

LOS MAPAS GEOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL ITGE: EVOLUCIÓN, ACTUALIDAD Y FUTURO.

Por L. R. Rodríguez Fernández (*)

RESUMEN

Se hace un análisis de los Mapas Geológicos producidos por el ITGE a diversas escalas a través de sus 150 años de historia, con especial énfasis en la serie cartográfica más emblemática de cuantas ha producido este organismo público: el Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, Segunda serie (MAGNA). Se hace un análisis crítico de los contenidos y formatos de las actuales series cartográficas y de la demanda social de las mismas. Por último se dan a conocer las series cartográficas que el Área de Cartografía Geológica del ITGE propone para el futuro.

ABSTRACT

Several scales geological maps, produced by the ITGE during last 150 years have been analyzed. A more emblematic 1:50.000 cartographic plan, named MAGNA, is specially analyzed. Critical analysis of formal aspects and scientific contents are discussed. The social demand is also discussed. Finally, the Geological Maps Department offer for the future a proposal of the new cartographic series.

INTRODUCCIÓN: EL MAPA GEOLÓGICO

El mapa geológico puede definirse como la representación gráfica sobre un plano, de la distribución espacial, naturaleza y relaciones geométricas de los materiales que afloran en la superficie de la corteza terrestre, observables tanto directamente como indirectamente y representables, a una escala determinada, sobre una base topográfica o cualquier otro soporte de información geográfica.

Los primeros mapas geológicos surgen en la segunda mitad del siglo XVIII, si bien su desarrollo no se generaliza hasta el segundo tercio del siglo XIX, época en la que empiezan a crearse los primeros institutos geológicos en Europa, entre ellos el actual Instituto Tecnológico Geominero de España, creado en 1849, con la denominación de "Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino".

Dada la variedad de elementos y datos representables en mapas, que se pueden obtener de la corteza terrestre, así como el interés que para aplicaciones de uso pueden tener algunas de sus propiedades, existe la posibilidad, mediante la ordenación y agrupamiento en diversas clases, de elaborar diversos tipos de mapas a los que genéricamente se puede aplicar el apellido "geológico" (Rodríguez Fernández, 1991).

En el *Mapa Geológico* en sentido estricto, se deben representar las unidades litoestratigráficas diferenciables en el territorio que abarque, así como los elementos litológicos, estructurales, sedimentológicos, bioestratigráficos, etc. cartográficamente representativos a la escala del mapa. También debe contener información relativa a la estructura del subsuelo mediante su expresión en uno o varios *Cortes Geológicos*. Las relaciones estructurales entre las diversas unidades cartografiadas (fallas, cabalgamientos, etc.) se representan con una simbología adecuada, de forma que esta información junto con la de los cortes geológicos orientativos permite "leer" en

(*) Jefe del Área de Cartografía Geológica. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Ríos Rosas, 23. 28003-MADRID

cada punto del mapa una información de carácter tridimensional (Rodríguez Fernández, 1992).

Los mapas que incluyen información de carácter geológico especializada temáticamente, o bien con inclusión de parámetros y valores relacionados con la actividad humana sobre el medio físico, o sobre el uso y aprovechamiento de los recursos geológicos, constituyen Mapas Geológicos derivados, también llamados por la comunidad científica geológica: *Mapas Geológicos Temáticos*. Los más comunes son los Mapas Geomorfológicos, Hidrogeológicos, Geológico-Mineros, Geotécnicos, de Riesgos Geológicos, Impactos Ambientales, etc.

En este documento se analizan únicamente los mapas geológicos en sentido estricto, producidos por el ITGE históricamente y los que se proponen para un futuro próximo.

EL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA: EVOLUCIÓN HISTÓRICA

El Mapa Geológico de España elaborado de forma sistemática, se comienza a abordar desde los primeros momentos de actividad del actual Instituto Tecnológico Geominero de España, no en vano esta institución fue creada con el fin de elaborar la cartografía geológica del país y ha sido ésta durante muchos años su principal actividad y su razón de existir.

La inicialmente denominada "Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino" comenzó en 1849 sus trabajos cartográficos, en 1850 cambió su denominación por la de "Comisión del Mapa Geológico de España". En 1852 aparece publicada su primera obra: el Mapa Geológico de la Provincia de Madrid; en 1854 se inician las publicaciones de las memorias geológicas provinciales a escalas 1:200.000 ó 1:400.000 con la publicación de la correspondiente a Valencia; en 1864 el Bosquejo Geológico de España y Portugal, reducido a escala 1:2.000.000. En 1866 se programa la elaboración de una cartografía geológica sistemática a escala de 1:50.000 de toda España, de la que los Mapas Geológicos a escala de 1:400.000, en elaboración, iban a ser sus predecesores. La publicación en 1889 del primer conjunto mural del Mapa

Geológico de la España peninsular a escala de 1:400.000 y los 7 tomos de la Explicación del Mapa Geológico de España en 1895, constituyen sin lugar a dudas el primer hito importante en la elaboración del Mapa Geológico de España de una forma sistemática.

En todos estos mapas, las unidades cartográficas tenían un carácter fundamentalmente cronoestratigráfico, de acuerdo con la importancia que la Geología Histórica y la Paleontología Estratigráfica tenían en el conjunto del conocimiento geológico de la época, lo que se reflejaba necesariamente en las primitivas "Normas para la Confección de Mapas Geológicos", establecidas por la Comisión en 1857.

EL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA A ESCALA 1:50.000

A pesar de que ya en 1866 se había programado la realización de una serie de mapas geológicos a escala 1:50.000, con carácter sistemático, no es hasta el siglo XX cuando el ya denominado Instituto Geológico de España en 1910, e Instituto Geológico y Minero de España a partir de 1927, se va a encargar de la elaboración de un plan sistemático de cartografía geológica: la *1ª Serie del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*.

La "Primera Serie" del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000

En el año 1928 se publica la Hoja de Alcalá de Henares, que junto con otras cuatro más publicadas ese mismo año, constituyen las primeras hojas del nuevo Mapa Geológico de España a escala 1:50.000.

Los mapas geológicos de esta primera serie están constituidos por un mapa editado a color, con información planimétrica y altimétrica de la base topográfica a la misma escala de la entonces Dirección General de la Carta Geográfica de España. Las unidades cartografiadas se caracterizan por su carácter cronoestratigráfico, se representan además de los datos estructurales, los indicios minerales, con indicación de la sustancia, los sondeos existentes y los yacimientos fósiles. En los primeros mapas, todos los contactos

entre unidades están trazados con líneas de puntos, aunque posteriormente se empiezan a distinguir los contactos normales o concordantes (líneas de puntos), los discordantes o transgresivos (líneas discontinuas) y los mecánicos (líneas continuas). Las unidades cartografiadas se identificaban mediante una simbología alfabética y la leyenda está constituida por rectángulos independientes superpuestos, situados a la derecha del mapa, con indicación de la edad y la simbología correspondiente. Cabe destacar, en muchas Hojas la publicación un buen número de cortes geológicos (once en la hoja de Alcalá de Henares).

La memoria que acompaña a estos primeros mapas se estructura en los siguientes capítulos: *"Antecedentes y rasgos geológicos"*, *"Rasgos de la Geografía Física y Humana"*, *"Estratigrafía"* o *"Estratigrafía y Petrografía"*, *"Tectónica"*, *"Historia Geológica"*, *"Hidrología Subterránea"*, *"Minería y Canteras"* y *"Bibliografía"*. En ocasiones se incluye un capítulo específico sobre *"Paleontología"*. El enfoque generalista o multidisciplinar de estas memorias, que en los dos primeros capítulos rebasaban en ámbito estricto de la Geología, las pormenorizadas descripciones de los datos de campo, así como la riqueza de ilustraciones fotográficas (hasta 60 fotos en algunas memorias), hacen de estas hojas documentos valiosísimos; no obstante, esta primera serie adoleció de una calidad irregular a nivel técnico-científico y cartográfico, en parte condicionado por las lógicas limitaciones que acarrea la falta de unas buenas bases topográficas o la inexistencia de la fotografía aérea.

Esta serie pervivió a todos los avatares políticos de la primera mitad del siglo XX y a finales de la década de los 60 había llegado a elaborar un 40% de las 1.180 hojas posibles. En 1971, al imprimirse la última hoja de esta 1ª Serie, se habían publicado un total de 442 hojas.

Toda esta labor se ve complementada con la publicación de varias ediciones del Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala de 1:1.000.000 y Mapas Geológicos provinciales a varias escalas de prácticamente la mitad de provincias españolas y territorios de ultramar.

La "Segunda Serie" del Mapa Geológico de España: el Plan MAGNA

El Proyecto del Mapa Geológico de España a escala de 1:50.000, 2ª Serie, (MAGNA), constituye sin duda el Mapa Geológico más emblemático de cuantos produce actualmente el ITGE. Durante los años 1970 y 1971, se elabora en el entonces Instituto Geológico y Minero de España un nuevo plan de cartografía geológica sistemática, cuyo objetivo era dotar al país de una infraestructura geológica de calidad homogénea, elaborada con las metodologías más actuales en cada momento y expresada en un formato y con unas normativas también homogéneas, estimándose un plazo de ejecución de 16 años para la totalidad de las hojas que cubren el territorio español. Este plan, denominado Plan MAGNA, se enmarca en el Programa Nacional de Investigación Minera (PNIM), definido en el II Plan de Desarrollo por ley de Febrero de 1969. El III Plan de Desarrollo (1972-1975) lo incluye en un plan de carácter más general: el Plan Nacional de la Minería.

En la evaluación y presupuestación del MAGNA se utilizaron criterios novedosos y homogéneos, teniendo en cuenta parámetros como la dificultad geológica, la accesibilidad, la climatología, etc. La programación se realizó de acuerdo con las prioridades de los sectores necesitados de esta moderna infraestructura geológica, que como se anticipaba en el Real Decreto de creación del Instituto, seguían siendo la Minería, las Obras Públicas, la Agricultura, la Planificación Económica y del Territorio, etc... Para ello, en 1970, se realizó una encuesta en la que se consultaron 84 organismos e instituciones públicas y 45 empresas o entidades del sector privado. Esta encuesta se repitió nueve años después para la confirmación o en su caso modificación de la programación inicialmente efectuada.

En la redacción del proyecto del Plan MAGNA, se estudió a fondo la importancia que tenía para el país disponer de una buena cartografía geológica de base. Se vió con toda claridad que el conocimiento geológico de la nación era una infraestructura necesaria para el desarrollo de sus recursos naturales y la ordenación del territorio, y así efectivamente se estudiaron las repercusiones que este plan podía tener en la Minería, la Agricultura, las Obras Públicas, la Planificación, y, en definitiva, para la economía en general.

El MAGNA constituye un documento básico a partir del cual se realizan los diferentes mapas temáticos. Este mapa geológico tiene dos objetivos básicos de uso por la sociedad: el primero, es el de aportar la infraestructura necesaria para el desarrollo de sectores de una cierta incidencia en la vida económica del país; el segundo, de orden científico ya que su contenido ofrece a la comunidad científica el primer eslabón en lo que ha de ser el I+D en el sector de Ciencias de la Tierra.

Contenidos y formato de las Hojas del Plan MAGNA

El MAGNA usa como base de representación cartográfica el mapa topográfico, a la misma escala, del Servicio Geográfico del Ejército. En Canarias,

Menorca e Ibiza y Formentera, se emplea la escala 1:25.000.

