

TESIS DOCTORAL

AÑO 2021

**"EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL
DE PROGRAMAS PÚBLICOS: ESTUDIO DE
CASO DEL PLAN MAGNA"**

D. JOSE FCO. VIVANCOS MACHIMBARRENA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMIA Y EMPRESA

DR. D. ALFONSO HERRERO DE EGAÑA ESPINOSA DE LOS MONTEROS (DIRECTOR)

PREFACIO

Ante el creciente interés de los contribuyentes y la sociedad en su conjunto por la optimización en la utilización de los siempre escasos recursos públicos, este doctorando considera que podría ser de interés el compartir la experiencia acumulada en los dos últimos estudios desarrollados sobre la Evaluación del Plan MAGNA (mapa Geológico de España a escala 1:50.000, 2ª serie). Se considera que divulgar una detallada descripción de las investigaciones y metodologías desarrolladas podría resultar de utilidad y de posible aplicación a otros Programas Públicos que pudieran requerir alguna disciplina de rentabilidad mediante la comparación de los beneficios generados para la sociedad y las inversiones/costes incurridos para su materialización.

(Este doctorando ha colaborado en los dos más recientes ejercicios, en 2005 y 2020, de Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA, iniciado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en 1969 como parte del Plan Nacional de Investigación Minera del II Plan de Desarrollo).

AGRADECIMIENTOS

El autor querría agradecer al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), a la Fundación Gómez-Pardo y a los Ilustres Colegios Oficiales de Geólogos y al Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas por su valiosa ayuda para esta Investigación.

Asimismo, quisiera agradecer la desinteresada colaboración de las distintas organizaciones listadas a continuación, cuyos expertos contribuyeron con sus datos e informaciones incluidos en los cuestionarios de evaluación del Plan MAGNA:

A.S.T.M. CONTROL Y MEDIO AMBIENTE
ALJIBE CONSULTORES
ANADE RECURSOS NATURALES
ARCILLAS BOU, S.L.
ARICAM 2001, S.L.
ARNO
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE PIEDRA NATURAL DE CASTILLA Y LEÓN -
PINACAL
ASTURAGUA, S.A.
AUTONOMA EN INGENIERIA GEOLOGICA
AYUNTAMIENTO DE GIJON
AYUNTAMIENTO DE MOTRIL
AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID
BGH, S.L.
BIOQUAT (CONSULTORÍA ENERGETICA I MEDIAMBIENTAL S.L.)
CARBALLAL DE ROCAS, S.L.
CARTOCANARIAS, S.L.L.
CENTRO TECNOLÓGICO DEL MÁRMOL - CTM
CIESM
CIVIS CONSULTORES
COMPAÑÍA MINERA FUENTE DEL PERAL, S.A.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
CONGEO (CONSULTORIA GEOLOGICA, S.L.)
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS
CONSULTORES TÉCNICOS ASOCIADOS
CRN, S.A.
CTA CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.
DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA
DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS, S.A.
E.I.C., ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL, S.L.
E.U.I.T. OBRAS PUBLICAS
EID CONSULTORES
EMPRESA CEMENTOS GOLIAT, FINANCIERA Y MINERA
EMPRESA NACIONAL HULLERAS DEL NORTE, S.A.
ENDESA GENERACIÓN, S.A.
ENGIME, S.L.
ENVIROS QUANTISCI
ENXEÑEIROS E ARQUITECTOS CONSULTORES IDOM,S.A.
EPTISA
EPTISA INTERNACIONAL
ESTEYCO, S.A.

ESTUDIO 7 EMPRESA DE INGENIERIA Y CONSULTORIA
ETSI CAMINOS, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID
EUROCONSULT
EUROCONSULT GEOTECNIA, S.A.
EUROESTUDIOS S.A.
EVREN - EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES
EXPLOTACIONES MINERAS DE CÓRDOBA, S.A.
FACSA, S.A.
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS - U.C.M.
FACULTAT DE GEOLOGÍA - UNIVERSIDAD DE BARCELONA
FACULTAT DE GEOLOGÍA - UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FCC CONSTRUCCION, S.A.
FREDERIC FOS CARBAJOSA
GABINETE DE INGENIERÍA
GABINETE MINERO T.E.Y., S.L.
GARRIGUES MEDIO AMBIENTE
GENERALITAT DE CATALIÑA. DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
GEOCONSULT, INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
GEOCONSULTORES
GEOLEN INGENIERIA
GEOLOGIA VALENCIANA, S.L.
GEOMA LEVANTE, S.L.
GEOMINA, S.L.
GEOPLANK, S.A.
GEOPRIN, S.A.
GEOTEC
GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S.A.
GEOTERRA ESTUDIOS, S.L.
GESSAL
GESTION DE INFRAESTRUCTURAS DE ANDALUCIA (GIASA)
GINPROSA
GPO, INGENIERIA, S.A.
GREDA, S.C
HARRILUR
HUNOSA
I.E.S. ANTONIO GALAN ACOSTA
IBERINSA - IBERICA DE ESTUDIOS E INGENIERIA, S.A.
ICYFSA
IDO GEOFISICA BALEAR, S.L.
IDOM INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CONSULTORÍA
INGEOTEC, S.A.
INOCSA INGENIERIA, S.L.
INSERSA
INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCIÓN. S.A.
INTECSA - INARSA, S.A.
INTEMAC
INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.A.
INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. INCOSA
IPD
IROSA
JUNTA DE CASTILLA Y LEON. CONSEJERIA MEDIO AMBIENTE
JUNTA DE EXTREMADURA - DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE
JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERIA DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y HACIENDA

