiste tanto en una ‘superposición’ de atributos físicos y bióticos, sino en el reconocimiento de unas pautas territoriales asociadas al relieve. Debe tenerse en cuenta que la región geomorfológica se elabora mediante una síntesis entre lo configuracional y genético (entre lo geográfico y geológico), por lo cual es relativamente fácil establecer dentro de ella relaciones de distribución y asociación de los elementos de la superficie terrestre: ése es el fundamento de la Fisiografía.

Es necesario destacar cómo estas unidades fisiográficas tienen ya una impronta antrópica significativa, lo cual es lógico puesto que asumen la actividad humana como un factor genético más del medio físico. A pesar de ello, porciones territoriales equivalentes en cierto modo a éstas fueron denominadas ‘regiones naturales’ por los primeros fisiógrafos españoles (Dantín Cereceda, 1912, 1922, 1942; E. Hernández-Pacheco, 1934a, 1955-1956).

Dantín Cereceda (1912) consideró que esas 'regiones naturales peninsulares' eran función primordialmente de las características geológicas y del relieve, y de la relación de ambos con la hidrografía; partiendo de todos esos factores —continúa—, se distribuyen los restantes elementos del medio. Para este autor, pues, las regiones naturales están integradas por: el relieve (sustrato y forma), el clima, la vegetación (y la agricultura), la fauna, y el hombre; pero este último sólo en tanto se relaciona con el medio y "en las modalidades de acomodo o de reacción contra él". E. Hernández-Pacheco (1934a) entendió las regiones naturales con un significado fisiográfico-geológico "equivalentes a las provincias en el orden político-administrativo", definidas por el "relieve, clima, vegetación y características agropecuarias" (figura 5.7).

Unstead (1926) también trató de definir unidades integradas a esta escala para el conjunto de la Península Ibérica, llamándolas 'regiones geográficas' y basándose tanto en factores biogeológicos como humanos. Sin embargo, como puede observarse en la figura 5.8, su resultado final es una clasificación eminentemente físico-natural, con una importante base geomorfológica (fisiográfica); es convergente por tanto con las clasificaciones anteriores.

A nuestro entender y como se ha señalado, aunque el factor determinante de estas unidades sea la configuración del relieve (morfolografía), no puede olvidarse que proceden de compartimentaciones mayores en las cuales participan también los caracteres bioclimáticos. Cumplen por tanto una función similar a aquellas unidades y, además, se trata de grandes espacios de la superficie terrestre, lo cual justifica referirlas como 'regiones'. Por otro lado, a esta escala es imposible 'eludir' el factor antrópico como uno más del territorio, lo que aconseja no utilizar el término 'natural' como calificativo.

En definitiva, una planificación integrada a estas escalas y en nuestro contexto sociopolítico debería 'recuperar' las regionalizaciones de la Península que realizaron los primeros fisiógrafos hispanos, y dotarlas de un significado director en las actuaciones territoriales. Sin embargo, las técnicas para su determinación deben ser otras: la combinación de imágenes de satélite y modelos digitales del terreno (DEM o DTM) para originar representaciones en tres dimensiones (3D) hace posible relacionar las formas del relieve con los restantes factores del medio, facilitando esa labor de clasificación y otorgando una gran precisión cartográfica.

Dada su utilidad en los objetivos propuestos, y la relativa facilidad en su cartografía, esas unidades tendrían que estar determinadas para toda la Península y servir como 'punto de partida' en la realización de trabajos de planificación integrada a escalas más detalladas. Un diagnóstico de las mismas permitiría conocer su problemática más destacada (p. ej., riesgo volcánico, sísmico, de erosión, etc.) y dirigir así planes y proyectos específicos a cada región en función de sus características naturales intrínsecas más destacadas.

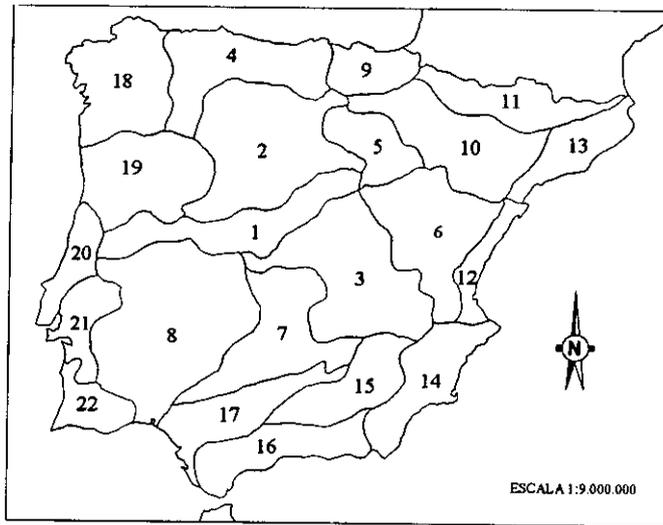


Figura 5.7. Regiones naturales de la Península Ibérica (según Hernández-Pacheco, 1934a). 1. Cordillera Central; 2. Altiplanicie del Duero; 3. Llanuras de Castilla la Nueva; 4. Astúrico-Leonesa; 5. Serranías Ibéricosorianas; 6. Serranías Ibéricolevantineas; 7. Montes de Toledo y Sierra Morena; 8. Extremeña; 9. Vasconia; 10. Valle Ibérico; 11. Pirenaica; 12. Catalana; 13. Valenciana; 14. Sureste; 15. Subbética; 16. Penibética; 17. Valle Bético; 18. Galaica; 19. Lusitanoduriense; 20 Lusitanoatlántica; 21. Llanura del Sado y Tajo; 22. Algarve.

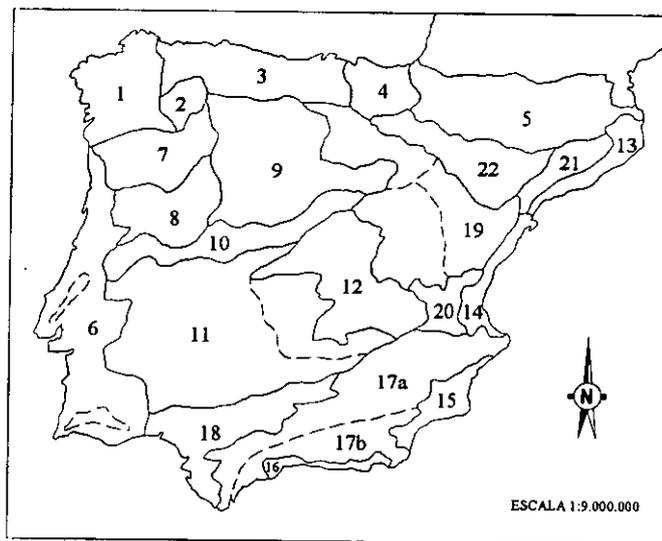


Figura 5.8. Regiones geográficas de la Península Ibérica (según Unstead, 1926): 1, Macizo Galaico; 2, Cuenca del Sil; 3, Montes Cantábricos; 4, Montes Vascos; 5, Montes Pirenaicos; 6, Costa Portuguesa; 7, Meseta Norte del Duero; 8, Meseta Sur del Duero; 9, Cuenca de Castilla la Vieja; 10, Sierras Centrales; 11, Meseta del Tajo-Guadiana; 12, Cuenca de Castilla La Nueva; 13, Costa Catalana; 14, Costa Valenciana; 15, Costa Murciana; 16, Costa Malagueña; 17, Cordillera Andaluza: (a) interna, (b) externa; 18, Depresión Andaluza; 19, Tierras Altas Ibéricas; 20, Meseta Valenciana; 21, Montes Catalanes; 22, Depresión del Ebro.

5.4.3. Dominios del relieve: bases para establecer comarcas fisiográficas

Frente a las categorías anteriores, eminentemente sintéticas y que cumplían sobre todo una función de 'correlación' o situación al objeto de establecer planes y políticas ambientales, ésta corresponde al nivel básico de trabajo en planificación territorial (comparación de alternativas de usos) y requiere métodos multi o pluridisciplinarios. Ello está en consonancia con el procedimiento para definir los dominios, claramente sectorial (ver epígrafe 5.3.3).

Al igual que ocurre con el término región, el de comarca tiene un contenido dudoso y en la práctica es eminentemente descriptivo. Simplemente se aplica a una porción del territorio que trasciende lo local, pero no permite realizar correlaciones generales dado el peso que adquiere cada uno de los elementos particulares que la componen. A este nivel el factor antrópico es determinante, no sólo como un 'agente más de la dinámica natural' (cualificación prioritaria que se le otorga al establecer las regiones fisiográficas) sino también como agente social (responsable de una organización político-administrativa del territorio).

Hasta tal punto puede llegar la influencia del hombre a este nivel, que la comarca se ha definido sobre todo en función de la organización social. Más concretamente:

"Territorio asiento de una comunidad antropocéntrica, con cierta individualización del exterior y con fuertes relaciones internas, centradas en núcleos de población articulados y conexionados por vías de comunicación y en la que las actividades de sus hombres, costumbres, formas de explotación, recursos naturales e incluso paisaje, forman un todo homogéneo, resultado de un proceso histórico, suma de actuaciones de generaciones precedentes. A este territorio individualizado se le añade la palabra 'natural' para indicar que es fruto de la geografía y de una labor inconsciente (en su resultado) y milenaria de los hombres que la habitan." (Aguiló et al., 1987: 220).

Recalcando esta individualización de cada uno de los componentes sectoriales de la unidad y teniendo en cuenta el espacio territorial a que se refiere, consideramos que puede usarse la denominación de 'comarca'. Al mismo tiempo, tratando de remarcar los aspectos físicos del territorio y un cierto grado de integración o 'síntesis', pensamos que el calificativo adecuado es 'fisiográfica'.

Las comarcas fisiográficas constituyen el nivel más apropiado para evaluar el nivel de autorregulación-antropización del medio; es decir, su desviación del sistema potencial y la existencia de usos inadecuados.

Establecidas unas directrices 'suprarregionales', en un planteamiento integrado o ecológico tendrían que planificarse los usos prioritarios respecto a los subsidiarios. Para ello habrían de tenerse en cuenta factores de riesgo y grado de adecuación a las directrices previas, es decir: ponderar qué desviación es permisible en una actividad definida, para no separarse de los objetivos teóricos que marca la 'tendencia global o suprarregional'; tendencia que debería estar

regulada por políticas nacionales o estatales. Entendemos estos ámbitos, nacional o estatal, en el sentido que lo hicieran los geógrafos clásicos, es decir: ente cultural histórico-geográfico o 'país', que podría aproximarse a lo que en el Estado Español actual son, *grosso modo*, buena parte de las Comunidades Autónomas.

5.4.4. Elementos del relieve: análisis sectoriales

En un contexto más concreto que el anterior tiene lugar la ejecución del planeamiento o, en sentido más general, el desarrollo de los distintos usos y actividades humanas en el territorio (nivel de gestión, proyectos). A estas escalas por tanto, los estudios del medio físico atienden a problemas concretos: evaluación de impactos localizados, restauración de espacios degradados, etc.

Se trabaja en detalle y los datos que se manejan son ya muy específicos; la información debe estar medida y caracterizada con rigor, y normalmente se obtiene *in situ* con técnicas que no admiten errores (Aguiló *et al.*, 1992). Los métodos de trabajo más habituales son los paramétricos y el tratamiento de la información se lleva a cabo a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en tanto deben resolverse problemas relacionados con parámetros muy concretos.

En este contexto, la información geomorfológica se integra con la procedente del resto de especialistas y sólo será determinante por sí sola para ciertas evaluaciones territoriales. Una de ellas, la más considerada, son los mapas de riesgos naturales asociados a procesos exógenos; no obstante deberán desarrollarse más otros aspectos, sobre todo aquéllos que permitan realizar valoraciones intrínsecas del territorio como son: potencialidad edáfica de las formaciones superficiales, paisajes geomorfológicos, estados de equilibrio y tendencias evolutivas en función de la relación entre los elementos propios y sobreimpuestos en un dominio del relieve. Otro caso destacado es el de recuperación de terrenos que han estado sometidos a actividades mineras, agrícolas, forestales, etc.; en estos casos, se trata de restablecer 'morfologías', 'procesos' y 'capacidades edáficas'.

Un diagnóstico dinámico-evolutivo de los elementos del relieve (cuál es la historia del territorio y hacia dónde evoluciona) puede constituir un documento muy valioso para la gestión territorial, ya que aporta datos para establecer las actividades antrópicas o llevar a cabo las restauraciones. Esta valoración geomorfológica debe hacerse en términos de grado de naturalidad, transformación, degradación, estabilidad, etc. Es esencial reconocer el equilibrio del territorio, y su tendencia, para determinar la 'resiliencia' de los sistemas. Se trata así de caracterizar el grado de 'distorsión' o desequilibrio de cada unidad en relación con su evolución natural (modelo evolutivo teórico) y bajo influencia antrópica (evolución actual).

Estos temas apenas se han considerado en valoraciones ambientales, siendo frecuente la afirmación según la cual el medio abiótico "no se presta a tales operaciones". Así, numerosas guías metodológicas para la evaluación de efectos ambientales (ver por ejemplo Pinedo, 1989) no consideran como valor intrínseco de conservación la gea o el relieve). Sin embargo, a éstos es posible aplicarles el mismo tipo de criterios que a especies o comunidades bióticas: 'integridad', 'proximidad al estado potencial', 'resiliencia', 'fragilidad', etc.; nos detendremos sobre todo en una: 'alejamiento del sistema potencial', o lo que podríamos denominar 'calidad geomorfológica', por comparación con otro tipo de términos, como 'calidad ecológica' o 'calidad paisajística'. Dicho término no vendría sino a referir "el grado de alejamiento del sistema geomorfo-edáfico potencial de un lugar". Su conocimiento será clave, por ejemplo, en labores de restauración. Estas reflexiones nos introducen en el concepto ya citado de 'geoindicadores' y de 'sistemas geomorfo' o 'geosistemas potenciales', susceptibles de ser incorporados a los procedimientos habituales que evalúan la calidad ambiental del medio, y útiles para la planificación, ordenación y gestión territorial (figura 5.9).

En síntesis: los elementos del relieve se sitúan en un nivel ejecutivo o de gestión sectorial, y las valoraciones de contenido más estrictamente geomorfológico son: potencialidad edáfica, riesgos asociados a los procesos exógenos, evaluación de los grados de equilibrio en el relieve utilizando 'geoindicadores' y en relación con las alteraciones de origen antrópico, restauraciones de terrenos, y estudios sobre paisaje.

A continuación, ampliamos algunos aspectos de esas aportaciones:

- Riesgos asociados a procesos exógenos

Como se ha venido señalando, es el campo de actuación más desarrollado de todos cuantos comentamos. En el apartado 4.2.2, ya se indicaron los principios básicos y la metodología más estandarizada al respecto.