El formato y normativa de los mapas de esta serie, están desarrollados en una serie de documentos normativos, editados con el título genérico "*Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, MAGNA*" que especifican el formato de hojas y memorias, la simbología a utilizar para cada tipo de contactos o de elementos estructurales, el modelo de columnas estratigráficas, de fichas de muestras, etc., en definitiva un completo procedimiento de normas del plan.

Cada hoja del Mapa Geológico de España, 2ª Serie (MAGNA), consta de tres documentos diferenciados: el *Mapa Geológico*, el *Mapa Geomorfológico* y la *Memoria explicativa*, edita-

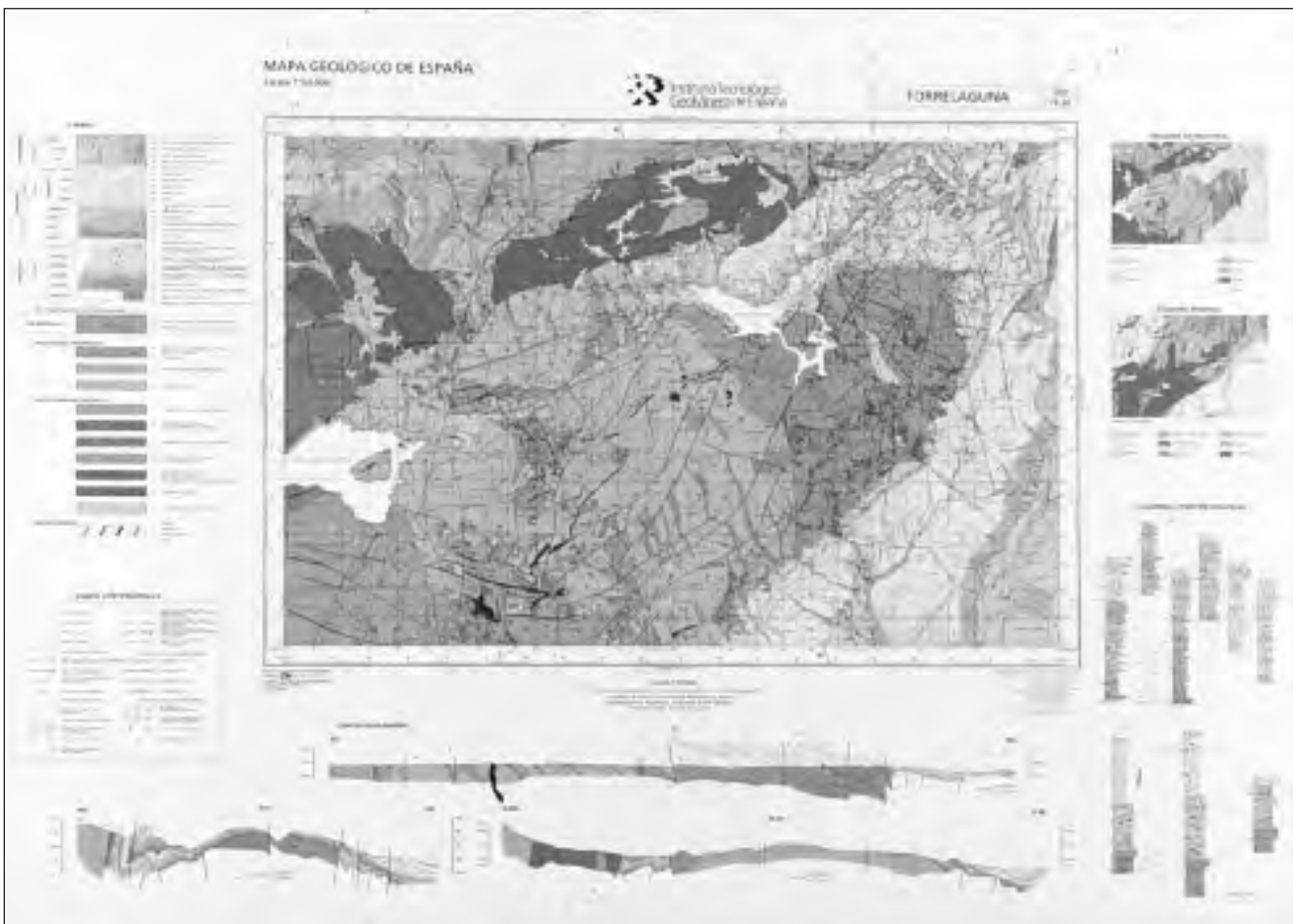


Figura 1

dos conjuntamente con una tirada de 500 a 1000 ejemplares.

El *Mapa Geológico* (fig.1) contiene los siguientes elementos:

- *Mapa Geológico s. str.*: en el que se representan las unidades litoestratigráficas con colores o tramas diferentes, separadas por diversos tipos de contactos: normal o concordante, discordante e intrusivo. La estructura tectónica se expresa mediante la representación de las trazas cartográficas de los pliegues a diversas escalas, la orientación y buzamiento de los elementos planares y lineares contenidos en las rocas, así como por la relación estructural (mediante falla o cabalgamiento), entre los conjuntos rocosos diferenciados cartográficamente.
- *Leyenda*: es una leyenda compuesta que incluye, a la izquierda, una tabla cronológica o *leyenda cronoestratigráfica* y, a la derecha, una *leyenda litoestratigráfica*, con las unidades cartográficas diferenciadas en el mapa identificadas con su color, que expresa no sólo la ordenación temporal de las unidades litoestratigráficas, sino las relaciones laterales y verticales de las mismas; así, en aquellos casos en que algunas unidades cartográficas tengan relaciones estratigráficas paraconformes o discordantes, esto se indica mediante escotaduras o espacios en blanco en los laterales de la leyenda litoestratigráfica. A la derecha de esta leyenda se describen sucintamente las litologías de todas y cada una de las unidades representadas.
- *Columnas estratigráficas*: en el sector inferior derecho de la hoja se representan las columnas estratigráficas representativas de las diferentes unidades o zonas que aparecen en el mapa, pudiendo optarse por la representación de columnas reales de unidades o zonas, o por columnas sintéticas en el primer caso figuran las coordenadas de la base en el pie de la columna. Las potencias de los distintos niveles se representan a escala y los colores son los de las unidades cartografiadas. En las columnas se procura registrar los cambios laterales de facies, discontinuidades estratigráficas y, si es

posible, la correlación de los niveles de las distintas columnas representadas.

- *Cuadro de signos convencionales*: en la parte inferior izquierda se representan, de forma individualizada para cada hoja, el conjunto de signos convencionales que expresan los diversos tipos de contactos: normal o concordante en línea de puntos, discordante o disconforme en línea de trazos e intrusivo o mecánico en línea continua, así como las estructuras tectónicas (trazas cartográficas de los pliegues, fallas, cabalgamientos o elementos planares y lineares contenidos en las rocas tales como: planos de estratificación, esquistosidad o de falla, ejes de pliegues o de orientación de fábricas minerales, lineaciones, etc).
- *Cortes Geológicos*: en la parte inferior de la hoja se incluyen 2 o 3 cortes geológicos que facilitan la comprensión la estructura tridimensional de la corteza en el área ocupada por la hoja geológica. En algunos casos estos cortes incluyen información del subsuelo, aunque en la mayor parte de los casos la información es bastante epitelial.
- *Esquemas*: cada hoja incluye un esquema *tectónico* o *morfoestructural*, según los casos, a escala 1:250.000 originalmente y 1:200.000 actualmente, un esquema *hidrogeológico* así como un esquema *regional*, escala 1:1.000.000, con sus correspondientes leyendas explicativas.

A partir de 1986, se incluye un Mapa Geomorfológico en blanco y negro en la memoria, realizado a escala 1:50.000 pero publicado a 1:100.000. En 1991 se introduce definitivamente el Mapa Geomorfológico en color a escala 1:50.000

Cada hoja geológica está acompañada por una *Memoria* explicativa, que se estructura en los siguientes capítulos: "*Introducción*", "*Estratigrafía*", "*Tectónica*", "*Geomorfología*", "*Historia Geológica*", "*Geología Económica*" y "*Bibliografía*", si bien se prevé la inclusión, cuando proceda, de un capítulo sobre "*Petrología*".

Cada hoja a escala de 1:50.000 o 1:25.000 con-

tiene no solamente el Mapa Geológico, Mapa Geomorfológico y la Memoria explicativa, sino también una Documentación Complementaria archivada en el Centro de Documentación del ITGE que consta de los siguientes documentos y registros:

- Mapa de muestras (de 300 a 400 por Hoja)
- Columnas estratigráficas de detalle
- Láminas delgadas de las formaciones rocosas
- Muestras de mano
- Fósiles representativos
- Fichas de todos los estudios individualizados

- Album fotográfico con fotos panorámicas y microfotografías
- Informes complementarios
- Análisis químicos.

Toda esta información constituye un auténtico Banco de Datos Geológicos, susceptibles de ser utilizados por la comunidad científica, administraciones públicas, profesionales del sector y público en general. La figura nº 2 muestra, el valor absoluto y los tipos de muestras estudiadas y archivadas, junto con sus estudios respectivos, en la litoteca del ITGE.