- Evaluación de grados de equilibrio en el relieve según la influencia antrópica

El análisis de la actividad antrópica como 'nuevo agente geomorfológico', tiene por objetivo conocer la incidencia real de las acciones humanas en el funcionamiento de los sistemas naturales; equivale por tanto a una 'evaluación de impactos', sólo que contemplada desde una óptica histórico-natural.

Aquí interesan tanto las acciones indirectas (efectos geomorfológicos inducidos) como las directas (modificaciones del relieve original). En el primer caso, tiene lugar una aceleración o deceleración de los procesos geomorfológicos, alterando su evolución natural; en el segundo, las acciones implican remodelación del terreno y una verdadera movilización de materiales.

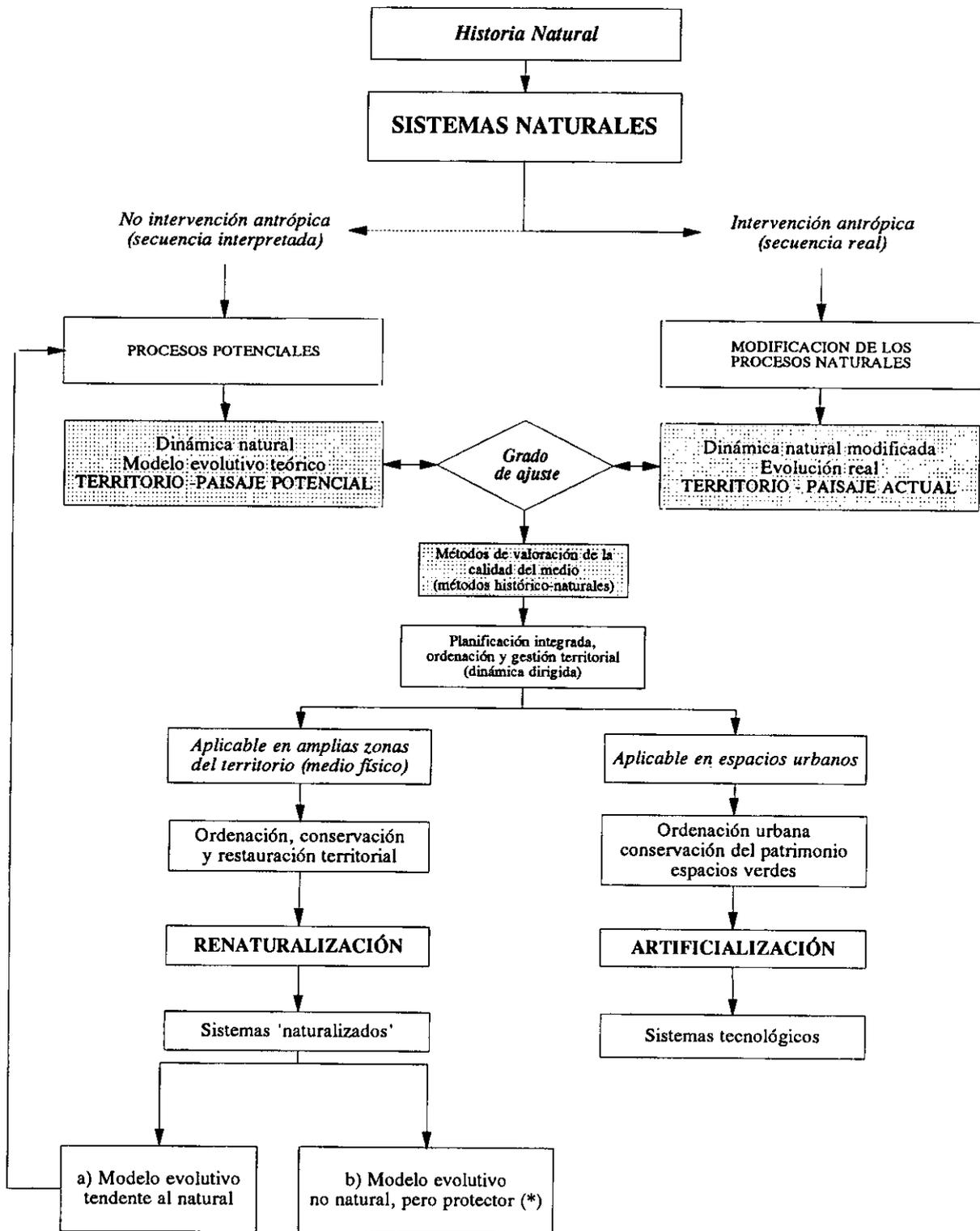


Figura 5.9. Esquema conceptual sobre la interpretación (diagnóstico) de la calidad del medio a partir de estudios histórico-naturales (participación de las valoraciones geomorfológicas), y sobre su incorporación a los procesos de planificación, ordenación y gestión territorial. (*) Las condiciones naturales pueden ser de rexiestasia y de dominancia de riesgos naturales; sin embargo, el modelo puede dirigirse hacia la biostasia o a la prevención y minimización de riesgos, por considerarse más favorables.

- Acciones indirectas

Se trata de los fenómenos geomorfológicos espontáneos (arroyada, caídas, etc.), pero que han sido desencadenados, atenuados, o acelerados, por una actuación humana; su estudio puede realizarse pues bajo los mismos parámetros que los naturales. El ejemplo más claro lo constituye la variación del balance hídrico, con la consiguiente alteración de la tendencia natural erosión-sedimentación por prácticas asociadas a la deforestación en sus diferentes modalidades (pastoreo, cultivos, etc.). También pueden considerarse a este nivel, muchos fenómenos gravitacionales desencadenados o favorecidos por acciones antrópicas directas; los casos más frecuentes derivan de la removilización de terrenos en obras públicas y minería.

A escala global y como tendencia aún no definida, aparece todo un grupo de procesos que están siendo afectados por el posible "cambio en la tendencia evolutiva del clima". Como es bien conocido, aún deberá discriminarse a este nivel entre lo que es 'tendencia natural' y 'tendencia inducida'. De cualquier manera, y desde la última pulsación glacial entre mediados del siglo XV y principios del XIX (Pequeña Edad Glacial, o del Hielo), se detectan una serie de fenómenos asociados a las modificaciones en la circulación atmosférica, por ejemplo: cambios en los balances meteorización-erosión a escala global y con efectos regionales; elevación progresiva del nivel del mar, retroceso de los glaciares, desertización y aumento de la acción erosiva por arroyada, etc.

- Acciones directas: el hombre como agente geomorfológico

Las afecciones directas de la acción antrópica a la superficie del terreno implican su remodelación y el movimiento de materiales, configurando morfologías (modelados) y formaciones superficiales características. Los ejemplos más claros son la minería, urbanización y las obras de infraestructura, pero también determinadas prácticas agrícolas y forestales. Dentro de los escasos intentos existentes en la literatura para estructurar las acciones y resultados antrópicos desde una perspectiva geomorfológica, Alexandrowicz (1983) sugiere su clasificación en formas de agradación, degradación y deformación, que puede ser válida como primera aproximación 'morfo-genética'.

- Potencialidad edáfica

Para la elaboración de modelos de potencialidad edáfica, erosionabilidad del terreno, etc., interesa considerar parámetros relacionados con la litología, morfología, y los procesos actuales. En efecto, la homogeneidad litológica, morfológica y de comportamiento hidrológico e hidrogeológico que incluyen los elementos del relieve, actúan como factores edafogenéticos de primer orden. De hecho, una cartografía geomorfológica de detalle —con especial atención a las formaciones superficiales— constituye un documento muy próximo a un mapa de suelos.

Los factores genéticos en este caso son: litología (roca madre), morfología (procesos de intemperización y removilización, forma y pendiente del terreno) y formaciones superficiales a partir de las cuales ha empezado a evolucionar el suelo.

- *Estudios sobre paisaje*

Como ya se señaló, existen dos aproximaciones al paisaje desde esta disciplina científica: según se trate de un entorno configurado predominantemente por componentes geomorfológicos (paisajes geomorfológicos), o no (geomorfología del paisaje). En el primer caso se trata de hacer una valoración intrínseca, en el segundo de contribuir al análisis global del paisaje.

- *Paisajes geomorfológicos y recursos singulares*

Los elementos singulares de la gea constituyen lo que se ha venido denominando Puntos de Interés Geológico (PIG), y más recientemente Patrimonio Geológico (García Cortés *et al.*, 1992). Dentro de este conjunto, habitualmente tienden a clasificarse según sus componentes predominantes: geomorfológicos, mineralógicos-petroológicos, tectónicos, estratigráficos, paleontológicos, hidrológicos, etc.

A la vista de lo expuesto, las formaciones geomorfológicas susceptibles de recibir el apelativo de 'recursos culturales', pueden clasificarse desde dos puntos de vista: bien por sus valores estéticos o singularidad paisajística (cascadas, hoces y cañones, acantilados, gargantas), bien por sus atributos científico-educativos o didácticos al mostrar claramente el funcionamiento o resultado de determinados procesos (glaciares, marmitas de gigante, dunas).

Junto a las cualidades intrínsecas de estos lugares, deben considerarse otras extrínsecas como son: proximidad a zonas pobladas, asociación con otros elementos notables de la superficie terrestre (masas forestales, fauna, patrimonio histórico, etc.), ámbito espacial, etc. Este último se refiere a la dimensión del 'paraje' y suele ser considerado para separar figuras y niveles de protección que, en lo esencial, aquí son 'parques' y 'paisajes' (grandes espacios) y 'monumentos naturales' (lugares puntuales).

El establecimiento de criterios para catalogar estos lugares, siempre ha sido difícil. Así por ejemplo la Ley 4/89 y las respectivas legislaciones autonómicas, tienden a seleccionar lo que podríamos denominar 'morfologías estandarizadas': cañones, gargantas, cascadas, formaciones cársticas, graníticas, volcánicas, etc., sobre las cuales existe un reconocimiento acordado acerca de sus cualidades estéticas o visuales. Sería pertinente, sin embargo, profundizar en criterios objetivos de valoración, de modo que puedan ser contrastados en un proceso de 'toma de decisiones'; de momento, lo más acertado sería utilizar criterios 'objetivos' o 'técnicos', muy próximos a los empleados en la valoración de las cualidades del medio natural: integridad, diversidad, complejidad, naturalidad, singularidad, representatividad, escasez, fragilidad, etc.

- *Contribución a los estudios generales del paisaje*

Entendido el paisaje como un 'todo' sintético, su estudio y evaluación debe realizarse siguiendo los métodos ya descritos en el apartado 1.2.4; todo ello, con independencia de que haya o no ciertos componentes que introducen rasgos peculiares, dominantes, singulares, etc., en el mismo. En este caso, se hace necesario profundizar en las relaciones con otros profesionales encargados de evaluar las preferencias (psicólogos, sociólogos, ecólogos, etc.), y utilizar la información obtenida por éstos en sus procesos de evaluación. Recíprocamente, las clasificaciones fisiográficas pueden reducir la subjetividad de los procesos de evaluación de la percepción.

Un ejemplo del primer caso sería la correlación entre los relieves accidentados (complejidad orográfica, o con gran relieve interno) y los paisajes más preferidos estéticamente. E. Hernández-Pacheco (1934b) ya había señalado una valoración positiva hacia los paisajes 'agrestes': "*las formas agrias y agudas en crestería, con los detalles de agujas y picachos*" (Hernández-Pacheco, *op. cit.*: 12); "*El valle cerrado, la garganta, el congosto y la hoz, es lo típico del paisaje fluvial español; paisaje rudo, agreste y fuerte, pero de suprema belleza (...)*" (Hernández-Pacheco, *op. cit.*: 30). Esa relación ha sido puesta de manifiesto con posterioridad por numerosos autores: Linton (1968), Leopold (1969), Arnot y Grant (1981), Zube *et al.* (1982), Brush (1991), Escribano *et al.* (1991), etc.

Como hemos señalado, la explicación de esas relaciones compete más a otras ciencias, como la Psicología, la Ecología o la Sociología, y nosotros nos limitamos únicamente a señalar la tendencia. Siguiendo con el mismo ejemplo, Kaplan y Kaplan (1989) y Gilmartín (1995) relacionan la atracción hacia los relieves accidentados con las variables 'misterio' y 'complejidad' que introducen, y con las necesidades exploratorias de la especie humana.

- *Restauraciones de terrenos*

Se trata de trabajos a escalas grandes (espacios muy reducidos) que requieren la realización de planos topográficos, y análisis muy específicos sobre: litología del sustrato, pendientes, suelos, procesos actuales, vegetación, etc. El planteamiento en estos casos debería incluir valoraciones del tipo siguiente: ¿Cuál es el grado de equilibrio del sistema? ¿Cuál será su evolución futura sin intervención protectora? ¿Qué habrá que hacer para que evolucione en las direcciones consideradas como más favorables? (González Bernáldez, 1981).

Dado que muchas restauraciones deben recomponer la morfología del terreno, interesa tomar como punto de partida el mapa geomorfológico y estudiar la dinámica actual en términos de 'tendencias evolutivas' a escala regional. Un ejemplo de esta metodología se presenta en la segunda parte de la Memoria (ver capítulo 8).

5.4.4.1. Pautas para la evaluación con técnicas paramétricas

Las descripciones-evaluaciones sinópticas son más adecuadas a pequeña escala, donde es preciso obtener una visión sintética y sistémica del territorio. Sin embargo, ya hemos señalado en más de una ocasión cómo a niveles detallados (local o proyectos, incluso comarcal), las técnicas analíticas tienen una mayor aplicabilidad, en tanto los problemas territoriales son concretos (o discretizables) y están relacionados con parámetros específicos del medio; admiten entonces la elaboración de modelos específicos (p.ej., capacidad-impacto para un uso determinado). En caso de abordar un estudio de planificación integrada, es decir considerando todos los posibles problemas, los análisis multidisciplinares son imprescindibles. Cuando la forma de trabajo se ajusta a este esquema paramétrico, los pasos a seguir en nuestro caso serían los siguientes (Crofts, 1974; Cendrero y Díaz de Terán, 1987; Pedraza *et al.*, 1989):

- Primero, una caracterización de las unidades obtenidas en la clasificación en base a la descripción precisa de sus parámetros más significativos. Estas propiedades han sido denominadas 'variables características', 'cualidades primarias', 'parámetros descriptivos', etc., y son características intrínsecas y objetivas del terreno (físicas, químicas), directamente observables y medibles por distintos procedimientos; es deseable utilizar al respecto clasificaciones estandarizadas (ver Way, 1973; FAO, 1977; Aguiló *et al.*, 1992). Son ejemplo de estas propiedades: pendiente, textura o pH de los suelos, pedregosidad, microrrelieve, espesor de las formaciones superficiales, relieve interno, etc.; dichos parámetros se describen normalmente por medio de fichas (ver por ejemplo, figura 4.1, pág. 73).
- Segundo, una 'evaluación intrínseca' (valoración) de cada unidad en términos de capacidades-recursos y limitaciones-riesgos; los resultados obtenidos en esta fase han sido definidos como 'cualidades significativas' o 'parámetros interpretativos', y son propiedades complejas del terreno, resultado de la interacción entre parámetros y propiedades primarias. Se obtienen a través de procedimientos de ordenación-valoración, ponderación-agregación y superposición-combinación. Esas propiedades complejas tienen ya una influencia directa en la capacidad del terreno para soportar determinados usos, y por tanto se representan comúnmente en forma de cartografías. Son ejemplo de las mismas: capacidad portante, erosionabilidad del terreno, potencial edáfico, vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos, susceptibilidad gravitacional y de inundaciones, calidad y fragilidad del paisaje, etc.
- A partir de este tipo de valoraciones intrínsecas son posibles dos vías: bien llevar a cabo mapas de orientaciones y limitaciones al uso; bien pasar a la fase de evaluación más estandarizada de planificación ecológica (ver figura 1.2, pág. 17), es decir, realizando mapas de capacidad-impacto para determinadas actividades (agrícola, forestal, urbanización, conservación, etc.), y con posterioridad a éstos elaborar mapas prescriptivos, de recomendaciones y limitaciones, y de compatibilidades entre distintos usos.

La tabla 5.7 recoge propiedades intrínsecas relacionadas con las variables geomorfológicas, y la tabla 5.8 muestra algunos ejemplos de utilización de esas variables en la elaboración de modelos de valoración intrínseca.

Tabla 5.7. Ejemplo para la descripción-caracterización de elementos del relieve en términos de propiedades intrínsecas, cualidades primarias, o variables características.

PENDIENTE (en Aguiló <i>et al.</i> , 1992)	RELIEVE INTERNO (Arnot y Grant, 1981)	MICROMORFOLOGÍA (en Aguiló <i>et al.</i> , 1992)	TEXTURA SUELOS (en Way, 1973)	DRENAJE (FAO, 1977)
1 < 3 %	1 hasta 15 m	1 alveolado	1 gravas puras (CG)	1 muy escasamente drenado
2 3-10 %	2 hasta 30 m	2 agrietado	2 gravas y finos (FG)	2 escasamente drenado
3 10-20 %	3 hasta 75 m	3 en regueros	3 arenas puras (CS)	3 imperfectamente drenado
4 20-30 %	4 hasta 150 m	4 ondulado	4 arenas y finos (FS)	4 moderadamente bien drenado
5 30-50 %	5 hasta 300 m	5 en polígonos	5 limo y arcilla (FL)	5 bien drenado
6 > 50 %	6 hasta 600 m	6 en caballones	6 limo y arcilla (FO)	6 algo escasamente drenado
	7 hasta 1200 m	7 micromamilar	7 limo y arcilla (FH)	7 excesivamente drenado
	8 hasta 2400 m	8 mamilar	8 turbas y suelos (Pt)	
	9 hasta 3600 m	9 rizado-ondulado		
	10 > 3600 m			

Tabla 5.8. Ejemplos de valoraciones intrínsecas (modelos), a partir de parámetros relacionados con la geomorfología.

CALIDAD PAISAJE	FRAGILIDAD PAISAJE	POTENCIALIDAD EDÁFICA	EROSIÓN HÍDRICA	FENÓMENOS GRAVITACIONALES
relieve interno	morfometría (pendiente)	agregación sustrato	morfometría (pendiente)	morfometría (pendiente)
exposición-orientación	exposición-orientación	composición del sustrato	textura edáfica	morfodinámica
presencia de masas de agua	compacidad relieve	textura del regolito	estructura edáfica	litología
abundancia de afloramientos rocosos		morfometría (pendiente)		exposición-orientación drenaje
variación cromática del tipo litológico				
altitud (probabilidad de presentar cubiertas nivales)				

5.5. CLASIFICACIÓN DEL RELIEVE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

La aplicabilidad de todo cuanto se ha mencionado hasta aquí requiere su inclusión en contextos geopolíticos y administrativos concretos, mediante figuras de planeamiento específicas. Las mayores dificultades a la hora de abordar este tema, derivan de la indefinición del concepto 'ordenación del territorio'; ésta se plantea a dos niveles: conceptual y funcional.

Desde el punto de vista conceptual, y dado que sus objetivos finales no están bien clarificados, unos entienden la ordenación del territorio como algo próximo al Urbanismo. Sin embargo otros lo hacen equivalente a disciplinas cercanas a la Geografía Humana y Económica. Finalmente, otros consideran que se trata de un proceso 'social' de gestión del territorio a partir de una planificación integrada, es decir, la puesta en práctica y seguimiento de las directrices emanadas de la planificación. Desde el punto de vista funcional, es difícil coordinar toda la normativa que incide en el territorio. La propia Ley del Suelo, en principio urbanística,

al calificar suelo en su nivel más detallado (municipios) tiene que asumir muchas normas elaboradas en otras leyes: de Aguas, Espacios Protegidos, Agricultura de Montaña, etc.

Descendiendo a un nivel 'posibilista', hay que considerar las distintas figuras de la LS92 y las normativas establecidas por las diferentes Comunidades Autónomas, como el marco más adecuado para la integración de las políticas sectoriales. En este sentido globalizador, los grandes planes sectoriales de ámbito nacional (Plan Director de Infraestructuras, PDT; Plan Hidrológico Nacional, PHN), no serían sino elementos parciales de un Plan Nacional de Ordenación (Castelao *et al.*, 1995). Esta discusión estará presente a lo largo de todo el desarrollo expositivo, y a todos los niveles de planificación. En cualquier caso, en un ejercicio teórico como el que aquí se aborda, es posible otorgar a la LS92 ese carácter globalizador; es decir: la normativa legal llamada a asumir los planteamientos de la 'planificación territorial con base ecológica' o 'planificación integrada'. Otro problema no menos importante que el anterior se asocia con la dificultad para establecer equivalencias precisas entre unidades del relieve, o integradas, y ámbitos geopolíticos-figuras de planeamiento. Ello se debe a que ambos atienden a dos evoluciones diferentes: historia natural, la primera; historia social, la segunda.

Desde el punto de vista político-administrativo puede simplificarse la siguiente jerarquía: mundial (p. ej., FAO, ONU, UNESCO); pluri o internacional (p. ej., Unión Europea, OEA); regional-supraestatal (p. ej., dentro de la UE, áreas de actuación preferente); estatal-nacional (p. ej., cada uno de los Estados de la UE); regional intraestatal (p. ej., Comunidades Autónomas del Estado Español; responde al concepto de 'país' de los geógrafos clásicos); comarcal-provincial (p. ej., diferentes agrupaciones de municipios en Comunidades, Mancomunidades, Provincias administrativas); y municipal, como unidad mínima de gestión.

En un orden aproximativo a las unidades citadas y aplicado a España, se establecen: programas mundiales (p. ej., MAB, PNUMA), programas plurinacionales (p. ej., Carta Europea de Ordenación del Territorio; CORINE); programas regionales-plurinacionales (p. ej., política europea de lucha contra la desertización en el 'área mediterránea'); disposiciones estatales (p. ej., Plan Nacional de Ordenación, PNO); normativas regionales-intraestatales (p. ej., Planes Directores Territoriales de Coordinación, PDTC; Directrices de Ordenación Territorial, DOT); figuras comarcales (p.ej., Normas Subsidiarias con ámbito Provincial, NSP; Normas Urbanísticas Comarcales, NUC); y normas de ámbito local (p.ej., Planes Generales de Ordenación Urbana, PGOU; y Normas Subsidiarias Municipales, NSM).

A pesar de esta problemática para la correlación, entendemos que debe hacerse un intento de aproximación entre los espacios territoriales 'naturales' y las normativas elaboradas para su gestión. Esa correlación podría ser como aparece en el cuadro 5.3, que sintetiza toda la propuesta metodológica que se ha venido describiendo en este capítulo 5.

Cuadro 5.3. Propuesta para la utilización de categorías geomorfológicas con objetivos de planificación territorial.

JERARQUÍA GEOMORFOLÓGICA	región físico-geológica	región geomorfológica	dominio del relieve	elemento del relieve
GÉNESIS	historia geológica	historia geomorfológica	morfogénesis compleja	morfogénesis elemental
CRITERIO PARA SU DEFINICIÓN	geoestructurales	asociaciones de formas definiendo unidades orográficas	síntesis de elementos según su génesis	morfografía procesos actuales
EJEMPLO GEOMORFOLÓGICO	- orógeno - macizo - cuenca sedimentaria	- aediplano - horst - depresión tectónica - alineación de plegamiento	- superficie de erosión poligénica - relieve estructural de plegamiento	- llanura aluvial - coluvión - glacis - cono de deyección
EJEMPLO FISIAGRÁFICO	- cordillera - escudo - plataforma	- llanura - planicie - valle - depresión - corredor	- ladera - piedemonte - campiña - páramo - cuesta	- rampa - talud - escarpe - acantilado
ESCALA DE REPRESENTACIÓN	< 1:5.000.000	≥ 1:5.000.000	≥ 1:200.000	≥ 1:50.000
ESCALA MÁS COMÚN	1:15.000.000	1:1.000.000	1:100.000	< 1:25.000-1:10.000
EXTENSIÓN	- centenas de miles a millones de km ²	- decenas de miles de km ²	- centenas a miles de km ²	- unidades de km ² a hectáreas
HERRAMIENTA DE CLASIFICACIÓN	- cartografías geológicas a pequeña escala - imagen de satélites meteorológicos	- imagen LANDSAT - DEM (DTM)	- imagen SPOT - fotografía aérea vertical y oblicua	- fotografía aérea vertical - mapa topográfico - DEM (DTM)
CORRESPONDENCIA CON CATEGORÍAS EDÁFICAS	- orden/suborden (USDA, 1975)	- grupo/gran grupo (USDA, 1975)	- subgrupo (USDA, 1975) - grupo (FAO, 1991)	- familia (USDA, 1975) - unidad (FAO, 1991)
CORRESPONDENCIA CON CATEGORÍAS BIOGEOGRÁFICAS	- región (Takhtajan, 1986)	- provincia/sector (Takhtajan, 1986)	- distrito (Rivas Martínez <i>et al.</i> , 1987)	- tesela (Rivas Martínez <i>et al.</i> , 1987)
UNIDADES INTEGRADAS	región natural	región fisiográfica	comarca fisiográfica	unidad ambiental
CORRESPONDENCIA CON OTROS COMPLEJOS INTEGRADOS	- gran región natural (<i>major natural region</i>) (Herbertson, 1905)	- region natural (Dantín Cereceda, 1922) (Hernández-Pacheco, 1934a)	- comarca natural (Dantín Cereceda, 1922)	- estación (Bourne, 1931)
ÁMBITO DE PLANEAMIENTO	- global	- regional	- comarcal	- local
ÁMBITO POLÍTICO-ADMINISTRATIVO	- supraestatal: mundial, internacional	- estatal: nacional, autonómico	- provincial - mancomunales	- municipal
EJEMPLOS DE FIGURAS E INSTRUMENTOS DE PLANEAMIENTO	- MAB, PNUMA - Carta Europea de Ordenación del Territorio	- Plan Nacional de Coordinación - Planes Directores Territoriales de Coordinación - Directrices de Ordenación Territorial	- Normas Subsidiarias de ámbito Provincial - Normas Urbanísticas Comarcales	- Planes Generales de Ordenación Urbana - Normas Subsidiarias Municipales - Proyectos

Parte II

**DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE
LA PROPUESTA METODOLÓGICA**

ÁMBITO DE APLICACIÓN

El espacio seleccionado para calibrar la propuesta de clasificación territorial comprende la vertiente septentrional de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón. Su elección se debe básicamente a que en este territorio concurren toda una serie de problemas ambientales, derivados de una falta de ordenación o planificación adecuada.

Tras una prospectiva exploratoria, es necesario destacar la escasa relevancia que presentan en la región los riesgos naturales, siendo por el contrario la degradación del paisaje y la pérdida de naturalidad el problema más generalizado. En efecto, el entorno referido sufre actualmente importantes modificaciones debidas o asociadas a la implantación de nuevas actividades, esencialmente urbanísticas, industriales y de infraestructuras; éstas tienden a sustituir a las agrosilvopastoriles, responsables de la transformación histórica de la región.

El origen de esas transformaciones puede considerarse reciente dado que, tras el despoblamiento generalizado del medio rural en la década de 1960, no tuvo lugar una reorganización inmediata como sucedió en otras regiones donde se instalaron usos alternativos, básicamente de tipo industrial o servicios.

Debido a lo anterior, es en la última década cuando se han producido importantes alteraciones del paisaje, sobre todo a través de dos vías principales de comunicación: el eje Madrid-La Coruña (N-VI, A-VI) en su enlace con Segovia a partir de la carretera N-603; y la Nacional I en su conexión con Segovia por la N-110.