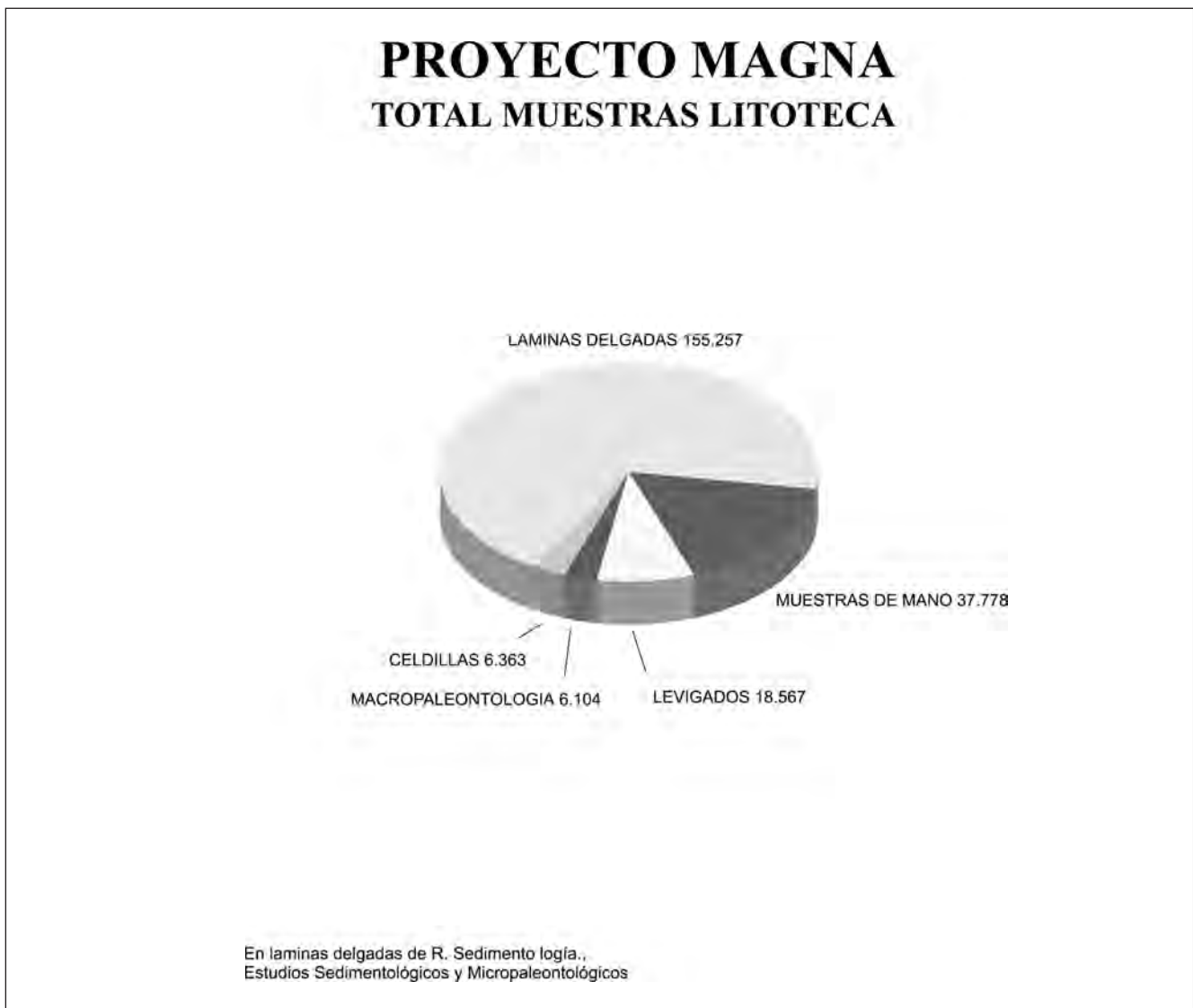


Figura 2

Evolución histórica del desarrollo del Plan MAGNA

El Plan MAGNA se comenzó, con la realización de una *síntesis de la cartografía geológica* disponible a escala 1:200.000, que puso de manifiesto los déficits de cartografía geológica existentes y avaló aun más la necesidad de contar con una infraestructura geológica básica de calidad homogénea. Posteriormente, en 1971, se comenzó la realización de 5 Hojas "piloto", cada una de ellas en una región geológica diferente, lo que permitió poner a punto una normativa y metodología de ejecución, diseñadas a tal fin, que contempla no sólo los contenidos científicos y los métodos técnicos para realización del Mapa Geológico, sino también los procedimientos de control de la calidad de estos mapas.

El ritmo de ejecución de hojas del Plan MAGNA, entre 1972 y 1976, fué de unas 75 hojas/año. Esta elevada producción unida a la escasez de personal dedicado a las tareas de control de calidad, propició que los mapas de esa época, aunque aportan un conocimiento geológico de extensas áreas del país muy aceptable, tengan un nivel de calidad en los contenidos muy desigual. A partir de 1977 se produce una gradual reducción del ritmo de producción y una mejora en la calidad de los mapas geológicos, tanto en su vertiente puramente cartográfica como de contenidos científicos, al renovarse y ampliarse el equipo de control de calidad del propio IGME.

En 1980 se realiza una revisión de la normativa de ejecución, centrada en la actualización de las fichas de estudio de muestras e informes de laboratorios. También se modifica y amplía toda la simbología de carácter estructural, así como el sistema de identificación de las unidades cartografiadas, que hasta entonces había consistido en una compleja combinación alfanumérica de iniciales con índices, subíndices y superíndices, que tenían como objetivo conseguir una nomenclatura única para todo el territorio. La complicación que introducía en la lectura y referenciación de las unidades condujo a una simplificación radical de este aspecto, identificándose a partir de entonces las unidades en cada hoja, por un número creciente y correlativo desde las unidades más antiguas a las más modernas.

En 1991 se produce la última modificación en la normativa del Plan MAGNA, en la que se introduce el Mapa Geomorfológico en color a escala 1:50.000 y se regula el tratamiento de los aspectos de Geología aplicada, tales como hidrogeología, recursos minerales, puntos de interés geológico y geotecnia. En el formato de la hoja se modificaron los esquemas tradicionales, introduciéndose la posibilidad de sustituir el esquema tectónico por uno morfoestructural, a escala 1:200.000, y se incluye el hidrogeológico a escala 1:200.000. A partir de este momento, en el Mapa Geológico quedan reflejados los puntos de agua (manantiales, pozos y sondeos) con su número de identificación de la base de datos de aguas subterráneas del ITGE, los indicios minerales, con indicación de la substancia, así como las estaciones meteorológicas y de aforo.

A finales de 1999, el Plan MAGNA se encuentra en una fase de realización muy avanzada (fig. 3) con casi un 97% del territorio nacional cartografiado, en estos momentos se trabaja en la elaboración de 34 hojas a escala 1:50.000 y 8 hojas a escala 1:25.000 (isla de la Palma). Con el inicio en el año 2000, de los trabajos en las 8 hojas de la cuenca del Duero que faltan, se completará el plan.

Durante los años de ejecución del Plan MAGNA, han participado en su realización alrededor de 200 geólogos, pertenecientes a más de 20 empresas de ingeniería o consultoría, 9 Facultades de Ciencias Geológicas, 2 Escuelas Superiores de Ingenieros de Minas, un Servicio Geológico regional, además del personal del propio Instituto.

El ritmo de ejecución de hojas no ha sido ni mucho menos constante a lo largo de los casi treinta años de vigencia del plan MAGNA. En la figura adjunta (fig. 4) queda reflejado el número de hojas realizadas anualmente desde el inicio del plan, junto con la previsión hasta el año 2001, fecha en la que se prevé la cobertura total del territorio nacional con esta 2ª serie del Mapa Geológico de España. Se ha considerado tanto las hojas a escala 1:50.000 como a 1:25.000. En la misma figura se ha realizado un filtrado en la presentación de los datos, considerando la produc-

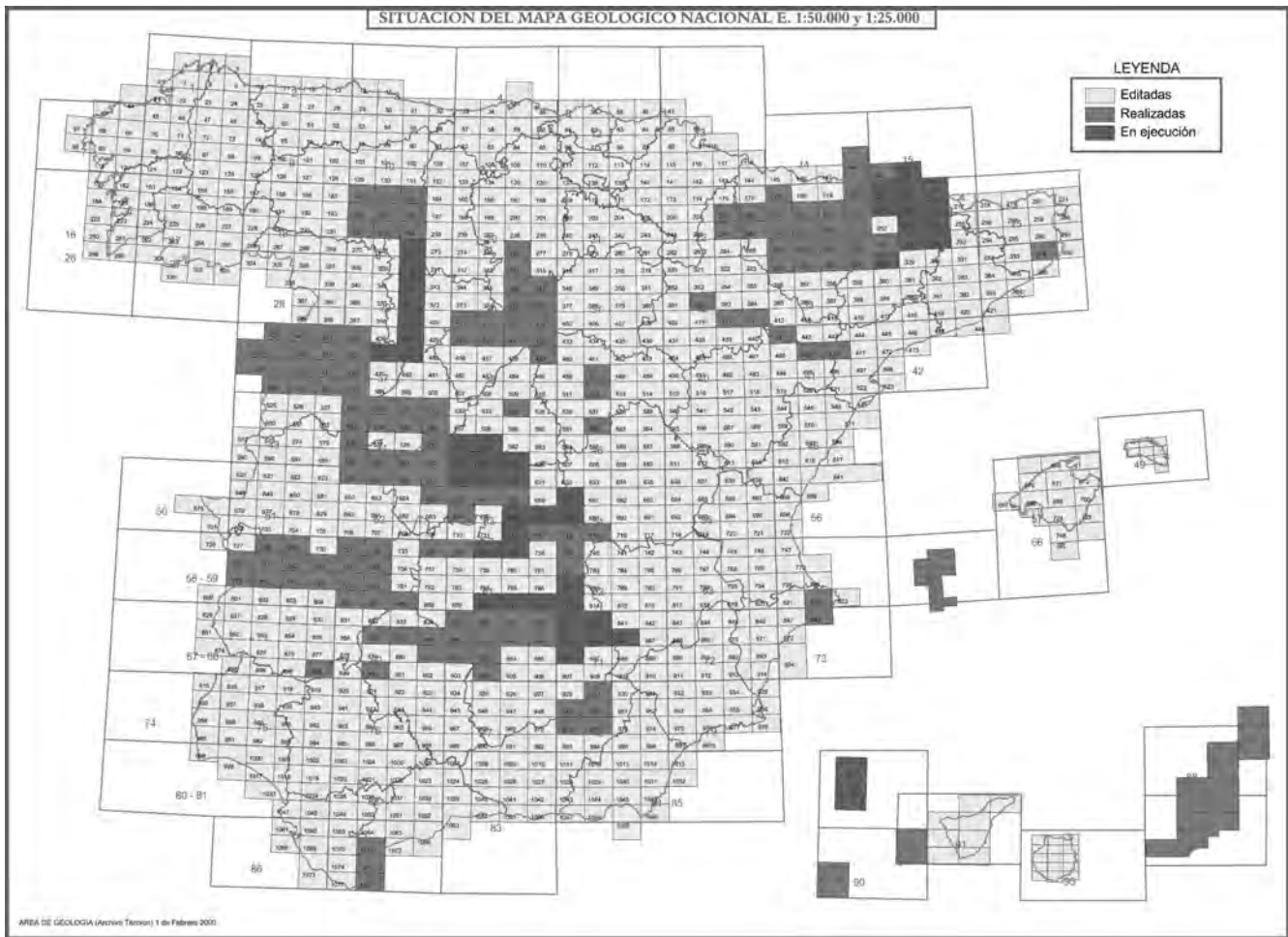


Figura 3

ción cartográfica por trienios, dado que es ésta la duración más frecuente de los proyectos MAGNA.

Se aprecia que durante los primeros años, aunque con una tendencia decreciente, el ritmo de ejecución de hojas fue extraordinariamente rápido y si se hubiese mantenido la producción anual alcanzada en el primer trienio (75 a 80 hojas/año) el MAGNA se hubiera completado en los 16 años previstos inicialmente. Este ritmo se redujo a partir de 1980, manteniéndose la producción hasta 1989 en unas 30 hojas anuales, con algunos altibajos. En 1990 y hasta 1992 vuelve a

incrementarse el ritmo de producción cartográfica, en gran parte debido a los acuerdos de colaboración con ENRESA, que permitieron disponer de recursos adicionales para el MAGNA y generar del orden de 50 mapas al año.