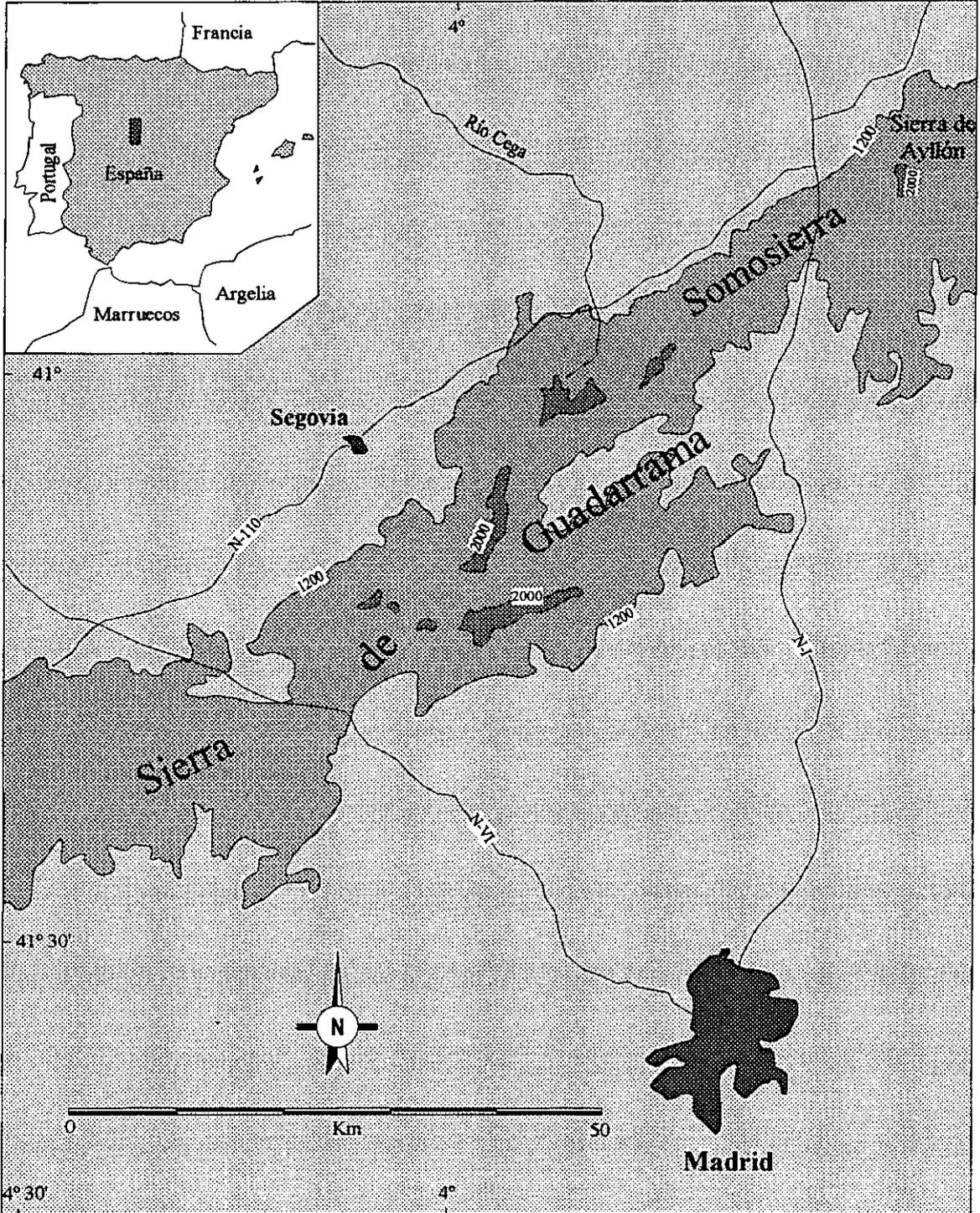
Es así cómo el modelo de transformación de un espacio rural en otro de carácter urbano acaecido ya en gran parte de la vertiente meridional de la Sierra, corre el peligro de extenderse a este sector. De hecho, el corredor que forman estos piedemontes constituye el área de toda la región castellano-leonesa con mayor presión urbanística (JCL, 1996). Por otro lado, este tipo de procesos quedan multiplicados dadas las perspectivas existentes para este entorno: desdoblamiento de la N-603, mejora de la N-110, proyecto de TAV del noroeste.

En este hilo argumental, conviene no perder de vista que este conjunto de actividades asociadas a lo 'urbano' está superponiéndose a otras 'rurales' o tradicionales que, frente a las primeras, siempre se han evaluado poco menos que 'inofensivas' para el equilibrio natural del territorio. Es preciso tener en cuenta que las segundas —es decir, las transformaciones asociadas a la actividad rural— no fueron siempre tan armoniosas; es más, por su duración —y a veces intensidad— han tenido un importante reflejo en la modificación del paisaje. De manera sintética, podemos decir que las consecuencias de este conjunto de actividades han sido: un proceso generalizado de degradación de la cubierta vegetal y edáfica, y la modificación del relieve original por canterado y minería.

Debido a la problemática descrita, han sido varias las propuestas recientes de ordenación territorial para este espacio (Normas Subsidiarias con ámbito Provincial, Directrices de Ordenación Territorial, Red de Espacios Naturales) si bien ninguna de ellas ha consolidado en acciones precisas.

Junto a lo anterior destacan las características del relieve, con gran variedad de configuraciones morfológicas. Ello es debido a que este espacio participa de las tres grandes regiones geológicas peninsulares, lo cual condiciona una historia evolutiva compleja y, en consecuencia, múltiples sucesiones y asociaciones de formas.

En síntesis, el ámbito de aplicación de la propuesta metodológica se circunscribe al sector nororiental del Sistema Central (vertiente septentrional de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón); territorio con unas características naturales derivadas de su carácter de 'región montañosa' en un macizo antiguo, cuyos bordes enlazan con relieves de plegamiento y cuencas sedimentarias recientes. Por otro lado, presenta una problemática ambiental bien definida, debido a una falta de ordenación actual en sus actividades urbanísticas y de infraestructuras, las cuales se están superponiendo a usos ancestrales de naturaleza agrosilvopastoril y minera. Por este motivo, el espacio escogido se presenta como ideal para validar las aportaciones geomorfológicas a los estudios de planificación integrada y restauración del paisaje.



Ámbito territorial de aplicación: vertiente septentrional de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón.

La región objeto de estudio forma parte del Sistema Central: montaña que destaca en la Meseta por sus ambientes diferenciados (González Bernáldez, 1992), y constituye un verdadero "oasis ecológico" en el centro peninsular (Pedraza, 1992).

6.1. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

En su mayor parte, este territorio queda incluido en el denominado Macizo Hespérico; en realidad corresponde a los 'restos peninsulares' de la gran cordillera hercínica europea, y por tanto le caracterizan unos materiales antiguos (paleozoicos, a veces proterozoicos) de naturaleza ígnea y metamórfica en diferentes grados de transformación (la 'Iberia silíceo' de Hernández-Pacheco, 1955-56). Según la composición de esos materiales y la estructura tectónica 'residual' de aquella orogenia, se han definido una serie de unidades geoestructurales; la región estudiada, queda incluida en la zona Asturoccidental-Leonesa y Galaico-Castellana de Lotze (1945), o Centro-Ibérica de Julivert *et al.* (1972).

En sus bordes oriental y septentrional, el macizo antiguo se pone en contacto con materiales de cobertura, fundamentalmente mesozoicos, y recubrimientos recientes cenozoicos. Los primeros representan una 'penetración' hacia esta región geológica de la alpina peninsular (la 'Iberia calcárea' de Hernández-Pacheco, *op. cit.*); los segundos forman parte de las cuencas sedimentarias, que se generaron durante la reactivación alpina de estas montañas (la 'Iberia arcillosa' de Hernández-Pacheco, *op. cit.*).

Así pues, desde el punto de vista geológico estamos en el contexto de un macizo antiguo (hercínico) que fue reactivado durante la orogenia alpina; en sus bordes se pone en contacto con terrenos más modernos, pertenecientes a las coberturas alpinas y recubrimientos postalpinos.

6.1.1. El relieve

En un trabajo de este tipo (Geomorfología Aplicada), es primordial disponer de una documentación detallada de la geomorfología donde hemos de aplicar la propuesta. Además ésta debe quedar reflejada en una cartografía moderna, siguiendo una normativa unificada y con un nivel de detalle adecuado. En un primer repaso a los antecedentes pudimos constatar una serie de problemas al

respecto, que describiremos brevemente.

En primer lugar, no existe un trabajo sistemático que abarque este sector y son escasos los ensayos de síntesis para objetivos aplicados; en cambio, hay gran heterogeneidad, dispersión, y solapamiento de trabajos básicos sobre geomorfología regional.

El único estudio con carácter sistemático, lo constituyen los mapas geomorfológicos a escala 1:100.000 incluidos en la cartografía geológica del proyecto MAGNA; sin embargo se limitan al sector occidental, en el cual también se ha realizado una tesis doctoral sobre geomorfología (Fernández García, 1988a). Por tanto, únicamente ese sector presenta un nivel de información adecuado a nuestros objetivos.

De esta forma, nos vimos obligados a llevar a cabo un estudio de investigación geomorfológica para el sector oriental. Una vez realizado, se procedió a unificar la información con la del sector occidental y posteriormente se sintetizó toda ella para clasificar el relieve.

En dicho estudio se abordan problemas muy específicos sobre la interpretación geomorfológica regional, y los contenidos de ese trabajo podrían 'distraer' el hilo argumental que se mantiene a lo largo de esta Memoria. Por este motivo, consideramos más oportuno agrupar toda la información geomorfológica básica en un documento anexo bajo el epígrafe de *Análisis Geomorfológico*, que en cierta medida sigue la metodología ya clásica en un análisis regional: antecedentes, problemática, cartografía, descripción de unidades e interpretación morfogénica, y conclusiones.

Dado que en dicho análisis se describe detalladamente el relieve, aquí nos limitaremos a hacer un breve planteamiento sobre las características del mismo.

En sus líneas esenciales, estos relieves deben su configuración a los acontecimientos geológicos ocurridos durante la orogenia alpina: las principales fracturas del zócalo proterozoico-paleozoico originadas por la tectónica frágil tardihercínica, fueron reactivadas durante esa orogenia; el conjunto quedó desnivelado en bloques, obligando a las coberteras sedimentarias mesozoicas suprayacentes —y en menor medida a las cenozoicas— a adaptarse a las deformaciones mediante pliegues y fallas.

Por la rigidez de los materiales del zócalo, esa reactivación dio como resultado una morfoestructura característica denominada *block mountain*; es decir, alineaciones seriadas de *horsts* y *grabens* limitados por fracturas, que corresponde *grosso modo* a lo que antiguamente era referido como montañas estructuradas en 'estilo germánico'.

Esta morfoestructura, ampliamente descrita en la bibliografía (ver anexo), consolida a lo largo de una serie de etapas, en las cuales coexisten los fenómenos de elevación y arrasamiento: durante el 'terciario' se suceden varios impulsos tectónicos que dejan colgada la primitiva superficie de arrasamiento, a la vez que generan otras nuevas en los piedemontes. Esto origina un relieve en rellanos articulados por sus correspondientes escarpes de enlace, que se ha denominado 'escalera de piedemonte' (*piedmonttreppen*). En el Sistema Central dicha escalera queda organizada según

los siguientes elementos: dos escalones sucesivos en la base (rampas superior e inferior), otro intermedio (parameras) y, por último, una planicie de cumbres (cimas).

En lo esencial, esta evolución está secuenciada por una herencia antigua que elabora la gran penillanura que forma cimas y parameras, y otra reciente responsable del modelado de las rampas en un ambiente de sabana durante el terciario. Estas planicies constituyen el punto de partida para la organización del relieve a nivel regional y, por ello, son las unidades básicas para la correlación entre todos los sectores del Sistema Central. Sin embargo, a otro nivel más detallado aparecen ciertas diferencias controladas por la morfoestructura y morfolitología; en base a ello, se ha propuesto distinguir tres sectores (ver Pedraza, 1994a): uno central, que agrupa las sierras de Guadarrama y Gredos, eminentemente granítico y metamórfico de alto grado de transformación, con el relieve estructurado en *horsts* y *grabens*; dos de borde, oriental (Somosierra-Ayllón) y occidental (sierras de Gata y Peña de Francia), caracterizados por rocas metamórficas de bajo grado de transformación, con el relieve estructurado según las alineaciones de plegamiento antiguo remodeladas diferencialmente por la erosión (relieves apalachianos).

Sobre esa morfoestructura general, han actuado una serie de procesos degradando morfologías previas y superponiendo la suya propia. En general se trata de los fenómenos ocurridos durante la evolución cuaternaria, caracterizada por acciones fluviales, glaciares, periglaciares, y en menor medida gravitacionales.

Restos de morfologías antiguas más o menos degradadas y las nuevas propias de los procesos actuales y recientes (Cuaternario), constituyen los elementos base de toda cartografía e interpretación morfogenética que, *a posteriori*, se integrarán para definir las unidades a distinta escala. Dadas estas circunstancias, el grueso de la información que queda reflejada en el anexo corresponde a los elementos, pues han sido la base para la clasificación del relieve en las categorías de detalle.

6.2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

Como referimos en la introducción a esta Parte II, las transformaciones efectuadas por el hombre en este territorio derivan, primordialmente de actividades relacionadas con los sectores primarios tradicionales (agrosilvopastoriles). La progresiva extinción de esas actividades (abandono casi total de tierras marginales y disminución de la cabaña ganadera extensiva) parece irreversible en el contexto sociopolítico dominante, y supone un punto de inflexión histórico en la tendencia iniciada en la Alta Edad Media. Todo ello permite por primera vez en muchos siglos, acometer un proceso generalizado de 'renaturalización' del medio (rural).

Sucede sin embargo, que la 'fácil disponibilidad' de territorio está dando lugar a su ocupación desordenada por actividades industriales y urbanas. Este proceso, aunque generalizable a otros espacios de la Península Ibérica, toma aquí rasgos especiales debido al modelo de referencia en que se apoya: la vertiente meridional de la Sierra de Guadarrama y Madrid. Desde determinados ámbitos locales se promueve imitar dicho modelo en la vertiente septentrional.

Así las cosas, la transformación actual más importante en esta vertiente del Sistema Central se encuentra asociada a los procesos de urbanización. Dicho proceso es enormemente complejo, y hasta ahora siempre lo han regulado los criterios económicos frente a los territoriales. No es extraño, por tanto, que sobre un paisaje de fuerte impronta agrosilvopastoril, se estén imponiendo hoy urbanizaciones e infraestructuras (autovía San Rafael-Segovia, trazado del TAV hacia el noroeste peninsular), a la vez que cobra interés el sector de las rocas industriales con numerosas actividades extractivas en el entorno de la Sierra.

6.2.1. Evolución histórica de las transformaciones territoriales

Aunque el antecedente más inmediato de la configuración actual del territorio rural de esta zona puede situarse en las transformaciones acaecidas desde la Alta Edad Media, lo cierto es que las modificaciones de origen antrópico tienen raíces más antiguas, casi ancestrales.

6.2.1.1. Actividades agrosilvopastoriles

Haciendo una revisión en orden cronológico, comenzamos por señalar que la incidencia real de la intervención humana en este sector durante el Paleolítico es difícil de conocer, si bien parece que fue escasa; se cita la presencia de actividad antrópica en las proximidades de la Sierra (Cueva de la Griega, Pedraza) en base a restos datados en unos 20.000 años (Barrio *et al.*, 1987), es decir, Paleolítico Superior.

Según Zamora (1989), las primeras transformaciones territoriales dignas de mención —al igual que en otros ámbitos geográficos próximos— se remontan al periodo Neolítico. De esa época datan las primeras deforestaciones asociadas, sobre todo, al inicio de asentamientos humanos permanentes que desarrollan la agricultura, y domestican el ganado; en cualquier caso y en relación con otras regiones ibéricas, parece que tales sucesos aquí no fueron importantes, debido a la existencia de una menor densidad de población. Y menos aún en las proximidades de la Sierra, donde únicamente las zonas cársticas conservan restos arqueológicos atribuibles a este periodo (Cueva de Los Enebralejos, en Prádena; Cueva de La Vaquera, en Torreiglesias).

Durante las edades del Bronce y del Hierro tiene lugar un crecimiento demográfico, y se intensifican las actividades antes referidas. La aparición en estas épocas de poblados en zonas altas (pequeños ‘castros’), como los del Cerro de la Sota (Torreiglesias), Segovia, Pedraza, o Ayllón, fácilmente defendibles, llevó aparejada la tala de vegetación en las zonas inmediatas a dichas defensas, así como una considerable modificación del entorno más próximo (Zamora, *op. cit.*). También se vieron afectados en mayor medida los espacios más fértiles, como las vegas, asociados a una economía basada en la existencia ya de numerosos rebaños de bóvidos y ovicápridos, como demuestran los restos arqueológicos encontrados en la cueva de la Solana de la Angostura en Arevalillo de Cega (Moreno Sanz, 1989).

A partir de la Edad de Bronce la incidencia sobre el paisaje comienza a ser notoria, siempre asociada a un aumento demográfico y a una diversificación de los tipos de asentamientos y actividades. Las primeras roturaciones importantes para explotaciones agrícolas situadas en torno a las villas, datan de época romana (Zamora, *op. cit.*). Existen restos de villas rústicas de edad romana en Madrona, Segovia, Pedraza, Valseca, Ventosilla y Tejadilla, Requijada, y Orejana (Barrio *et al.*, *op. cit.*).

Todos los datos apuntan a que los visigodos no introdujeron grandes cambios en los usos del suelo instalados por el mundo romano, siguiendo una organización similar en cuanto a explotaciones agrarias se refiere y aprovechando incluso sus asentamientos.

Las luchas entre musulmanes y cristianos debieron generar también la desaparición de importantes masas arboladas, bien mediante estrategias de tierra quemada, bien por su uso ganadero; así, el carácter 'montaraz' de estas tierras con abundantes zonas de pastos y bosques, fue siempre muy favorable al uso pecuario, actividad que contaba con la ventaja de adaptarse perfectamente —por su movilidad— a un espacio con carácter de 'frontera' (Allué *et al.*, 1995).

Sin embargo, el momento histórico del que data la deforestación masiva de superficies en el piedemonte septentrional de las sierras de Guadarrama y Somosierra-Ayllón, llega con la Repoblación, en la Alta Edad Media. Conforme se fundaban o reorganizaban pueblos con el avance cristiano hacia el sur peninsular, los núcleos ya instalados vieron aumentar de modo considerable el número de habitantes; por ello fue necesario extender los cultivos a expensas de pastizales y bosques.

Esas transformaciones tuvieron mayor incidencia en los sectores del piedemonte, quedando las 'sierras', o espacios orográficamente más elevados, aún en un estado prácticamente 'natural'. Así por ejemplo, la Sierra fue para esta época un espacio utilizado mayoritariamente para la caza. Enríquez de Salamanca (1981) se hace eco de varios pasajes del *Libro de la Montería* de Alfonso XI, en el que se citan expresamente lugares como la 'Garganta de Ruy Velazquez' (cabecera del río Moros), la 'Acebeda de Riofrio', 'Valsavin' (Valsaín), o 'La Mata de Pirón', los cuales son descritos como espacios donde abundan el oso, el jabalí, el corzo y el lobo. Precisamente esa abundancia de caza condicionó la elección de los montes de Valsaín como cazadero por los primeros reyes de Castilla.

Tenemos pues que las primeras transformaciones territoriales importantes tienen lugar en el periodo de la Edad Media, con una explotación articulada en torno a las Comunidades de Villa (o Ciudad) y Tierra, estructuras cuya influencia aún hoy es perceptible. Las villas que mayor peso tuvieron sobre las tierras de la Sierra fueron: Segovia (ciudad), Pedraza y Sepúlveda en el sector central; y Riaza, Fresno y Ayllón en el sector más oriental. Pero además, la influencia real de las comunidades segovianas sobre el conjunto montañoso fue importante a partir de este periodo, cuyo territorio histórico penetraba ampliamente en la vertiente meridional (sexmos de Lozoya, Manzanares y Casarrubios).

Superado el problema de lucha con los árabes, comenzó una enconada disputa entre agricultores y ganaderos, como es lógico, a expensas de los espacios arbolados; en las comarcas serranas ese pulso se decantó, sobre todo, a favor de los segundos. En efecto, si existe una actividad cuyo crecimiento debió ser espectacular en el medioevo fue la ganadería. Esta circunstancia se vio favorecida por las características del medio físico (sustrato y clima), de vocación claramente silvopastoril. La ganadería ovina experimentó en este periodo un gran incremento; los propietarios de los grandes rebaños culminaron su potencial con la creación del 'Honrado Concejo de la Mesta' en 1273, cuya trayectoria histórica se prolongó hasta principios del siglo XIX.

El incremento de la cabaña ganadera hizo que la extensión de zonas pastoreadas fuera notable (Barrio *et al.*, 1987): primero con una trashumancia entre la Sierra y la Meseta; posteriormente con una trashumancia larga, pasando a la vertiente meridional de la Sierra. De este modo las vertientes septentrionales de Guadarrama y Somosierra-Ayllón quedaron convertidas en "la más importante encrucijada de la trashumancia castellana" (Barrio *et al.*, *op. cit.*), situada en el centro de una red de comunicación de vías pecuarias que conectaban los pastos veraniegos al norte del Sistema Central con los invernales del sur, en Extremadura y Andalucía. Son numerosos los restos que quedan hoy de esa superestructura ganadera; en especial la red de comunicaciones mediante vías pecuarias, de la que es un magnífico ejemplo la 'Cañada de la Vera de la Sierra' (Soriana Occidental), así como varios 'ranchos' o 'esquileos'.

Esta actividad, responsable del esplendor económico de Segovia durante varios siglos, tuvo una incidencia no menos importante en la cubierta vegetal y edáfica de todo el piedemonte serrano (foto 6.1). Se hace muy difícil cuantificar las repercusiones reales de ese sobrepastoreo, pero seguramente fue mucho más importante de lo que imaginamos. Probablemente tenga este origen, por ejemplo, el aspecto 'desnudo' que ofrecen muchas laderas serranas actuales (p. ej., pico de La Atalaya) o el que ofrecían otras con anterioridad a su repoblación forestal y su reciente recuperación natural, así como el carácter 'raquíscico' de muchos suelos del piedemonte.

Durante todo este periodo medieval los bosques fueron quedando progresivamente confinados a espacios comunales sobre los que, por otra parte, empezaron a pesar duras ordenanzas para castigar las cortas excesivas o sin autorización (Allué *et al.*, 1995).

Ya en la Edad Moderna el incremento de los cultivos afectó a amplios sectores del piedemonte, y estuvo de nuevo motivado por un aumento demográfico generalizado. De este modo, mediante roturación, se fueron incorporando al cultivo tierras cada vez más marginales y de peor calidad. El efecto de esas actividades agrícolas sobre la cubierta vegetal tampoco es fácil de valorar, pero todo permite suponer que el incremento de la superficie roturada se produjo en detrimento del área ocupada por encinares y quejigares, sobre todo en las campiñas.

Excluidas fluctuaciones ligadas en muchos casos a las variaciones demográficas y a su 'competencia' con las actividades agrícolas, la ganadería continuó durante este periodo con su espectacular incremento. Únicamente a partir del siglo XVIII, la excesiva expansión de los cultivos provocó una escasez de pastos, haciendo disminuir la cabaña ganadera (Barrio *et al.*, *op. cit.*).

Al elaborarse el Catastro del Marqués de La Ensenada a mediados del siglo XVIII (ver Allué *et al.*, *op. cit.*), los usos del suelo eran ya muy similares a los actuales, condicionados sin duda en gran parte por el medio físico: los relieves de campiña próximos a la Sierra se dedicaban mayoritariamente al cultivo de cereales, mientras que éstos eran más escasos en las comarcas situadas sobre los terrenos del piedemonte, donde abundaban los pastos y el terreno improductivo.

Por la repercusión que posteriormente tendría para su mantenimiento, es necesario destacar aquí un hecho significativo que ocurre en este momento histórico: nos referimos a la incorporación a la Corona, en 1761, de los Montes y Matas de Pinares y Robledales de Balsafn, Pirón y Riofrío —pertenecientes hasta entonces a la Junta de Nobles Linajes de la ciudad de Segovia—.

Es necesario destacar para este periodo, cómo la Sierra y su piedemonte aún conservaban importantes masas forestales. Lafnez (1964), describe una Real Ordenanza promulgada en 1774 por la que se declara vedada y acotada "para real recreación y entretenimiento" la caza y la pesca en el citado real bosque de Balsafn, compuesto entonces por masas que se extendían desde el Puerto de Navacerrada hasta Navas de San Antonio, Marugán, Sangarcía, Añe, Ahusn, Cantimpalos, Pinillos, Peñarrubias, Torreiglesias, Carrascal, La Cuesta, Santiuste, Torre Val y Navafra. De este trabajo parece deducirse que, aunque con carácter discontinuo, las masas forestales ocupaban entonces una extensión considerable en el entorno de la Sierra, al menos en el área de influencia de estos 'reales bosques'.

Otro aprovechamiento ancestral con especial incidencia en esta época, el carboneo, parece ser responsable de los paisajes adhesados del robledal situado al pie de la Sierra, denominados popularmente 'matas'; entre las descritas desde antiguo como tales, es posible citar las actuales de Riaza, Valsafn, La Saúca y Pirón.

La invasión francesa de 1808, llevó pareja la puesta en práctica de las ideas económicas liberales imperantes en la Europa de aquéllos momentos. Una de ellas, los conocidos procesos de desamortización, debieron provocar importantes modificaciones en el paisaje vegetal de este sector de la Submeseta Norte. Significativo fue, por ejemplo, el proceso desamortizador de los bienes de la Iglesia, realizado al amparo de la Ley Mendizabal de 1837, que afectó en la provincia de Segovia a importantes propiedades eclesiásticas. Sin embargo, la actividad desamortizadora más intensa se desarrolló tras la entrada en vigor de la Ley Madoz de 1855, destinada a facilitar la enajenación de terrenos comunales del Estado, la Iglesia y el Ejército, entre otros. Se trataba así de privatizar, en definitiva, todas las tierras susceptibles de ser cultivadas.

De nuevo según Allué *et al.* (*op. cit.*), las repercusiones de la Ley Madoz en lo que a roturación de terrenos forestales se refiere no han sido establecidas todavía con exactitud. Se sabe que desaparecieron sobre todo encinares y en menor medida sabinas. Estos últimos fueron siempre menos solicitados por los particulares, por estar ubicados sobre suelos poco aptos para el cultivo agrícola; los encinares, localizados en suelos potencialmente cultivables, fueron los más afectados.

Así pues, la extensión de las tierras de cultivo a lo largo de todo el siglo XIX fue importante, y debida a: los procesos de desamortización, la supresión de los privilegios de la Mesta, y un notable

crecimiento demográfico (Barrio *et al.*, *op. cit.*). Tras una crisis generalizada del sector agrícola a finales del siglo XIX, en las tres primeras décadas del siglo XX se produce una recuperación que va unida a las mejoras técnicas.

La época de la posguerra civil estuvo marcada por la penuria y la crisis generalizada. Tanto es así que, por ejemplo, las producciones de cereales no llegaron a alcanzar de nuevo los valores de 1935 hasta el año 1955, momento en el que se cifra la máxima extensión de terrenos cultivados de las últimas décadas (Barrio *et al.*, *op. cit.*); esta circunstancia queda manifiesta en el seguimiento realizado para el área de estudio a través de fotografías aéreas del año 1946, donde es posible observar amplias superficies del piedemonte cultivadas.

Aunque con origen antiguo, de esta época datan también importantes repoblaciones forestales en la vertiente septentrional del Sistema Central. Las llevadas a cabo después de la Guerra Civil, fueron realizadas por el Patrimonio Forestal del Estado, más tarde el ICONA, sobre terrenos adquiridos por el Estado en las laderas norte de Guadarrama y Somosierra, en altitudes comprendidas entre los 1.200 y 1.900 metros; las especies más utilizadas fueron el pino silvestre y, en mucha menor medida, el pino laricio y el pino negral (Allué *et al.*, *op. cit.*).

La práctica de estas actividades transformó notablemente el paisaje, cubriendo buena parte de las antiguas laderas serranas. Las repoblaciones de pino silvestre en la sierra segoviana han estado sujetas a diferentes interpretaciones. Para unos, han configurado masas de gran calidad, al haberse implantado en lugares bien adaptados a sus características ecológicas y haber respetado buena parte de los piornales y pastizales de altitud, tan importantes para la ganadería; para otros, no todas las repoblaciones parecen haber sido tan benefactoras. En cualquier caso, las masas de pino silvestre constituyen posiblemente la imagen con que más se identifica esta vertiente del Guadarrama.

6.2.1.2. Cantería y minería tradicionales

Las actividades extractivas fueron importantes desde antiguo en toda la zona, especialmente aquéllas que explotaban los materiales sedimentarios cretácicos (arenas silíceas y arcillas refractarias) cuya extensión en el piedemonte septentrional de la Sierra de Guadarrama es amplia.

Las primeras referencias históricas bien documentadas datan de 1451, fecha en que el rey Enrique IV prohíbe la extracción de arenas en las proximidades de la muralla de la ciudad de Segovia debido a los problemas de derrumbamiento que ocasionaban a ésta (ver Díez Herrero y Martín Duque, 1993a). Pero un hecho parece condicionar sobremanera la explotación de arenas silíceas y arcillas refractarias en las proximidades de Segovia: la creación de la Real Fábrica de Vidrios y Cristales de La Granja, en 1770. Bowles (1775) ya habla de la importancia de tal actividad en este entorno condicionada por la real fábrica, y Areitio y Quiroga (1874) señalan además la utilización de los materiales caolínicos y silíceos para la manufactura de porcelanas en la 'fábrica de loza' *La Segoviana*.

Prueba de la antigüedad de las actividades mineras es que los autores citados, junto a Cortázar (1891) o Calderón (1897), señalan la existencia de estas explotaciones "desde tiempos inmemoriales", indicando su localización en La Lastrilla, Bernuy de Porreros, Hontoria, Espirido, La Higuera y en la propia ciudad de Segovia. Cortázar (*op. cit.*) hace notar la gran importancia industrial que habrían de tener estos materiales cretácicos —como en realidad ha sido y está siendo—.

En torno a la década de 1950 tiene lugar un nuevo auge de estas actividades, aún para proporcionar arenas con destino a la fábrica de vidrio de la Granja pero ya con un mercado mucho más amplio. El método de explotación más común empleado en esta época son las 'galerías' o 'cuevas', excavadas directamente en los materiales, y pequeños frentes muy superficiales en la ladera a modo de pequeñas 'calicatas'.