Las restricciones presupuestarias que se producen a partir de 1992 hacen caer de nuevo la producción cartográfica durante los años 1993 al 1995 a los niveles más bajos del Plan, cuyo mínimo se alcanza en 1995 con tan sólo 7 hojas realizadas. A partir de 1996, a pesar de que la situación de restricciones presupuestarias del ITGE se mantienen, se consigue incrementar la

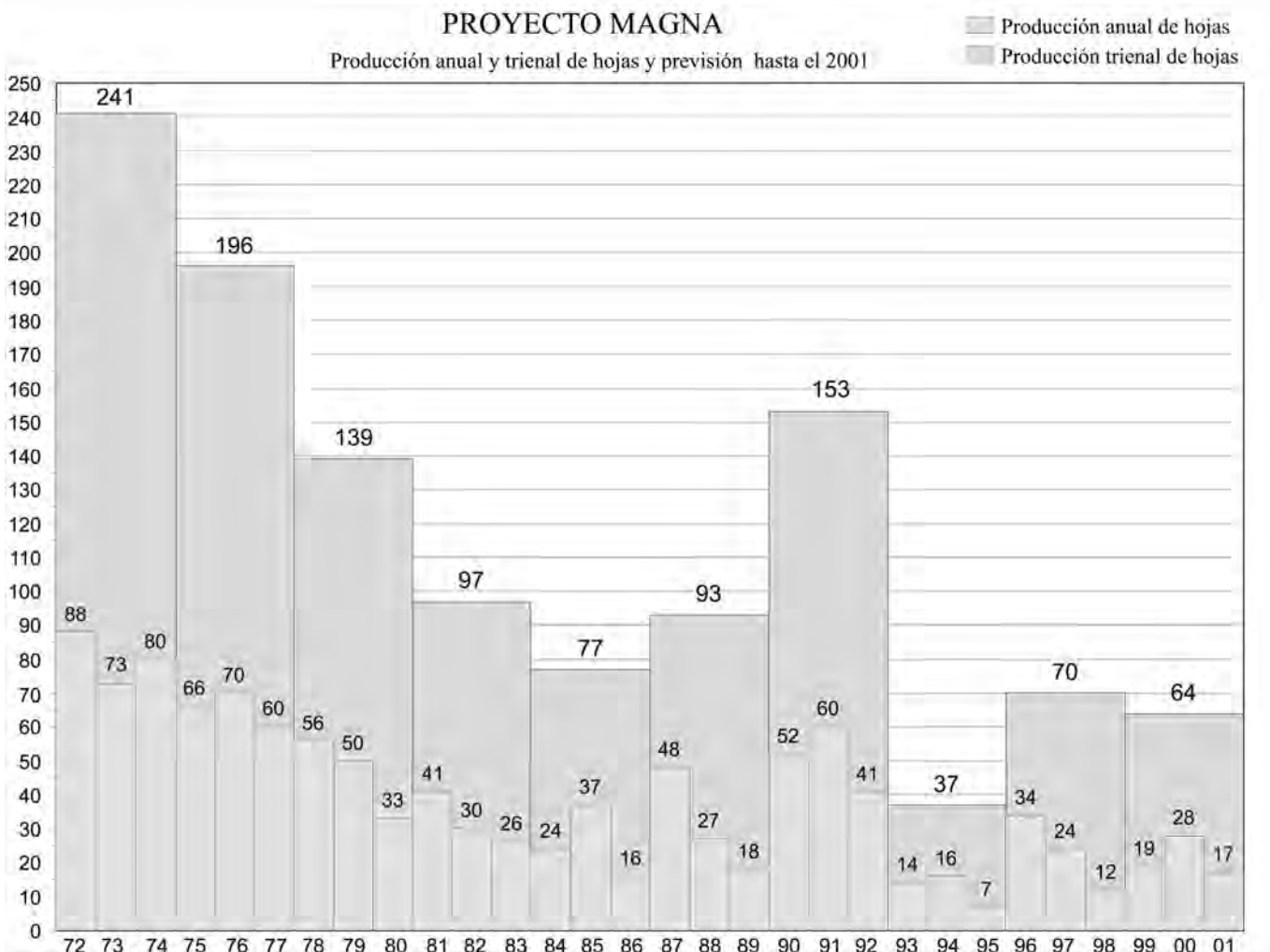


Figura 4

producción hasta una media anual de algo más de 20 hojas, ritmo que se prevé mantener hasta la finalización del Plan, en el año 2001.

Finalmente, es de destacar que la realización de cada hoja geológica de dificultad media, exige la dedicación equivalente a 1,8 geólogos/año, computando trabajo de campo, laboratorio y apoyo de expertos en las diferentes disciplinas geológicas y que el coste unitario de una Hoja asciende aproximadamente a la cantidad de 16 mp.

El valor de la inversión total en pesetas constantes del año 1999 asciende a la cantidad de 20.000

mp, aproximadamente. Se pone de manifiesto con todos estos datos la envergadura del Proyecto MAGNA en sus contenidos, y el esfuerzo técnico y económico necesario para su realización.

EL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA A ESCALA 1:200.000

La producción cartográfica a escala 1:200.000 del IGME ha estado limitada históricamente a la realización de algunos mapas geológicos provinciales. En 1969 se acomete por primera vez un pro-

yecto de cartografía sistemática a esta escala, sobre las bases topográficas del Instituto Geográfico y Catastral.

El Mapa Geológico de España a escala 1:200.000. Síntesis de la Cartografía geológica existente

Esta serie cartográfica se enmarca en el Programa Nacional de Investigación Minera (PNIM), como una fase previa al Plan MAGNA, considerándose que para desarrollo metodológico del mismo era necesario poner de manifiesto el grado de conocimiento geológico existente en aquel momento y plasmarlo en unos mapas a escala 1:200.000, que pudieran ver la luz en un plazo lo más breve posible.

Esta serie fue, por lo tanto, concebida como una serie de síntesis geológica de la información existente, sin mayores pretensiones que representar, en unos documentos homogéneos, los trabajos cartográficos realizados hasta la fecha por el propio Instituto y por las Universidades, Organismos Públicos de Investigación y empresas mineras o petroleras. Por otro lado la serie serviría también para poner de manifiesto las lagunas y déficits de información, lo que contribuyó a mejorar la programación del Plan MAGNA a escala 1:50.000. Entre 1971 y 1972 se editaron todas las hojas a escala 1:200.000 que cubren el territorio nacional; un plazo de realización tan breve sólo se explica por la fuerte implicación de la universidad española en el proyecto junto con los equipos propios del Instituto.

El formato de las hojas de esta primera serie 1:200.000 es sencillo: mapa geológico, leyenda en color y esquemas en blanco y negro indicando la procedencia de la información cartográfica por autores, las divisiones administrativas y un cuadro con la simbología empleada, sin cortes ni columnas representativas.

En el mapa los cambios en la información cartográfica disponible de áreas contiguas quedan reflejados mediante líneas de puntos gruesos que las separan. Se trata de evidenciar los déficits cartográficos del país, no de enmascararlos. Las memorias son generalmente breves (del orden de 20 páginas), contienen capítulos de

"Introducción", "Estratigrafía", "Tectónica", "Historia Geológica" y "Bibliografía".

El Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 actual.

A partir de 1980, se inicia una nueva serie a escala 1:200.000 (1:100.000 en Canarias, Menorca, Ibiza y Formentera), en aquellas áreas donde del Plan MAGNA se va finalizando. El actual Mapa Geológico de España a escala de 1:200.000 consta, de un *Mapa Geológico* y de una *Memoria explicativa*, con características metodológicas y formatos en todo similares a las del MAGNA a escala de 1:50.000, por lo que informalmente se le ha llegado a denominar MAGNA 1:200.000. Hasta la fecha se han editado 16 hojas a escala 1:200.000 y una a escala 1:100.000, estando finalizadas algunas más (fig.5).

Estas hojas se componen de un mapa, una leyenda, varios cortes geológicos, un esquema tectónico y otro geológico, ambos a escala 1:1.000.000 y diversas columnas de las principales zonas o unidades, todo ello siguiendo la normativa del MAGNA a escala 1:50.000. Las memorias se estructuran en los siguientes capítulos: *"Introducción", "Estratigrafía", "Tectónica", "Petrología", "Historia Geológica", "Geología Económica", y "Bibliografía"*. Se trata de memorias extensas (entre 100 y 300 páginas), con abundante información gráfica y, en algún caso, ilustradas con fotografías.

El Mapa Geológico de la Plataforma Continental española y áreas adyacentes a escala 1:200.000.

En la década de los setenta se realizan por el IGME los primeros estudios en la plataforma continental, enmarcados en el "Proyecto de investigación minera preliminar de los fondos marinos". La realización de una cartografía geológica sistemática de la plataforma continental española a escala 1:200.000, no se plantea hasta la creación de la Sección de Geología Marina del IGME en Enero de 1982, a través del "Programa de actuación y valoración de la Cartografía Geológica de la Plataforma Continental española", más conocido como Programa FOMAR. Hasta la fecha los trabajos se han concentrado en

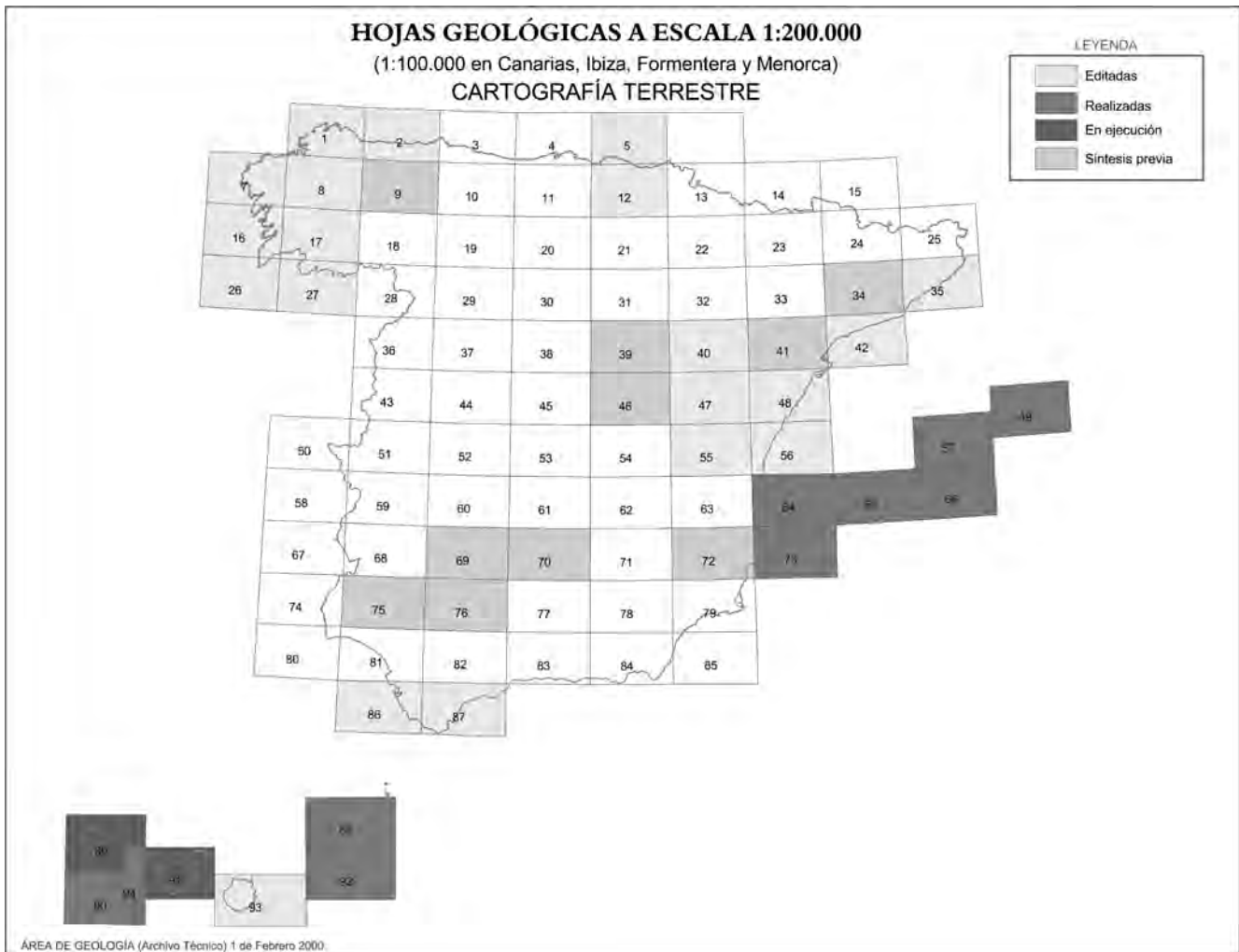


Figura 5

la plataforma continental mediterránea y suratlántica, donde se han finalizado 18 hojas (fig. 6), lo que supone un 35 por ciento del total.