Tales aprovechamientos históricos han dado lugar a una serie de canteras abandonadas, cuyos restos son visibles casi de forma continua en prácticamente todos los frentes de cuesta de la zona, especialmente en el entorno de la ciudad de Segovia (laderas de El Terminillo; foto 6.2) y en los núcleos rurales cercanos (Hontoria, La Lastrilla, Espirido, La Higuera).

Cortázar (*op. cit.*) también destaca la relevancia de las canteras de calizas y dolomías para construcción o la obtención de cal; de nuevo se localizan en el entorno de la ciudad de Segovia (valle de Tejadilla, Altos de La Piedad, Zamarramala, La Lastrilla, valle de Matamujeres), donde el número de edificios históricos es grande, y en Bernuy de Porreros, La Higuera, Caballar, o Vegas de Matute. Por otro lado y como lo demuestran numerosas edificaciones religiosas construidas con esas rocas, la cantería de calizas y dolomías debió ser importante en el área de influencia de la Comunidad de Villa y Tierra de Pedraza en el periodo medieval.

Otro uso principal de la 'cantería' practicada en los escarpes de frentes de cuesta sobre materiales cretácicos, fue la reparación de caminos y la construcción de 'cercados' (Moreno Sanz, 1989). También existió desde antiguo una cantería en materiales de la Sierra, como muestran la infinidad de edificios construidos con 'granitos' (Acueducto y palacios renacentistas de Segovia) o la arquitectura popular en pizarra o cuarcita (Becerril, El Muyo, Alquité).

La minería metálica ha dejado vestigios dispersos por toda la Sierra; destacan los restos de las minas romanas en Otero de Herreros, arroyo Zancado (Vegas de Matute), y las proximidades de Riaza; la primera, del siglo I d.C., con "un gran depósito de escorias ferruginosas", así como excavaciones rellenas de escombros y cimientos que parecen indicar la existencia de fundiciones y otros edificios anexos (Cortázar, 1891). Más recientemente, las explotaciones quedan restringidas a pequeñas minas y calicatas que explotaban filones de cuarzo con mineralizaciones hidrotermales aprovechando la demanda de wolframio en el periodo de la II Guerra Mundial. Su incidencia ambiental se limita a pequeñas escombreras de estériles, que salpican las laderas de la Sierra en localidades como El Espinar, Otero de Herreros, Rades del Puerto, Bernuy de Porreros, etc. Este espectro se completa con explotaciones puntuales de yacimientos cupríferos, mineralizaciones de piritas, arsenicales, óxidos, etc., incluso indicios de oro y plata en el entorno de Riaza.

6.2.1.3. Poblamientos y primeras obras públicas

El hecho fundamental que determina la articulación de los núcleos rurales en este territorio es, como ya apuntamos, el proceso de repoblación castellana y de él derivan ciertos topónimos ligados a repobladores (Sancho Pedro, Martín Muñoz de Ayllón, Santibáñez de Ayllón). Así, salvo algunas poblaciones más antiguas creadas con fines defensivos (Segovia, Pedraza, Sepúlveda, Ayllón), la mayor parte proceden de la organización de este territorio en Comunidades de Villa y Tierra (a partir del siglo XI); en ellas, la Villa era el centro administrativo y su Tierra estaba formada por un conjunto de poblaciones adyacentes. Esas poblaciones menores se habrían establecido en muchos casos por una especialización funcional, en virtud de las características del medio físico: pastos, bosques, puertos de montaña, etc., pero casi siempre conjugando estos recursos con una relativa —y segura— proximidad a cursos de agua. Y he aquí que el origen de la mayor parte de los topónimos sea precisamente de tipo fisiográfico: Val de San Pedro, Sotosalbos, Collado Hermoso, La Salceda, Guijasalbas, El Arenal, Navafra, La Matilla, Matabuena, Matamala, Sonsoto, Riofrío, Valsaín, La Cuesta, Huerta, Prádena, Valleruela, La Lastrilla, etc.

Esta distribución del poblamiento, de origen medieval, apenas se vio modificada posteriormente por la construcción de los palacios reales de Valsaín, La Granja o Riofrío; en estos casos, los lugares escogidos, primero por los Austrias y luego por los Borbones, estaban siempre relacionados con la caza y el descanso estival (CENEAM, 1993). Una discusión frecuente e interesante, se suscita en torno al 'impacto' que debieron provocar dichas construcciones sobre su entorno y las valoraciones que de ello se hace en la actualidad.

Y no sería ya hasta finales del siglo XIX y principios del XX, cuando otro factor condicionará la creación de nuevos núcleos urbanos en estas comarcas: la construcción del ferrocarril Villalba-Segovia a finales del siglo pasado, hecho que dio origen a los núcleos de la Estación de El Espinar y Gudillos.

Varios autores (Sanz Herraiz, 1992; Sintés *et al.*, 1994; entre otros), han tratado el llamado "descubrimiento del Guadarrama", efectuado a finales del siglo XIX y principios del XX por una serie de científicos e intelectuales. A partir de ese momento la Sierra comenzaría a percibirse como un espacio capaz de otorgar más beneficios que inconvenientes —como hasta ese momento había sucedido—.

Uno de esos beneficios era, y es sin duda, el clima estival. Breñosa y Castellarnau (1884) comparan los climas de Madrid y San Ildefonso, y señalan que este factor es uno de los que más habrían influido en la elección del Real Sitio como lugar de veraneo:

"Tan notables diferencias explican la venida periódica de una elegante colonia madrileña que, huyendo del aquel abrasador y caliginoso estío, busca grato solaz y benigno temple en el fresco y embalsamado valle de Valsaín." (Breñosa y Castellarnau, 1884: 27).

Se produjo así la instalación de las primeras colonias burguesas de veraneantes en los pueblos de la vertiente septentrional de la Sierra, hecho que repercutió en el crecimiento de poblaciones como San Rafael, El Espinar o San Ildefonso.

Por lo que respecta a las primeras infraestructuras, el resto más antiguo de una ‘obra pública’ en el dominio estricto de la Sierra lo constituye la calzada romana que atravesaba por el Puerto de la Fuenfría, de la cual aún quedan partes visibles. Dicha calzada fue durante mucho tiempo el único paso pavimentado de la Sierra.

Con posterioridad, irían estableciéndose caminos por los corredores más favorables para atravesar estas montañas; los pasos naturales fueron Somosierra, Guadarrama, Navafría, Malagosto, la Quesera, Navacerrada, etc. Por ellos cruzaron las principales vías pecuarias de la submeseta norte a la submeseta sur, y más tarde condicionaron las principales infraestructuras viarias (carretera y ferrocarril).

Quizás una de las primeras ‘obras hidráulicas’ de la Sierra fueron los azudes para captación de aguas. En esta vertiente septentrional, han sido muy frecuentes para la conducción de agua a los pueblos del piedemonte mediante las denominadas ‘caceras’; destacan entre ellas las de los ríos Viejo, Pirón, y Cambrones. Restos de estos ‘azudes’ se conservan hoy casi íntegros —aún con las diferentes reparaciones que han tenido—; un magnífico ejemplo lo constituye el sistema de conducción del Pirón (ver Sintés *et al.*, 1994). Pero sin duda la ‘cacera’ más famosa en esta vertiente es la que tiene su origen en el río de la Acebeda y da lugar al acueducto romano de Segovia. Este dato parece indicar que el resto de canales, existentes con seguridad antes del siglo XV, pudieran tener un origen romano. Obra también destacada fue la construcción de El Mar de la Granja, para abastecer el sistema de fuentes en los jardines del Palacio.

En relación con la transformación histórica del paisaje en la vertiente norte de la Sierra, quedan aún por explicar aspectos como el origen del material de construcción del Acueducto de Segovia; siempre y cuando éste procediera de aquí, lo cual es puesto en duda por los historiadores locales (J.A. Ruiz Hernando, com. pers.).

6.2.2. Transformaciones recientes

Englobamos bajo este epígrafe aquellas modificaciones territoriales cuyo origen se encuentra asociado a la crisis de las actividades rurales, y a su sustitución por otras de carácter ‘urbano’ o ‘industrial’, siempre relacionadas con la función, más o menos dependiente, de espacio de turismo y ocio de la gran urbe madrileña (ver Marinero, 1992).

6.2.2.1. Abandono de prácticas agrarias tradicionales. Repoblaciones forestales

Al igual que en otras zonas del país, la crisis generalizada del sector rural tiene lugar aquí en la década de los años sesenta. En este periodo se produce un fuerte proceso de despoblamiento del medio rural y por tanto de abandono de campos de cultivo y zonas de pasto. Estamos hablando así de un punto de inflexión desde el proceso histórico de Repoblación, que se había iniciado en la Alta Edad Media.

La regulación o abandono del pastoreo en los montes públicos, y la sustitución en el uso de madera por combustibles fósiles, han permitido una evidente recuperación de la cubierta vegetal y edáfica en amplias superficies. Son muchos los espacios que de este modo han ido poco a poco poblándose de matas, matorrales y monte bajo.

En resumen, los hechos que marcan esta época son la disminución experimentada por la cabaña ganadera extensiva y el abandono de cultivos en tierras marginales, los cuales han dado lugar a las modificaciones paisajísticas más notables de este siglo —exceptuando las de carácter urbanístico que trataremos más adelante—. Nos referimos al importante avance experimentado por las masas forestales de forma natural, caso muy notorio por ejemplo en las comarcas de Prádena y Pedraza donde son especialmente destacables las amplias superficies de sabinar joven en progresión y ocupando antiguas zonas de cultivo o pastoreo intensivo. Este proceso de recuperación es bien evidente de nuevo a partir del seguimiento de fotografías aéreas de los años 1946, 1956, 1972 y 1985.

No es fácil hacer predicciones acerca del sentido en que se va a producir la evolución de la cubierta vegetal en un futuro para este sector serrano, pero está claro que la tendencia al abandono de prácticas agrarias continuará siendo determinante, y que favorecerá su recuperación. Sin embargo, parece que este proceso entrará irremediabilmente en conflicto con la urbanización.

Asimismo, es pronto para determinar cómo afectará a la repoblación efectiva de terrenos ahora despoblados y en qué medida motivarán cambios en el paisaje las recién aprobadas ayudas para la reforestación de tierras agrícolas con fondos de la Unión Europea, y otras medidas similares que aparezcan en el futuro. En cualquier caso, el modo en que se efectúen dichas acciones será decisivo.

Junto a esta evolución generalizada de recuperación de la vegetación natural, han aparecido dos procesos menos positivos: la repoblación forestal mediante terrazas, aun después que este método haya sido puesto en entredicho debido a la degradación que ejerce en la cubierta edáfica; técnicas de explotación y gestión forestal inadecuadas, como las cortas a ‘marrasa’; y la construcción de modernas naves ganaderas para explotaciones intensivas, fundamentalmente de porcino y vacuno, altamente impactantes en el paisaje de la Sierra.

6.2.2.2. *La minería moderna*

En relación con la evolución actual de este sector industrial en nuestro país, en este espacio la minería metálica puede considerarse desaparecida, mientras que han experimentado un gran auge las rocas industriales. La explotación de arenas silíceas y arcillas refractarias —de gran importancia histórica— puede considerarse el sector que más ha crecido. Con el proceso de mecanización e industrialización general, la extracción de estos materiales mediante galerías ha dado paso a una minería a cielo abierto ayudada por potente maquinaria. En general se trata de excavaciones ‘de ladera’, que horadan los ‘frentes de cuevas’ mediante banqueo sucesivo (foto 6.3).

Restos abandonados de este tipo de minería a cielo abierto, llevadas a cabo con maquinaria moderna, se encuentran en Vegas de Matute, Hontoria, Segovia, La Lastrilla, Bernuy de Porreros, Valseca, Espirido, La Higuera y Matabuena. Mientras tanto, existen otras activas en Arcones, Orejana, Valleruela de Sepúlveda, Espirido, La Higuera y Valseca, como más significativas.

En cuanto a la explotación de rocas ígneas y metamórficas, sólo existen canteras activas en el espacio serrano y su piedemonte en: Arcones, Villacastín, Hontoria, Serracín y Vegas de Matute. Tal situación contrasta con la proliferación de este sector (cantería de granitos) en la vertiente meridional de la Sierra.

En conjunto, la ordenación del sector minero es escasa existiendo numerosas explotaciones ilegales. Por otro lado, los planes de restauración previstos por la ley desde el año 1982 no se cumplen en prácticamente ningún caso.

6.2.2.3. Urbanización e infraestructuras

Aunque la aparición de 'segundas residencias' en determinados municipios serranos se iniciara a finales del siglo XIX, su proliferación en la vertiente nororiental del Sistema Central data de la década de 1970. Este proceso es similar y, hasta cierto punto, continuación de la gran explosión 'urbanizadora' ligada al crecimiento del área metropolitana madrileña. Tiene lugar en el Guadarrama meridional a partir de la década de 1960 y coincide con una etapa de fuerte crecimiento económico y crisis generalizada del sector rural. Todo ello ha sido estudiado en detalle por Valenzuela (1977), en un trabajo que se ha convertido en referencia obligada a la hora de abordar este fenómeno.

La propia orografía de la Sierra condicionó inicialmente la extensión de la gran metrópoli madrileña, reduciéndola prácticamente a la vertiente sur. La apertura del túnel del Guadarrama en la década de 1960, la transformación de la carretera de La Coruña en autopista, y la N-I en autovía, son mejoras en los sistemas de comunicación que han favorecido la accesibilidad desde Madrid con la consiguiente la proliferación urbanística.

Esta demanda de espacio 'no urbano' por parte de la gran urbe madrileña, se vio pronto reforzada por la oferta surgida en la propia vertiente norte del Guadarrama, que podríamos calificar de amplia (Hita, 1995).

Así pues, lo que en realidad condiciona esta oferta es la proximidad a Madrid y los recursos naturales y culturales del Guadarrama septentrional que actúan como reclamo: gastronomía, patrimonio histórico-artístico, deportes al aire libre, artesanía, paisaje, entre otros.

Ese conjunto de estas actividades ligadas al ocio y turismo, determina una serie de modificaciones territoriales asociadas que podemos agrupar en: urbanización e infraestructuras, entre las cuales existe además una relación de reciprocidad. En resumen, la urbanización constituye la actividad (real y potencial), que en mayor medida está transformando esta vertiente del Sistema Central.

La creación de urbanizaciones según el modelo propio de los 'años sesenta' afortunadamente no cuenta con demasiados ejemplos; quizás por haber llegado con retraso respecto al sistema implantado en la vertiente meridional. Oria *et al.* (1991) señalan: 'La Pinilla', en Cerezo de Arriba (1972), 'Los Ángeles de San Rafael' en El Espinar (1977), 'Monte Los Cortos' en Duruelo (1980), 'Pinar Jardín' en Marugán (1982) y 'Montevegas' en Vegas de Matute (1989). Todas ellas construidas al amparo del planeamiento y en lugares de alto interés natural.

En cualquier caso, como señala Valenzuela (1992) para la vertiente meridional, el modelo 'urbanización' se halla en verdad liquidado y también aquí tiene escasa incidencia actualmente.

Así, condicionado por la 'mala fama' de las urbanizaciones entre un creciente sector de la opinión pública y por los numerosos problemas que han ocasionado a sus usuarios, se está imponiendo una nueva tipología de transformación de cara más amable. Se trata de la oferta de "complejos turísticos de calidad" que, bajo la patente de "proyectos de interés social", son los grandes beneficiarios de subvenciones públicas.

Un caso emblemático lo constituye el complejo urbanístico-deportivo de La Pinilla (foto 6.4). Otro suscitó recientemente una importante polémica: el denominado *Proyecto de Ecodesarrollo de la Sierra de Guadarrama* que contemplaba, preferentemente, la mejora en las infraestructuras de las estaciones próximas a Navacerrada. Finalmente está el *Panorámico de Segovia*, complejo turístico, cultural y de servicios ubicado en la finca de la Pedrona (La Losa) a los pies mismos de la Mujer Muerta, con 5.000 m² construidos.

Propuesta de esta naturaleza no realizada pero que sigue latente, es un posible complejo turístico en un espacio colindante al Parque de Riofrío; en esta ocasión la oferta se enmascara tras "un campo de golf". En circunstancias similares están los municipios de El Espinar, Madrona, o Riaza.

En este contexto se encuadra también la reciente urbanización *La Canaleja*, creada en torno a la estación de Otero de Herreros (foto 6.5) o la persistencia por sacar adelante un viejo proyecto en la Dehesa del Retamar de Navafría.

En general todos estos procesos tienen su vía de penetración fundamental a partir de los ejes formados por la autopista A-6 y la carretera N-603. Pero también comienzan a desarrollarse a través de la N-I y la carretera N-110 en dirección a Segovia; se está creando así una presión a modo de 'pinza', que se extiende a su vez a la Sierra de Ayllón.

La escasa incidencia del modelo 'urbanización' no ha impedido, sin embargo, la ampliación desmesurada y poco planificada del suelo urbanizable en varios de los núcleos preexistentes. Los casos más notables son: Riaza, San Ildefonso, El Espinar, Las Navas de Riofrío, La Losa y Torrecaballeros, Palazuelos de Eresma, y La Lastrilla. Así, las mayores cotas de incremento en el espacio construido en el área de influencia de esta vertiente de la Sierra no lo está ocasionando la segunda residencia a expensas de Madrid, sino la expansión de la propia ciudad de Segovia, situada a tan sólo 10 km de la Sierra. Tan notorio como desordenado, ha sido su crecimiento por las carreteras N-601, N-603, y N-110, así como el de las poblaciones más próximas: La Lastrilla,

Torrecaballeros, Trescasas, San Cristóbal, Palazuelos, Espirido y Hontoria. En estos casos la política más frecuente es la de hechos consumados: parcelación, venta y construcción en suelo no urbanizable, y reconversión en suelo urbano por normas urbanísticas posteriores (Oria *et al.*, 1991).

En este repaso a las transformaciones territoriales debidas a la urbanización, es necesario destacar otro proceso: se trata de la ocupación ilegal de suelo no urbanizable por viviendas unifamiliares aisladas, normalmente de muy baja calidad de construcción y enmascaradas mediante su pretendida asociación a una explotación ganadera, cuando realmente actúan como segunda residencia. La magnitud de las transformaciones es aún pequeña, pero la falta de control está contribuyendo a la expansión de construcciones anárquicas y al incremento del impacto paisajístico.

Finalmente y en consonancia con lo que también refleja Valenzuela (1992) para la vertiente madrileña, se aprecia una tendencia al crecimiento de viviendas unifamiliares permanentes, bien de profesionales libres (Brieva, Basardilla, Torrecaballeros), bien de gente que se desplaza diariamente a trabajar en Madrid o Segovia; todo ello se verá favorecido por la mejora en las comunicaciones, en especial el inmediato desdoblamiento de la carretera N-603.

Por lo que respecta a las infraestructuras, los principales ejes viarios que atraviesan la vertiente septentrional de la Sierra de Guadarrama actualmente son: las carreteras N-VI (puerto de Guadarrama) y autopista A-6 (túneles de Guadarrama); la autovía N-I (puerto de Somosierra; foto 6.6), y la N-601 (puerto de Navacerrada); asimismo, siguiendo un trazado al pie de las elevaciones montañosas y más o menos paralelo a sus alineaciones, aparecen las carreteras N-110 Soria-Plasencia, desde Segovia hasta Riaza, y la N-603 desde San Rafael a Segovia.

El ferrocarril atraviesa el espacio montañoso en dos puntos: Guadarrama (Villalba-Segovia-Medina del Campo), y Somosierra (Madrid-Burgos). Es necesario destacar aún una tercera línea: la que une Cercedilla con el Puerto de Cotos. Tales vías de comunicación están muy condicionadas por la orografía y aprovechan los pasos tradicionales y corredores naturales. Es destacable por ello la coincidencia en su trazado entre las antiguas vías pecuarias y las modernas vías de comunicación: la N-I es paralela a la Cañada Segoviana, la N-VI a la Leonesa oriental, y el eje N110-N603 a la Soriana Occidental.

Las perspectivas más inmediatas en este sentido, están marcadas por dos hechos: el proyecto de comunicación entre Madrid y el noroeste peninsular mediante tren de alta velocidad, y el desdoblamiento y conversión en autovía de la carretera N-603 San Rafael-Segovia.

El primer proyecto (nuevo acceso ferroviario al norte-noroeste) inicialmente contemplaba varias alternativas que presentaban salidas a esta vertiente norte mediante túneles, bien en el término municipal de Matabuena, bien por Somosierra, desviándose posteriormente hacia el noroeste. Recientemente —y a propuesta de la Cámara de Comercio de Segovia—, el MOPTMA incluyó una nueva, que cruzaría el Guadarrama mediante un largo túnel por debajo del Puerto de la Fuenfría; su salida tendría lugar en las inmediaciones del embalse de Revenga, pasando posteriormente por las proximidades de la ciudad de Segovia para dirigirse a Valladolid.

En cuanto al proyecto de desdoblamiento de la carretera N-603 se encuentra en fase muy avanzada, pues ya está realizada la Declaración de Impacto Ambiental. El punto más conflictivo es la variante de Revenga, cuyo trazado se aparta de la carretera existente en la actualidad y discurre por un espacio comprendido entre el 'Parque de Riofrío' y el 'Soto de Revenga', muy próximo también al espacio elegido para la ubicación del campo de golf antes citado.

El problema en este caso no será sólo la influencia de la propia autovía, sino las transformaciones urbanísticas que llevará asociadas, como: urbanizaciones, estaciones de servicio, o las grandes superficies comerciales. En definitiva y con gran probabilidad, este corredor de transporte se constituirá en un eje de colonización urbana.

Igualmente paradigmático resulta el ejemplo de la carretera N-110, en "permanente estado de obras", y cuyos restos del antiguo trazado quedan en el paisaje como auténticas "cortas de meandro".

El incremento en la presión urbanística, también tiene su reflejo en la necesidad de obras hidráulicas. La reserva de agua que constituye la Sierra de Guadarrama es bien conocida en la vertiente madrileña; hasta el punto de ser una de las principales funciones que se le ha asignado a este territorio. Datos que dan que pensar, lo constituyen hechos como que el río Lozoya tenga más de un 60 % de su longitud ocupada por embalses (Heras, 1995).

Con anterioridad a las transformaciones territoriales más recientes a que nos hemos referido, las funciones de abastecimiento de agua potable a las poblaciones del piedemonte norte habían precisado hasta ahora de tres embalses: Puente Alta en el río Frío, Las Tabladillas en la cabecera del río Moros, y el embalse de río Peces. Sin embargo, el crecimiento de la ciudad de Segovia y de la segunda residencia en núcleos como Torrecaballeros o Riaza, han hecho necesaria la creación de otros tres: Pontón Alto en el Eresma —que viene a sustituir al proyectado en el pinar de Valsáñ a mediados de la década de 1970—; Torrecaballeros en la cabecera del río Pirón; y Riaza en la cabecera del río Riaza. Es necesario señalar además la existencia de otro pequeño embalse en el río Moros, construido con una finalidad de ocio para la urbanización de Los Ángeles de San Rafael.



Foto 6.1. Alto grado de deforestación debido a prácticas silvopastoriles históricas. Piedemonte septentrional de la Sierra de Guadarrama.



Foto 6.2. Transformaciones debidas a minería tradicional (El Terminillo, La Lastrilla).

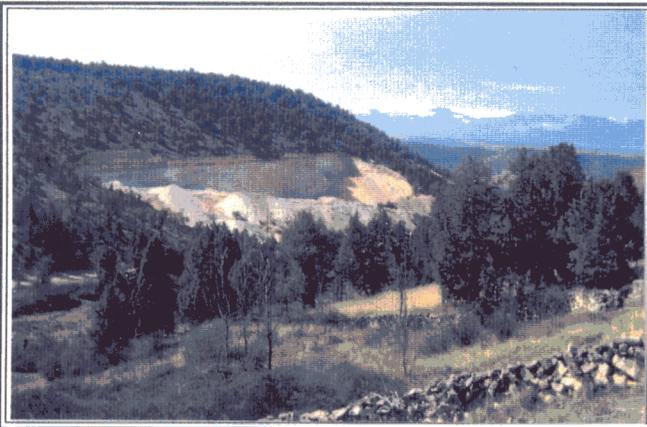


Foto 6.3. Transformaciones debidas a minería moderna (Orejana).

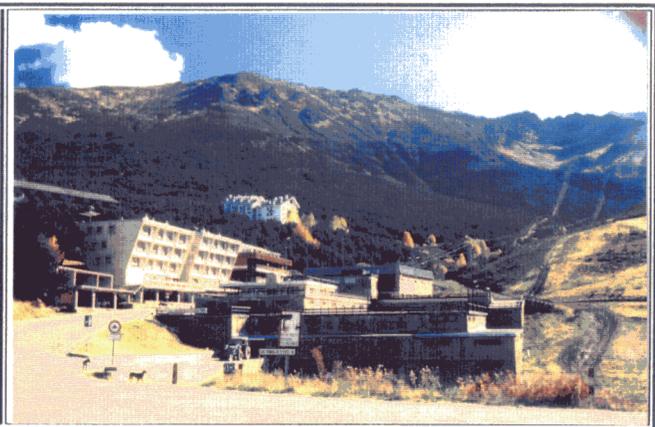


Foto 6.4. Transformaciones ocasionadas por estaciones invernales. La Pinilla (Cerezo de Abajo).



Foto 6.5. Transformaciones debidas a urbanización. La Canaleja (Otero de Herreros).

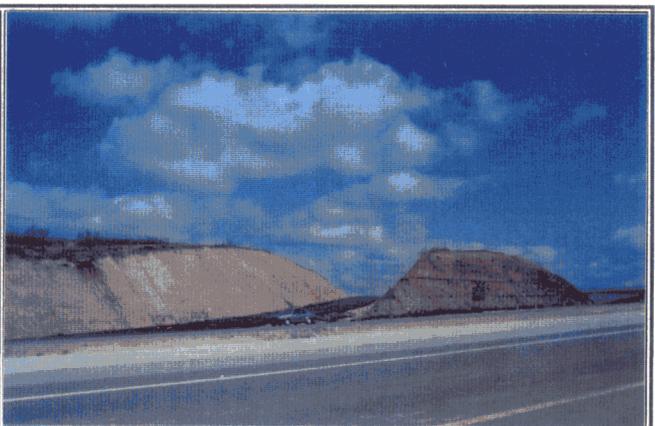


Foto 6.6. Transformaciones debidas a infraestructuras. Obras de la N-1, a su paso por Cerezo de Abajo.

6.2.3. Ordenación del territorio

Aunque casi siempre a remolque de las transformaciones urbanísticas, en los últimos años se han puesto en marcha varias iniciativas de regulación territorial, bien en el marco general de la Ley del Suelo (LS92), bien a través de normativas específicas sobre protección de espacios naturales.

6.2.3.1. Planeamiento urbanístico

La desordenada situación urbanística del sector estudiado se ha visto favorecida por la inexistencia de unas directrices de ordenación a nivel supramunicipal, ya que a escalas locales los intereses creados dificultan la planificación.

Sin embargo, han sido varios los intentos en este sentido. En el año 1991 la Diputación Provincial de Segovia elabora un borrador de *Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal con Ámbito Provincial de Segovia*, cuyo objeto era ejercer de 'marco director' en aquellos municipios en los que no existía planeamiento. Dicho documento fue desechado, al parecer por su baja calidad técnica. En su lugar es elaborado otro texto (DPS, 1994), esta vez con un enfoque más adecuado, pero cuyo principal problema es que aún se encuentra sin aprobar.

La actuación más reciente, y que al menos en teoría tendrá una influencia decisiva sobre toda la normativa referida en tanto servirá de marco global, es la elaboración de una Hipótesis de Modelo Territorial (Directrices de Ordenación Territorial) para Castilla y León (JCL, 1996). Pero de nuevo su gestación está siendo demasiado lenta.

Es así como, actualmente, el planeamiento urbanístico depende casi exclusivamente de los municipios, sobre los que ejerce su poder regulador la Comisión Provincial de Urbanismo de Segovia. Es necesario destacar algunas decisiones de este organismo en los últimos años, como el rechazo a las ampliaciones de las urbanizaciones 'Pinar Jardín' en Marugán, y 'Los Cortos' en Duruelo, o el recorte a las desmesuradas peticiones de suelo urbano de algunos municipios (Oria *et al.*, 1991). Pero, sin duda, su intervención más plausible por lo que pueda representar de precedente, fue la denegación en el año 1991 de la propuesta de modificación de las Normas Subsidiarias del municipio de Navafra, que incluía la urbanización de 60 hectáreas en la finca 'El Retamar', decisión que fue ratificada por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León.