Las hojas del Mapa Geológico de la Plataforma Continental y áreas adyacentes están constituidas por dos mapas a escala 1:200.000. En el primero de ellos, denominado *Mapa Geológico del margen continental y zona terrestre*, se representan los diferentes materiales (unidades litosísmicas) que afloran en el fondo marino y sus isopacas respectivas; la batimetría, que representa las formas del relieve submarino y las estructuras tectónicas observadas a partir de los registros geofísicos. En la zona emergida se representa

una geología simplificada a escala 1:200.000. Este mapa posee una leyenda similar a la del MAGNA en la que se diferencian la zona marina y la zona terrestre. Acompañan también al mapa varios cortes geológicos con su propia leyenda, también se incluyen los esquemas de distribución de hojas, de división administrativa, tectónico, regional y de circulación general así como un cuadro con la simbología utilizada en el mapa. Por último, según los mapas se incluye también un corte geológico esquemático de carácter sintético o un esquema del subcuaternario aflorante en el fondo marino.

El segundo de los mapas a escala 1:200.000 que

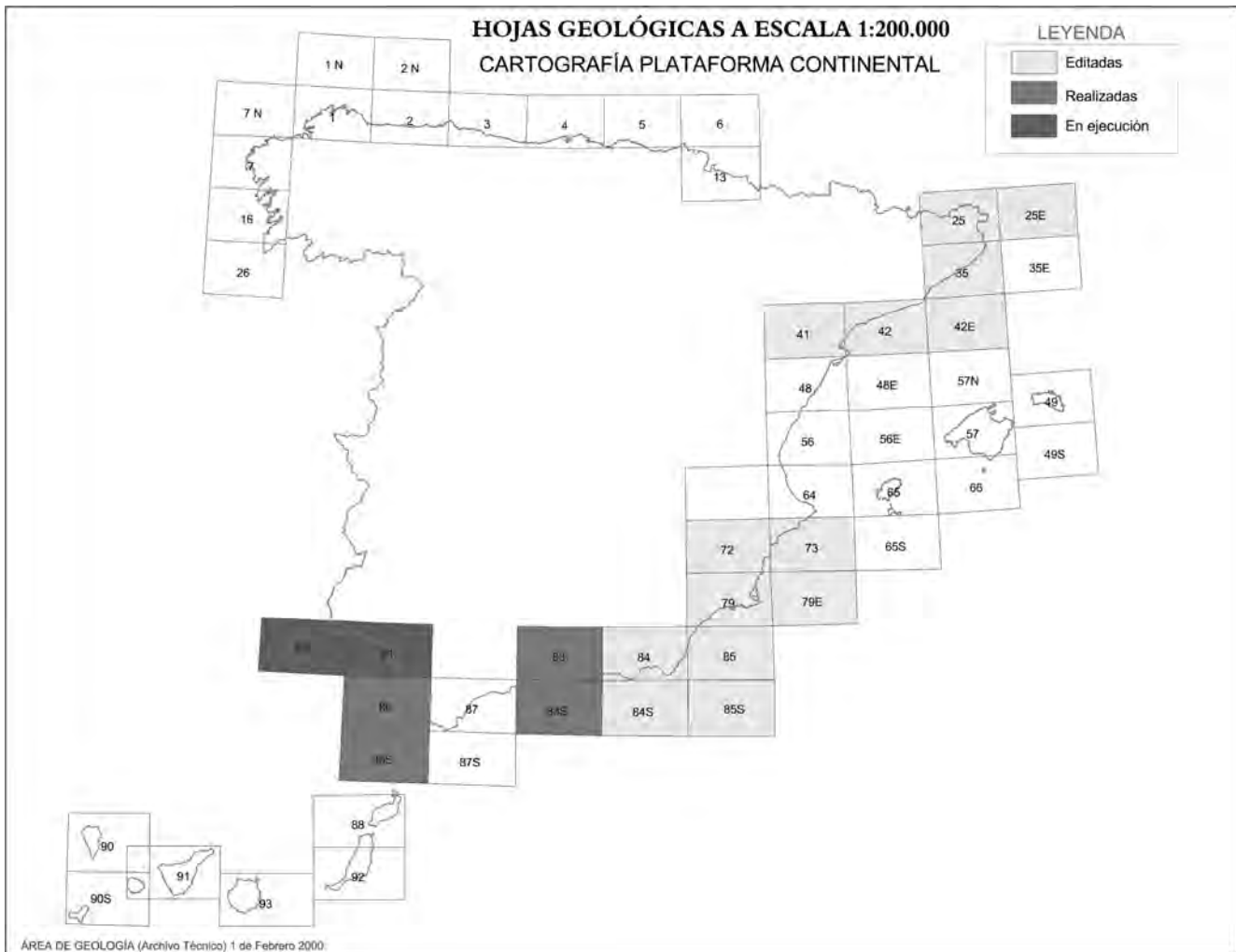


Figura 6

se incluye en las hojas FOMAR es el denominado *Mapa Morfoestructural del margen continental y zona terrestre*. En él se representan las isopacas de las formaciones más recientes, las isobatas de la base de aquellas formaciones que se consideran relevantes para el análisis de la evolución de la cuenca y las estructuras geológicas profundas, identificadas a partir del análisis de registros geofísicos y sondeos submarinos de los campos petrolíferos conocidos. En las áreas emergidas tan sólo se representan las grandes unidades geológicas con una leyenda muy simple. Al mapa estructural le acompañan varios cortes con leyenda propia donde quedan reflejadas las uni-

dades diferenciadas, así como los mismos esquemas de distribución de hojas y división administrativa del mapa geológico.

La información cartográfica que se aporta en cada hoja FOMAR se completa con un *mapa de relación textura-carbonato* a escala 1:400.000 en el que se diferencian una serie de unidades en relación con su contenido en arena+grava, limo+arcilla y carbonato, y un segundo mapa a la misma escala, denominado *mapa textural*, en el que se representan diferentes zonas según su contenido en arena+grava, limo y arcilla. Las leyendas de ambos mapas son simples diagra-

mas triangulares con sectores del mismo color que las correspondientes unidades cartográficas representadas.

En las últimas hojas editadas se incluye un tercer *mapa de facies sedimentológicas* a escala 1:400.000, en el que los sedimentos se agrupan y cartografían en función del ambiente y subambiente deposicional al que pertenecen. Esta información se incluía en forma más esquemática en las memorias de las hojas más antiguas.

Las *memorias* de las hojas del FOMAR incluyen capítulos de *"Introducción"*, *"Marco geológico"*, *"Metodología"*, (donde se detallan las campañas oceanográficas realizadas, el tratamiento de la información geofísica disponible, los análisis de muestras efectuados y los criterios cartográficos que se han seguido), *"Geomorfología"*, *"Geología"*, *"Tectónica"*, *"Historia Geológica"*, y *"Bibliografía"*. En las hojas más recientes se desgaja del capítulo de *"Geología"* uno específico sobre *"Ambientes deposicionales de los sedimentos no consolidados"*. La extensión es del orden de las 70 a 80 páginas y, en general, contienen información gráfica suficiente.

EL MAPA GEOLÓGICO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA, BALEARES Y CANARIAS A ESCALA 1:1.000.000

El Mapa Geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias a escala 1:1.000.000. es un mapa realizado cíclicamente, cada 10 a 20 años, normalmente en colaboración con el Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

Las ediciones de este mapa hasta la de 1966 inclusive, tienen un carácter básicamente cronoestratigráfico limitándose a la representación de los diferentes Sistemas y, en determinados casos, Series, con la única excepción de las rocas ígneas. En la edición de 1980 se recogen por primera vez criterios lito y cronoestratigráficos, utilizando una leyenda en la que los cuadros representativos de las unidades cartografiadas (con indicación de la litología correspondiente) se sitúan en una leyenda cronoestratigráfica, diferenciándose una estratigrafía general y otra para las zonas béticas. Las rocas ígneas tienen, como

en ediciones anteriores, una leyenda independiente.

Finalmente la última edición del mapa 1:1.000.000, publicada en 1992, abunda en el criterio mixto lito y cronoestratigráfico, con una leyenda inspirada en la del modelo MAGNA, que presenta cierta dificultad de lectura, dado el número de unidades representadas (más de cien). Las islas Canarias poseen una leyenda independiente de la de la Península Ibérica.

ANÁLISIS CRÍTICO DE LOS ACTUALES MAPAS GEOLÓGICOS PRODUCIDOS POR EL ITGE

Una vez analizados los contenidos de los mapas geológicos producidos por el ITGE actualmente y antes de plantearse el diseño de nuevas series cartográficas, es necesario hacer una evaluación crítica de los mismos.

Un primer análisis pone en evidencia que el Plan MAGNA a escala 1:50.000 ha supuesto un gran avance en el conocimiento de la geología de España y que, especialmente en sus primeros quince años de actividad, ha sido el principal programa movilizador de la investigación geológica en este país. No obstante los contenidos de muchas de las hojas presentan deficiencias científico-técnicas apreciables.

En la primera etapa del plan (1971-1979), el elevado ritmo de producción cartográfica, unido al insuficiente conocimiento geológico de amplias zonas, así como a la inexperiencia de algunos equipos de trabajo y a la falta de un correcto control de calidad, determinó que, en muchos casos, los niveles de calidad sean insuficientes. A partir de 1980, van mejorando paulatinamente los niveles de calidad, no obstante, persisten algunas deficiencias estructurales, tales como la pobre expresión de la geología del subsuelo en los cortes geológicos o el insuficiente tratamiento del Cuaternario.

La escasa utilización que se ha hecho de la información del subsuelo, unido a la escasez de conocimientos para la elaboración de cortes geológicos profundos con los datos superficiales, ha propiciado el que la mayor parte de los cortes geológicos sean excesivamente "epiteliales" y,

en muchos casos, esten deficientemente contruidos. Esto repercute directamente en una insuficiente información tridimensional de muchos mapas, en notable contraste con cartografías de otros países (Alemania, Francia, Gran Bretaña, Italia, Japón o Países Nórdicos). Hay que tener en cuenta que un buen mapa geológico lo es cuando para su ejecución se han tomado un gran número de datos objetivos de observación y cuando estos datos se hilvanan en una teoría coherente (Santanach, 1995). Esta situación ha mejorado algo y a partir de 1989, van apareciendo hojas con cortes geológicos profundos, siendo pioneras en este sentido hojas como Rioseco (54), Burón (80), Barrios de Luna (102), Riaño (105), Ledanca (487) o Cifuentes (512).

El otro aspecto deficitario es el generalmente insuficiente o simplista tratamiento del Cuaternario y de las formaciones superficiales. Este déficit se ha corregido sustancialmente con la realización, a partir de 1991, de los mapas geomorfológicos en color que acompañan a la hoja geológica y que inciden especialmente en estos aspectos.