En base a datos elaborados por Oria *et al.* (1991), y Alonso Teixidor (1994), la situación del planeamiento urbanístico para todo este sector es la siguiente. Cuentan con Planes Generales de Ordenación Urbana únicamente Pedraza (1955), Segovia (1984), y San Ildefonso (1981); en el caso de Pedraza, la aprobación tan temprana se debió a su declaración como conjunto histórico-artístico en 1951. Según Oria *et al.* (1991), en el año 1990, los municipios que contaban con normas subsidiarias de planeamiento en este sector eran: Ayllón (1978), Duruelo (1992), El Espinar (1982), Ituero y Lama (1980), La Losa (1976), Navas de Riofrío (1976), Otero de Herreros (1983), Palazuelos de Eresma (1980), Prádena (1986), Riaza (1976), Vegas de Matute (1981), y

Villacastín (1981). Posteriormente a esa fecha se han aprobado Normas Subsidiarias en Trescasas, Torrecaballeros, Espirido, Collado Hermoso, y Santo Tomé del Puerto. En el resto de los municipios, bien cuentan con Proyecto de Delimitación de Suelo Urbano: Brieva (1992), Matabuena (1992), Basardilla (1991), Sotosalbos (1990), Aldealuenga de Pedraza (1990), La Matilla (1978); bien con Planes Parciales: Casla (1971) o Cerezo de Abajo (1986); o simplemente no tienen normativa alguna.

Sin embargo, es preciso poner en duda si el planeamiento urbanístico ejercido sin unas directrices a nivel comarcal o regional, tal y como se efectúa en la actualidad, lleva aparejado una ordenación o más bien una legalización de situaciones anómalas. Así, existen casos de núcleos que con una simple delimitación de suelo urbano (D.S.U.) han mantenido su carácter tradicional, y sólo con la aprobación de normas subsidiarias han comenzado a generar una expansión poco ordenada. Ello se debe a la permisividad de los propios municipios, que utilizan la normativa como un instrumento para satisfacer todo tipo de demandas.

En este sentido, es necesario destacar la nula consideración del medio natural en la elaboración de las distintas figuras de planeamiento urbanístico a nivel municipal. Según hemos podido constatar, con demasiada frecuencia se equivocan datos en las descripciones del medio físico al ser 'copiadas' de unos municipios a otros; caso, por ejemplo de las Normas Subsidiarias de Navas de San Antonio y Espirido. Todo ello lleva, por ejemplo, a clasificar como suelos urbanizables lugares cuyas condiciones constructivas son deficientes. Se aparta de esta generalidad San Ildefonso, que en 1981 elaboró un Plan General que en su día —y aún hoy— puede considerarse uno de los escasos trabajos de planificación ecológica aplicado a un municipio; en 1982, a partir del Plan General, se redactó un Plan Especial de Protección del Medio Físico, que sin embargo no llegó a aprobarse. También Segovia cuenta con un Plan General 'restrictivo', aunque en este caso con una problemática más ligada al Patrimonio Histórico; y con uno de los escasos trabajos desarrollados en toda la provincia de Segovia que asume los postulados de la planificación integrada (Yoldi, 1990).

6.2.3.2. Espacios protegidos

Si por 'conservación' entendemos las disposiciones reguladoras o de ordenación para el uso de un determinado espacio natural, podemos considerar la incorporación a la Corona en 1761 de los Montes y Matas de Pinares y Robledales de Balsafn, Pirón y Riofrío como la primera medida 'oficial' de conservación en la vertiente septentrional del Guadarrama; todo ello, aunque fuera dictada con el fin de lograr el mantenimiento de las producciones de madera y leña para las reales fábricas (Allué *et al.*, 1995).

Sin duda, este hecho y las subsiguientes ordenanzas reguladoras promulgadas para el mismo, han posibilitado que se preservara hasta hoy una de las masas forestales más significativas de todo el país, como es pinar de Valsafn. La actitud conservacionista que siempre existió hacia este espacio queda refleja en la posición de destacados ingenieros de la realeza, como Joaquín Marfa de

Casterllarnau (Casado, 1995), o la iniciativa que muchos años después, en septiembre de 1976, protagonizaron un numeroso grupo de científicos españoles en defensa del paraje de El Vado de la Reina o Boca del Asno, ante el proyecto de construcción en dicho lugar de una presa para abastecimiento de agua a Segovia.

Pero hemos de centrar los antecedentes directos para la conservación de estos espacios en el año 1923, cuando se solicitó la declaración de la Sierra de Guadarrama como Parque Nacional (ver Gómez-Limón *et al.*, 1994).

Dicha solicitud venfa a culminar una larga tradición de movimientos en defensa este espacio, atribuible a un destacado grupo de intelectuales (naturalistas, literatos, etc.) conocidos bajo diferentes agrupaciones y denominaciones (regeneracionistas, guarramistas). La figura más destacada de estos movimientos en torno al Guadarrama fue Francisco Giner de los Rfos, por cuya iniciativa se constituyó en 1886 la *Sociedad de Amigos del Guadarrama*. Es procedente señalar también la presencia de E. Hernández-Pacheco al frente de estas iniciativas conservacionistas, miembro de la Junta Central de Parques Nacionales.

Pero sería en 1930 cuando tiene lugar la primera declaración oficial de espacios protegidos en vertiente septentrional del Guadarrama —y en la Sierra en general—. Se trata del reconocimiento como Sitio Natural de Interés Nacional de ‘El Pinar de la Acebeda’, junto con tres espacios más en la vertiente meridional.

Las iniciativas sobre Conservación en las Sierras de Guadarrama y Somosierra-Ayllón permenerán en el olvido hasta la década de 1970, y cuando se retoman —quizás en relación directa con su nivel de degradación y constante amenaza—, siempre harán referencia en mayor medida a la vertiente meridional.

Así, desde la declaración de sitio natural de interés nacional de ‘El Pinar de la Acebeda’ en 1930 hasta la fecha, en la vertiente septentrional únicamente se procede a la protección de determinados hábitats: la declaración mediante el Real Decreto 2866/74, de un nuevo Sitio Natural de Interés Nacional (el Hayedo de Riofrío de Riaza), y dos Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), El Pinar de Valsáfn y El Espinar, a través de las directivas 79/409 CEE y 91/ 244 CEE.

Con excepción de estos casos, el resto de las propuestas corresponden únicamente al campo de las iniciativas, pues ninguna de ellas ha llegado a cristalizar. Éstas se desarrollan sobre todo en la década de 1990 a cargo del gobierno autonómico. El punto de partida es un ambicioso plan de protección que se inicia con la selección de 49 espacios de alto valor natural, al objeto de formar una *Red de Espacios Naturales de Castilla y León* (REN) incluida como anexo en el Anteproyecto de la Ley Autonómica de Espacios Naturales.

Pero cuando se aprueba la Ley 8/91 de 10 de mayo de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y León, en la que se define la REN, así como las categorías de los espacios naturales protegidos y las características necesarias para su declaración, no aparecen ni el paisaje protegido de la Sierra de Guadarrama ni el parque natural Valle del Río Riaza.

Paradójicamente, con posterioridad a la aprobación de esa ley la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León encargó sendos estudios para las declaraciones como espacios naturales protegidos de la Sierra de Guadarrama (ENTORNO, 1991) y el Valle del río Riaza (ECOPLAN, 1991). Dichos estudios tenían como objetivo señalar las razones para la futura inclusión de ambos espacios en la REN.

Otro documento de interés correspondiente a este periodo es el *Catálogo y Directrices de Ordenación Territorial para el Fomento y Protección de Áreas Especiales de Castilla y León*, elaborado por ESCAN (1991) para la Dirección General de Urbanismo y Calidad Ambiental (en Alonso Teixidor, 1994). Su objetivo era llevar a cabo un inventario de aquellos espacios que necesitaban protección o fomento de sus recursos, y entre ellos se incluía el conjunto de las sierras de Guadarrama y Somosierra pertenecientes a la Comunidad Autónoma de Castilla y León, sectores a los que se consideraba sometidos a una alta presión turística y urbanística.

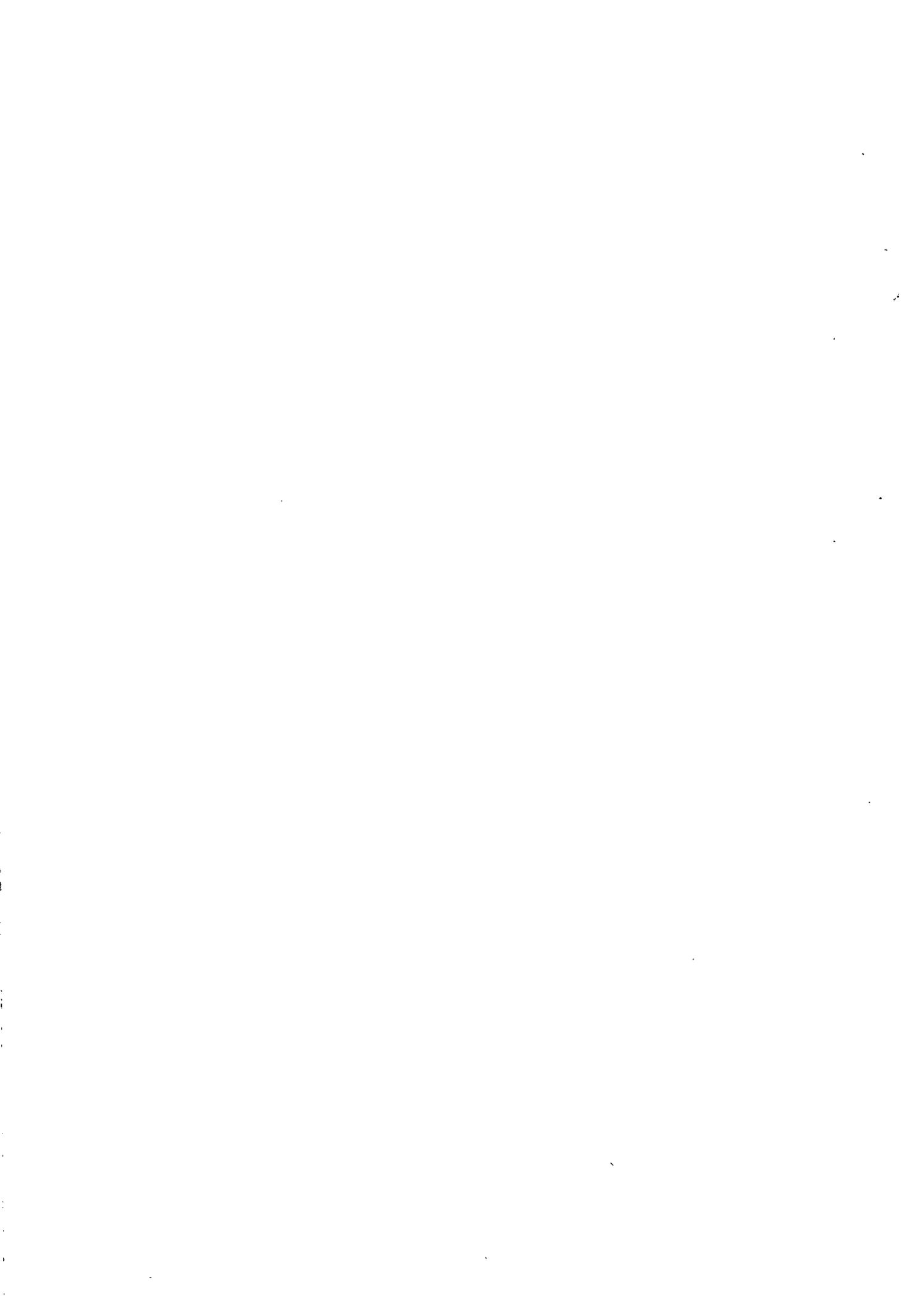
La última iniciativa de ordenación para esta zona surge en 1994 con la elaboración de un *Plan Especial de la Sierra de Guadarrama* (Alonso Teixidor, *op. cit.*); dicho plan intentaba paliar la no calificación de 'paisaje protegido' ya referida; pero, de nuevo, quedó paralizado.

En definitiva: en una primera aproximación, el conjunto de la vertiente septentrional de las sierras de Guadarrama, Somosierra y Ayllón, conserva aún un "cierto grado de naturalidad"; sin embargo, un examen de detalle muestra las importantes transformaciones a que ha estado sometido este espacio históricamente, cuyos efectos permanecen en el paisaje. A su vez, sobre ese mismo territorio se ciernen en la actualidad toda una serie de expectativas de transformación, derivadas de la sustitución de actividades en el medio rural por otras ligadas a la urbanización, infraestructuras y minería moderna (cuadro 6.1).

Cuadro 6.1. Resumen general sobre actividades antrópicas y efectos sobre el medio físico para el ámbito de estudio.

ACTIVIDAD HUMANA	EFFECTOS O CONSECUENCIAS SOBRE EL MEDIO CON SIGNIFICADO DE PERMANENCIA EN EL TIEMPO
agrosilvopastoril tradicional	modificación de la cubierta vegetal (deforestación) y de las propiedades edáficas (compactación, empobrecimiento horizontes orgánicos, alteración de ciclos biogeoquímicos); lavado e hidromorfismo en prados de siega y huertas
minería tradicional	modificación del relieve original y del paisaje; eliminación del suelo y la vegetación; alteración de las pautas escorrentía/producción de sedimentos; inducción de acarcavamientos y fenómenos gravitacionales; creación de nuevos hábitats para la fauna silvestre
núcleos de población tradicionales	configuración de la estructura territorial; transformación del paisaje
primeras infraestructuras viarias	efectos menores, por aprovechamiento de pasos históricos condicionados y adaptados al relieve
primeras obras hidráulicas	modificaciones de balances y regímenes hídricos intercuenas; creación de nuevos cursos permanentes de agua (caceras, regatos)
abandono agricultura de secano	regeneración de la cubierta vegetal; localmente aumento de la erosión (disgregación estructural del suelo, arrastres) o estancamiento de la sucesión vegetal; derrumbamiento de bancales
agricultura moderna (roturación)	deforestación, alteración del relieve; modificaciones importantes de propiedades edáficas y regímenes hídricos (distorsión de la relación escorrentía/producción de sedimentos)
construcciones agropecuarias modernas	efectos sobre el paisaje; disminución de las capacidades de recreo y ocio
repoblaciones forestales	según la modalidad: efectos positivos o negativos sobre el suelo, el régimen hídrico y el paisaje
minería moderna	modificación importante del relieve y del paisaje; eliminación del suelo y la vegetación; alteración pautas hidrológicas; inducción de desprendimientos y deslizamientos rocosos; alteración de usos productivos y recursos culturales
urbanización moderna	modificaciones paisajísticas relevantes; ocupación de suelos productivos y sistemas de alto valor natural; alteración de la estructura territorial
carreteras y ferrocarriles	modificación del relieve, los suelos, la vegetación y el paisaje; desviación de caudales y encharcamientos por efecto barrera-presa; disminución de recarga de acuíferos; alteración bienes culturales
obras hidráulicas (presas)	variaciones en el sistema fluvial (caudal, cantidad y tipo de carga); alteración sistema hidrogeológico; inducción de procesos gravitacionales; ocupación de suelos fértiles; modificación del paisaje





ABRIR CAPÍTULO 7