Conviene llamar también la atención sobre algunas deficiencias formales en el proceso de edición de las hojas. Así, colores atribuidos a unidades cartográficas idénticas en hojas contiguas son, en muchas ocasiones diferentes, no son tampoco infrecuentes asignaciones de colores poco logradas, tales como colores intensos ocupando amplias extensiones, abuso o uso inadecuado de las tramas, escaso contraste de color o tonalidad entre formaciones contiguas, etc. La falta de uniformidad en los formatos de muchas memorias es también evidente: unas con índice, otras sin él; tipos de letra diferentes, márgenes distintos, etc. El tratamiento de los autores en el mapa y en la memoria está, demasiado frecuentemente, fuera de cualquier normativa bibliográfica y, a veces, hasta del sentido común, lo que dificulta la correcta cita bibliográfica de ambos documentos. Estos defectos formales evidencian un insuficiente control de calidad en la fase de edición y no hay que olvidar que el mapa geológico es un vector esencial en la transmisión del lenguaje geológico, tanto en su aspecto verbal (memoria) como gráfico (mapa, columnas, cortes, etc.), tal como señalan Engelhardt y Zimmmermann (1988). No se trata pues de un

simple problema estético sino de una deficiencia sustancial que incide directamente en la eficacia del mapa.

Las hojas a escala 1:200.000 que se han realizado hasta la fecha, presentan una gran irregularidad tanto en su nivel científico-técnico como en el cartográfico. En efecto, algunas de ellas apenas suponen algo más que una reducción a escala y síntesis correspondiente de las hojas MAGNA preexistentes. En cambio otras constituyen un notable avance en la correlación de unidades e interpretación de la evolución tectónica y sedimentaria de la región, desde una perspectiva más amplia que la de las hojas 1:50.000 correspondientes.

Para terminar este epígrafe no debe olvidarse otra insuficiencia en la que son partícipes tanto las cartografías geológicas de las zonas emergidas como las marinas. La falta de conexión existente entre ambas series cartográficas, ha traído consigo que en los mapas geológicos terrestres no se considere la geología del área marina cuando ésta forma parte de la cuadrícula y, recíprocamente, el área continental queda insuficientemente tratada en las cartografías marinas del Plan FOMAR. Se echa en falta una mayor coordinación en los equipos del ITGE para que en las zonas litorales se aborde conjuntamente la cartografía geológica de las cuadrículas afectadas, tal y como se hace en otros países como Francia, Portugal o el Reino Unido y salvando, lógicamente, las diferencias metodológicas del levantamiento cartográfico en mar y en tierra.

LA DEMANDA SOCIAL DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS

La creación de la mayor parte de los Institutos Geológicos en el mundo se ha justificado históricamente por la necesidad de disponer de mapas geológicos del territorio de cada país, que permitieran conocer y valorar su potencial de recursos mineros y energéticos. La creación en la España del siglo XIX, de la Comisión de la Carta Geológica se justifica principalmente por las aplicaciones de la cartografía geológica en la prospección de los recursos minerales, si bien ya se considera su utilidad en otras actividades importantes para el desarrollo del país; es ilustrativo a

este respecto que cuando en 1849, se redacta la exposición de motivos del Real Decreto por el que se crea la “*Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino*” se hace realzando la utilidad de las Ciencias de la Tierra para el desarrollo y bienestar de los pueblos y los beneficios y aplicaciones que su conocimiento tenía en sectores tan variados como la minería, las obras públicas, la agricultura, el abastecimiento de agua a los núcleos de población, así como en la construcción y edificación. La justificación del Plan MAGNA, en tiempos más recientes, se hace también vinculando la necesidad de esta infraestructura con un Plan de investigación y evaluación del potencial minero como el PNIM. En los momentos actuales, en los que en todos los países de la Unión Europea, la prospección y evaluación de recursos minerales ha dejado de ser una actividad relevante, parece “a priori” poco justificable que las administraciones inviertan en este tipo de infraestructuras, basándose exclusivamente en esa demanda. Existen, sin embargo, un número importante y creciente de sectores para los que sigue siendo imprescindible disponer de mapas geológicos de calidad (García Cortés, *in lit*). Así, en un subsector como el de las *rocas y minerales industriales* que en toda Europa y especialmente en España, mantiene un crecimiento sostenido, es necesario disponer de mapas geológicos, con una buena delimitación de unidades litoestratigráficas, que permitan una correcta exploración, evaluación y ordenación de estos recursos.

El conocimiento y cuantificación de los *recursos hidrogeológicos* (de especial importancia igualmente en España) o del espacio subterráneo para *almacenamiento de sustancias o residuos*, son demandas crecientes y en su caracterización, ordenación y regulación, la disponibilidad de mapas geológicos con información de subsuelo es imprescindible.

La creciente ocupación del territorio por todo tipo de actividades antrópicas, incrementa el número de bienes expuestos a los *procesos geológicos activos* y por tanto las pérdidas económicas provocadas por catástrofes naturales tales como: avenidas catastróficas, movimientos en masa de laderas, erosión continental y costera, actividad sísmica o volcánica, expansividad de arcillas. La existencia de una adecuada cartografía geológica

y geomorfológica permite delimitar las áreas inadecuadas para determinados usos, limitando sensiblemente sus gravosas consecuencias. Para su prevención y mitigación no hay herramienta más barata que una adecuada ordenación del territorio basada, entre otras consideraciones, en la información que los mapas geológicos y geomorfológicos pueden aportar (Gómez Orea, 1994).

La disponibilidad de una infraestructura geológica de calidad es un instrumento necesario para el diseño de las *obras públicas*, en especial las lineales, con la mayor eficiencia y economía posible, optimizando los costes del trazado y reduciendo al mínimo los de mantenimiento por movimientos del terreno, así como los impactos ambientales de las obras.

Asimismo determinadas actividades humanas provocan un fuerte impacto en el medio físico: contaminación de suelos y acuíferos por vertidos y efluentes, actuaciones en el litoral, abandono de minas, que pueden ser mitigados mediante una ordenación territorial realizada desde la perspectiva del medio físico, con análisis de la capacidad de acogida del territorio en base a la cartografía geológica existente, junto con otros factores de carácter ambiental (García Cortés, *In litt*).

Por último, en una sociedad donde el sector del ocio, y más concretamente el del turismo activo en la naturaleza, van adquiriendo una gran importancia, se detecta una demanda creciente de documentos cartográficos de carácter divulgativo que sirvan de soporte para un mejor conocimiento y comprensión de los elementos y procesos de la superficie terrestre que conforman el paisaje natural. Parques nacionales y naturales serían las áreas de mayor demanda de este tipo de cartografías.

Todas estas demandas parecen indicar que un análisis cualitativo de costo-beneficio de la cartografía geológica, resultaría muy favorable para este tipo de infraestructura del conocimiento. Algunos autores (Bernknopf et al. 1993) han realizado análisis cuantitativos sobre la rentabilidad económica y social de la cartografía geológica basándose en las ventajas económicas que, en un caso real, unas cartografías a escala 1:100.000

modernas reportan sobre un antiguo mapa a escala 1:500.000. El método utilizado parte de la mayor precisión de las restricciones legales que pueden establecerse para ciertas actuaciones en el territorio gracias a la mayor precisión de los nuevos mapas, lo que repercute en menores pérdidas del valor de los terrenos y en la menor necesidad de obras de mitigación de riesgos geotécnicos en la construcción de carreteras. Con estas premisas y teniendo en cuenta el coste de ejecución de las nuevas cartografías, su rentabilidad se estima entre un 210% y un 400%, porcentajes que los autores reconocen como conservadores, dadas las simplificaciones adoptadas, pues sólo consideran dos tipos de actividades y el estudio se extiende sólo al 40% del territorio cartografiado. Considerando un mayor tipo de actividades y todo el territorio, la rentabilidad de la cartografía geológica podría rebasar el 1000% (García Cortés, *in litt*).

Recientemente se ha realizado en la Dirección de Geología del ITGE un estudio de la demanda de la cartografía geológica MAGNA en la que se ha estimado la rentabilidad de las hojas del Plan MAGNA publicadas hasta la fecha, basándose en la simple consideración del número medio de ventas anuales de cada hoja, lo que ha permitido, conociendo el coste de ejecución de las hojas, deducir su rentabilidad en términos puramente "editoriales".

De este estudio se desprende que la demanda de las 771 hojas publicadas en aquellas fechas ascendía a unas 31.000 hojas/año, lo que supone una demanda anual media de unos 40 ejemplares por hoja, si bien ésta es muy variable, pues oscila, según la hoja de que se trate, entre 3 y más de 120 ejemplares/año. En la figura 7 puede apreciarse que las áreas con mayor demanda son, salvo excepciones, las de mayor densidad de población (áreas de influencia de las grandes ciudades y zonas costeras mediterráneas y cantábricas) lo que ratifica la mayor necesidad de este tipo de documentos allí donde la presión ejercida sobre el territorio es mayor. Si se compara esta figura con la figura 8, en la que se muestra la distribución de los mapas geomorfológicos realizados hasta el presente, se advierte la ausencia de este tipo de mapas allí donde precisamente han de tener una mayor aplicación, lo que es una razón adicional para dar satisfacción a esta

demanda social abordando simultáneamente la elaboración de ambos mapas.

EL FUTURO DE LAS CARTOGRAFÍAS GEOLÓGICAS DEL ITGE

El planteamiento de futuro de las diferentes alternativas de las cartografías geológicas del ITGE, ha de tener en cuenta algunos aspectos esenciales para abordar su diseño con rigor, así como orientar su debate y discusión: en primer lugar es necesario tener en cuenta la *demanda* de las actuales series cartográficas e identificar las demandas potenciales para intentar responder a los requerimientos de la sociedad, en segundo lugar se han de tener en cuenta las deficiencias identificadas en las actuales series cartográficas para intentar subsanarlas en el futuro. En este epígrafe se plantea una reflexión sobre las actuaciones de futuro que el Área de Cartografía Geológica considera necesarias para abordar las demandas sociales de este tipo de infraestructuras en el próximo milenio.

En primer lugar, por lo que se refiere al Plan MAGNA a escala 1:50.000, su finalización está prevista para el año 2002, aunque el proceso editorial de la producción en realización puede alargar su finalización efectiva un poco más. No obstante, como se ha puesto de manifiesto, existe un cierto número de hojas con una demanda social apreciable (fig. 7) que en general, están situadas en áreas en las que el plan se realizó en sus estadios iniciales y que, por lo tanto, son hojas con más de 20 años de antigüedad, que además carecen de Mapa Geomorfológico (fig. 8).

Los otros dos programas en ejecución: Plan FOMAR y MAGNA a escala 1:200.000, aunque están aún en un estadio modesto de ejecución, parece razonable proceder a un replanteo de sus contenidos y formatos en vista de las deficiencias puestas de manifiesto.

Por último, la identificación de una creciente demanda de documentos cartográficos en los espacios naturales protegidos, tanto por las administraciones gestoras como por los usuarios particulares del sector del turismo activo, aconsejan plantear alguna iniciativa en este sentido.

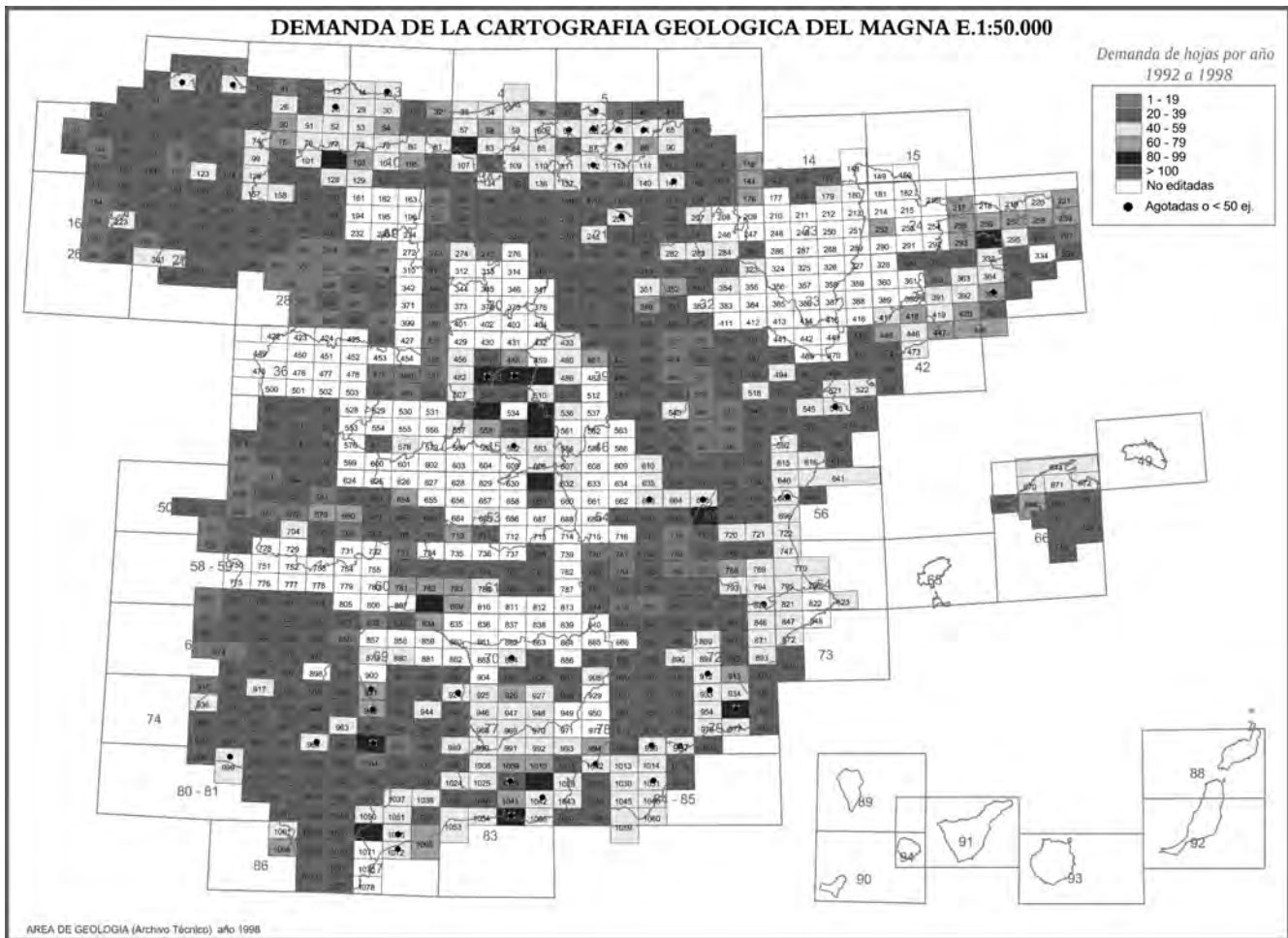


Figura 7

En base a estas premisas se plantean de cara al futuro la realización de las siguientes series cartográficas regulares:

- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA A ESCALA 1:50.000
- MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA A ESCALA 1:200.000
- MAPAS GEOLÓGICOS DE LOS PARQUES NACIONALES Y NATURALES

Se pueden plantear asimismo la realización de series a otras escalas como la 1:25.000, en ámbitos territoriales restringidos (islas, áreas metropolitanas), siempre que exista una demanda identificada o una administración cofinanciadora.

El Mapa Geológico de España a escala 1:50.000

La realización regular del mapa geológico más emblemático del ITGE en toda su historia debe mantenerse, por la existencia de una demanda social identificada y por la excesiva antigüedad de las hojas más demandadas, que hacen poco aconsejable su simple reimpresión; la reciente incorporación del mapa geomorfológico a esta misma escala, determina que precisamente las hojas más demandadas carezcan de un mapa fundamental para la planificación territorial o la identificación de procesos geológicos activos como es el geomorfológico. Por otra parte, ningún organismo cartográfico español se plantea abandonar esta escala que es bastante adecuada para las dimensiones del país.

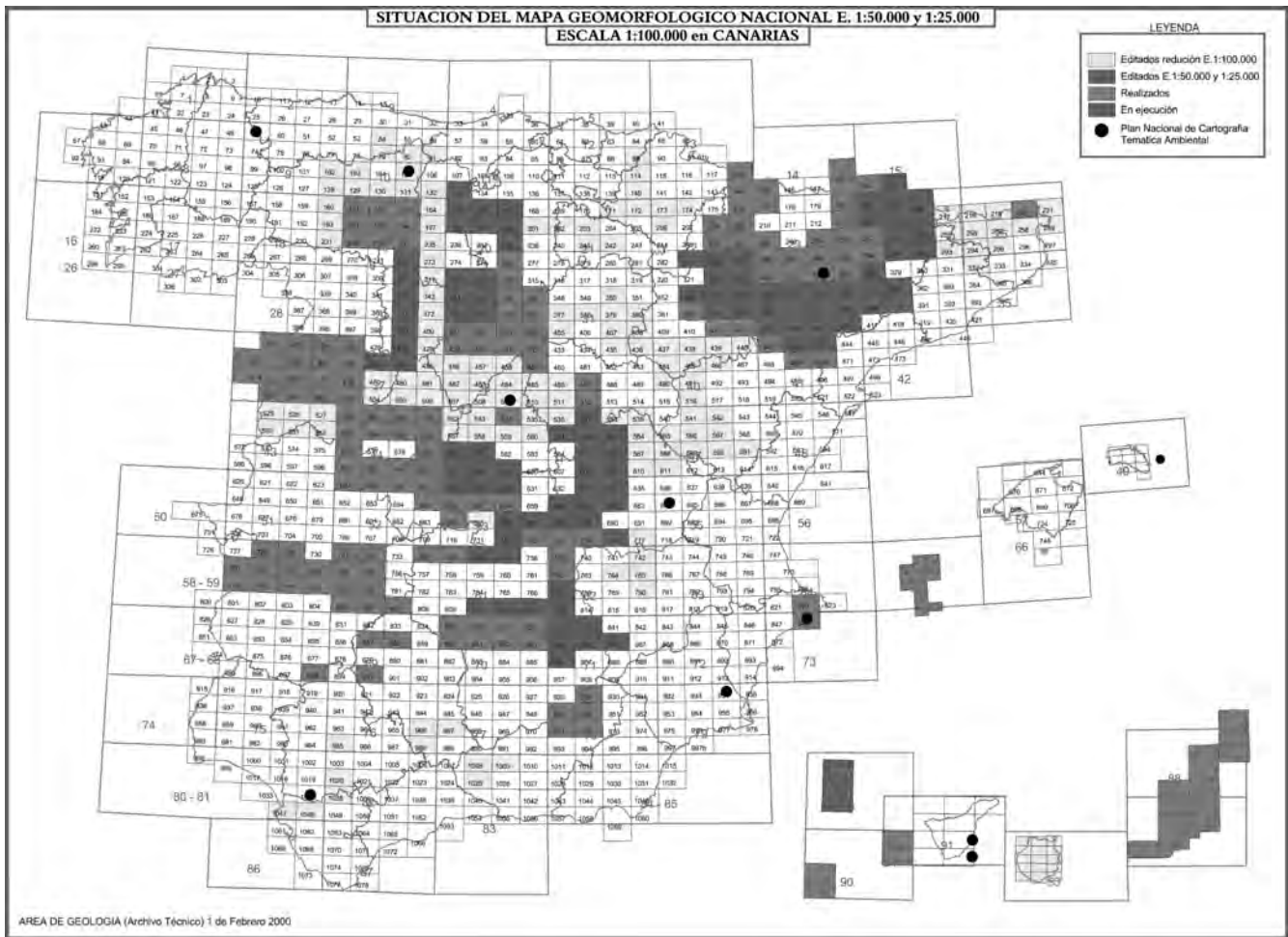


Figura 8

No obstante, una vez finalizado el Plan MAGNA en su actual concepción, que dota a todo el territorio nacional de una infraestructura homogénea, la actualización de las hojas a escala 1:50.000 se debe circunscribir a las áreas donde esta infraestructura es demandada, priorizándose su realización en base a su antigüedad o cuya primera edición esté agotada.

Este nuevo programa del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MGE 50), ha de representar la serie cartográfica de carácter fundamentalmente *infraestructural*, en la que primen los datos sobre la interpretación, y la delimitación cartográfica de unidades litoestratigráficas bien identificables, sea el objetivo fundamental.

Se incorporará, asimismo, la realización regular del *mapa geomorfológico* a la misma escala; la edición de ambos mapas se realizará de forma conjunta.

El formato de las nuevas hojas actualizadas no debe diferenciarse mucho del actual, de hecho el formato de las hojas MAGNA representa las "señas de identidad" de las series cartográficas regulares producidas en España, no sólo por el ITGE, sino también por las Comunidades Autónomas que han desarrollado esta actividad. Sólomente es necesario modificar aquellos aspectos que la experiencia de desarrollo del Plan MAGNA, ha permitido identificar como más deficientes:

- Incorporación sistemática de los datos de geología del subsuelo, con la construcción de cortes geológicos profundos, rigurosos geométricamente.
- Mejora en el tratamiento de las formaciones recientes y superficiales.
- Flexibilización y modificación de algunos aspectos formales: simplificación de la leyenda adecuando tamaños y espesores a la realidad litoestratigráfica y eliminando elementos innecesarios (escotaduras y "escalones" laterales), posibilidad de inclusión de cuadros de correlación estratigráfica y esquemas adicionales (metamórfico, de facies sedimentarias...), cuando sean aconsejables.
- Mejora de aspectos editoriales: mejor tratamiento de colores y tramas, uso generalizado de la línea continua para contactos normales o paraconformes, esmero en la maquetación de toda la simbología geológica.

Respecto al soporte de las nuevas hojas actualizadas, muchos factores aconsejan mantener el actual soporte en papel para los mapas geológico y geomorfológico: posibilidad de utilización sobre el terreno, visión global de toda la hoja y no restringida al tamaño de una pantalla de ordenador, facilidad de transporte y manejo..., no obstante parece razonable disminuir drásticamente el tamaño de la memoria explicativa, reduciéndolo a un folleto explicativo de los mapas geológico y geomorfológico de 10 o 15 páginas.

La actual memoria explicativa, con descripciones detalladas de las unidades estratigráficas o plutónicas, tectónica, petrología, geomorfología y geología económica, junto con gran parte de los documentos de la actual "documentación complementaria" (columnas estratigráficas, mapa de muestras, descripciones de las muestras, fotos, listados de datos químicos...) y los propios mapas geológico y geomorfológico se incluirán en un soporte digital (CD o, en el futuro DVD) en un formato adecuado (PDF), que permita su fácil visualización en un ordenador. Todos los elementos, mapas geológico y geomorfológico, folleto explicativo y CD, se suministrarán de forma conjunta al usuario, que también debería poder acceder a ellos, total o parcialmente, a través de la

información que el Centro de Documentación del ITGE debe de poner en Internet.

El Mapa Geológico de España a escala 1:200.000

El planteamiento de una nueva serie de mapas geológicos a escala 1:200.000, parte de la necesidad de dotar a la comunidad geológica en particular y a la sociedad en general, de un documento cartográfico diferenciado del de escala 1:50.000, de carácter homogéneo, que aborde los problemas geológicos a una escala "regional" y que incluya en una sola serie los actuales mapas geológicos terrestre y de la plataforma continental a escala 1:200.000.

Las actuales series a esta escala adolecen de algunos problemas que aconsejan un replanteamiento de esta magnitud. En primer lugar los actuales mapas geológicos de la plataforma continental incluyen una geología de la parte emergida, normalmente distinta de la de la serie "terrestre", lo que implica una duplicación de esfuerzos y de recursos difícilmente justificable. La realización conjunta de las áreas emergidas y de la plataforma favorecerá los intercambios entre los investigadores participantes en el proyecto, lo que redundará en un enriquecimiento de los resultados.

La actual serie del Mapa Geológico a escala 1:200.000 carece de un planteamiento metodológico y una normativa específica, dado que se viene aplicando la del Plan MAGNA con algunas modificaciones que varían de una hoja a otra. Esto ha dado lugar, a mapas de irregular alcance y calidad, desde meras reducciones a escala, de la hojas del MAGNA, hasta hojas con una casi completa modificación de la cartografía existente; los presupuestos asignados a cada hoja han reflejado esta realidad, desde los 3 mp, en los primeros casos hasta el caso extremo de la Hoja 17/27 (Ourense-Verín), donde la inversión superó los 50 mp.

En el Área de Cartografía Geológica se está elaborando una normativa específica para la realización del nuevo Mapa Geológico de España a escala 1:200.000 (MGE 200), cuyas líneas fundamentales son las siguientes:

- Carácter *sistemático*; esta serie nace con vocación de cubrir todo el territorio nacional, por lo que las unidades cartográficas deberán ser representativas y correlacionables a escala "regional". El planteamiento metodológico para la realización de este programa debe ser el de abordar conjuntamente las hojas de grandes unidades geológicas. Esto permitirá disponer de documentos de trabajo previos, en formato digital, antes de la edición definitiva en papel. Esta edición, en soporte convencional, no se realizaría hasta que estuviera completo el estudio de la unidad geológica considerada.
- Carácter *sintético*; lo que implica un esfuerzo de síntesis e interpretación que eviten reproducir a escala reducida, las hojas 1:50.000, eliminando recintos de pequeño tamaño. Las unidades tectónicas y/o tectonosedimentarias o plutónicas más significativas y las grandes estructuras regionales deben ser identificables en el mapa.
- Carácter más *científico*, en contraposición al carácter más infraestructural de la serie a escala 1:50.000; esto implica no sólo un mapa más interpretativo sino un especial cuidado en el en la elaboración de la memoria explicativa. El objetivo de la memoria es el de elaborar un compendio del conocimiento geológico en el área cubierta por la hoja, por lo que se debe tratar de involucrar a la comunidad científica en su realización. Cada memoria tendrá un editor y los diferentes capítulos, pueden tener autores distintos en función de su especialización. El texto definitivo será sometido a la revisión de expertos, tanto del ITGE como de fuera de él, antes de su edición definitiva.

El formato, aún manteniendo un diseño similar al actual, contiene modificaciones importantes: así el tipo de leyenda expresa mejor las correlaciones estratigráficas y delimita claramente cada unidad estructural, cuenca o dominio paleogeográfico, se incluye un esquema con las fuentes cartográficas, similar al de la serie de "Síntesis geológica", desaparecen las columnas de unidades o zonas y se pueden incluir esquemas adicionales además del regional y el tectónico, como el morfoestructural, metamórfico o de facies sedimentarias.

El formato de la memoria explicativa será parecido al de las actuales hojas del FOMAR: tamaño A4, a doble columna, con abundancia de gráficos y figuras y la inclusión de fotos.

Mapas Geológicos de Parques Nacionales y Naturales ("Serie Verde")

Este nuevo programa, aún en fase de definición conceptual, pretende responder a la creciente demanda detectada de productos divulgativos, ligada al auge del turismo en la naturaleza. Estos productos cartográficos, limitados en principio a los Parques Nacionales y Naturales, irían soportados en las bases topográficas de estos entornos que el IGN publica a escalas 1:25.000, 1:50.000 y 1:100.000. Se conciben como mapas divulgativos en los que las unidades cartográficas representadas se relacionen con el paisaje a través de las formas del relieve y de las asociaciones vegetales existentes; se haría especial referencia a los puntos de interés geológico singular con indicación de itinerarios recomendados.

La memoria, en formato de guía de campo con gran apoyo gráfico, haría un énfasis especial en la Historia Geológica, como elemento explicativo de la evolución geológica del área y, por tanto, del paisaje hoy día existente, así como los procesos geológicos pasados y los que todavía son activos y pueden dar lugar a riesgos geológicos de mayor o menor entidad. Se incluirá una serie de capítulos específicos de cada itinerario geológico referenciado en el mapa y la descripción de los elementos y procesos geológicos genéricos o singulares que se observan en el mismo.

Otros programas

Por último, un breve comentario sobre la necesidad de un programa sistemático a escala 1:25.000, de características similares al que están abordando algunas Comunidades Autónomas como Cataluña, Navarra o el País Vasco. En principio no parece justificable técnica ni económicamente este tipo de programa por dos razones fundamentales: la primera por el elevado número de hojas de que constaría (más de 4.000) lo que le haría extraordinariamente costoso para las dis-

ponibilidades presupuestarias actuales. Pero aún suponiendo que el programa se limitara a las áreas de mayor demanda de cartografía, con lo que el número de hojas podría reducirse a un millar, el incremento de información que aportaría sobre los actuales mapas 1:50.000 no compensaría el esfuerzo económico a realizar.

En esas circunstancias se considera más realista actualizar con rigor los mapas 1:50.000 que hayan quedado obsoletos y tengan demanda social. Sólomente en áreas territoriales muy específicas como islas, entornos metropolitanos de grandes ciudades, áreas costeras con fuerte presión demográfica o turística podrían abordarse planes específicos a escala 1:25.000, siempre en colaboración con las Comunidades Autónomas interesadas.

Por último, en las áreas con baja demanda social puede abordarse la actualización parcial de las hojas a escala 1:50.000 existentes, aprovechando el esfuerzo y las sinergias de la realización del nuevo Mapa Geológico a escala 1:200.000. La incorporación de los nuevos datos cartográficos utilizados o tomados para esta serie, así como el esfuerzo de homogeneización que requiere su elaboración han de ser aprovechados para obtener una versión actualizada de las 16 hojas del MAGNA que componen cada hoja del MGE 200, en formato digital. Estas hojas, constituidas únicamente por el mapa geológico y una leyenda de carácter más regional, se podrán obtener en formato papel de plotter, o en formato digital, a través de internet, constituirán una serie complementaria del MAGNA, a la que podemos denominar *MAGNA digital*. De esta forma, se podrá suministrar al usuario una información cartográfica parcialmente actualizada, complementaria de la suministrada por la hoja y memoria del MAGNA editadas, en aquellas áreas donde la baja demanda social no aconseje la elaboración y edición de la hoja del nuevo Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (MGE 50).

CONCLUSIONES

La infraestructura cartográfica de tipo geológico producida por el ITGE es más que aceptable, gracias a los numerosos programas cartográficos que arrancaron en la década de los años 70. Un

hecho objetivo que corrobora este buen nivel medio de las cartografías geológicas del ITGE es el éxito conseguido en proyectos cartográficos en el exterior (Iberoamérica y Marruecos), en los que el "*modelo MAGNA*" se ha exportado en concurrencia competitiva con otros servicios geológicos extranjeros.

Por lo que se refiere a la cartografía geológica sistemática a escala 1:50.000, el grado de cobertura del territorio es prácticamente total lo que sitúa a nuestro país en un lugar privilegiado a nivel internacional.

La utilidad de las cartografías geológicas parece ampliamente justificada y su rentabilidad social demostrada, aunque su utilización esté básicamente limitada a un sector de usuarios expertos debido al complejo lenguaje gráfico de los mapas geológicos y geomorfológicos, unido a la deficiente formación geológica del público en general en España.

La actividad futura del ITGE en este campo pretende atender las demandas sociales, elaborando nuevos mapas geológicos y geomorfológicos en aquellas hojas a escala 1:50.000 más antiguas y demandadas, completando una serie a escala 1:200.000 que incluya la geología de la plataforma continental y divulgando el conocimiento del medio geológico a los sectores sociales más sensibles a este tipo de información a través de una nueva serie de Guías geológicas de los Parques Nacionales y otros espacios naturales protegidos o de interés.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece los comentarios y sugerencias de los que han contribuido, sin duda, a mejorar el documento original. Especialmente a Ángel García Cortés, Ángel Martín-Serrano, Félix Bellido, Francisco Nozal y Nemesio Heredia.

REFERENCIAS

BERNKNOFF R.L., BROOKSHIRE D.S., SOLLER D.R., McKEE M.J., SUTTER J.F., MATTI J.C. y CAMPBELL R.H. (1993): "Societal value of geological maps". U.S. Geological Survey Circular 1111. 53pp.

ENGELHARDT W. von y ZIMMERMANN J. (1988): "Theory of Earth Science". Cambridge. 381. pp.

FERNÁNDEZ-GIANOTTI, J. (1997): "Informe sobre las características técnicas y de edición de las hojas geológicas del Plan MAGNA". Informe inédito. 59 pp. Dirección de Geología y Técnicas Básicas. ITGE.

GÓMEZ OREA D. (1994): "Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico". ITGE- Editorial Agrícola Española S.A. 288 pp.

GARCÍA CORTÉS (In lit.): La Cartografía Geológica y Geotemática del ITGE, una experiencia sesquicentenario con vigencia actual y vocación de futuro. En "150 años del ITGE: estudio e investigación en Ciencias de la Tierra". Publicación especial ITGE.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ L.R. (1991).- Las cartografías temáticas producidas por el Instituto Tecnológico Geominero de

España. IV Jornada Técnica Temática de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección. Madrid. Junio 1991.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (1992).- Las cartografías temáticas producidas por el Instituto Tecnológico Geominero de España: La Cartografía MAGNA y otras cartografías geológicas derivadas. *MAPPING* n° 3. 70-80.

RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ L.R. (1996): "Los mapas geológicos y temáticos producidos por el ITGE: usos y aplicaciones". 1º Curso Iberoamericano sobre Infraestructura Geológica y Desarrollo Sostenible. 11 pp.

SANTANACH P. (1995): "La geología regional, clan de volta del método geològic". Bull. Inst. Cat. Hist. Nat. 63: 5-16.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (1987): "National Geologic Mapping Program. Goals, objectives and long-range plans". U.S. Geological Survey Circular 1020. 29 pp.