JUNTA DE GALICIA. GABINETE DE PLANIFICACION Y DESARROLLO TERRITORIAL
LABORATORIOS PROYEX, S.A.
LITORAL CONSULT
MAGNESITAS NAVARRAS
MINAS DE RÍO TINTO, S.A.L.
MINAYA, ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.
MINISTERIO DE FOMENTO - DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO (CACERES)
MINISTERIO DE FOMENTO - DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO (GRANADA)
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
PGMA, S.L.
PRINCIPADO DE ASTURIAS. CONSEJERIA FOMENTO
PRINCIPADO DE ASTURIAS. CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE
PRODITEC
PROINTEC, S.A.
PROMSA, S.A.
PROSPECCIÓN Y GEOTECNIA, S.A.
PROYECTOS Y SERVICIOS, S.A. (PROSER)
PYCSA, PROYECTO Y CONTROL, S.A.
REPSOL YPF EXPLOTACIÓN, S.A.
RIO NARCEA GOLD MINES, S.A.
RIOFRIO, S.A.
RODES MINERÍA Y AGUAS, C.B.
RODIO CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A
S.A. HULLERA VASCO-LEONESA
SABOREDO, S.A.
SACYR, S.A.
SAMCA
SENER INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A.
SERS, S.A., CONSULTORES EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA
SIEMCALSA
SOCIEDAD DE HIDROCARBUROS DE EUSKADI
SOLUZIONA INGENIERIA
STEETLEY IBERIA, S.A.U.
TALLER DE INGENIERIA AMBIENTAL S.L.
TEAM, S.L.
TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A.
TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.L.
TERRA NOVA
TRAGSA
TRAGSATEC, TECNOLOGIAS Y SERVICIOS AGRARIOS
TYPESA

INDICE

Pág

CAPITULO 1. Resumen Ejecutivo	
1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes.....	3
1.3 Principales conclusiones	5
CAPITULO 2. Descripción del Plan MAGNA	
2.1 Principales magnitudes.....	8
2.2 Utilidad de la Cartografía Geológica y la influencia de la Escala.....	11
2.3 Análisis de las valoraciones del PNIM (1971) y Ecominsa (1982).....	13
CAPITULO 3. Análisis de los principales estudios de valoración de Servicios Geológicos/ Topográficos Internacionales	
3.1 Reino Unido.....	16
3.1.1 Servicio Topográfico Británico (OS)	16
3.1.2 Servicio Geológico Británico (BGS).....	18
3.2 Australia.....	22
3.2.1 Tesis “Valoración de los servicios geológicos estatales del Estado de Queensland“	23
3.3 EE.UU	
3.3.1 Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS)	24
3.3.2 Servicios Geológicos de Illinois (ISGS) y Kentucky (KGS).....	30
CAPITULO 4. Metodología de trabajo para la valoración económica y social del Plan MAGNA	37
4.1 Plan de Trabajo y resultados	38
CAPITULO 5. La Valoración cualitativa del Plan MAGNA	
5.1 La utilización actual de las hojas MAGNA para la realización de distintos tipos de actividades.....	40
5.2 La Valoración de la oferta actual y las posibles mejoras	50
CAPITULO 6. La Valoración cuantitativa del Plan MAGNA (Año 2003)	
6.1 Estimación empírica del valor económico unitario de las hojas MAGNA.....	58
6.2 Estimación empírica de los beneficios agregados del Plan MAGNA.....	62
CAPITULO 7. Conclusiones	
7.1 La utilización de las hojas MAGNA.....	67
7.2 La valoración económica del Plan MAGNA hasta 2003	68
7.3 La actualización de valor del Plan MAGNA hasta 2018.....	69
CAPITULO 8. Bibliografía	73
CAPITULO 9. Anexos I a XV	75 a 220

LISTA DE TABLAS

	<u>Pág</u>
Tabla 1: Número de Hojas MAGNA elaboradas anualmente (1972-2003)	8
Tabla 2: Estimación del valor Económico Hojas MAGNA	60
Tabla 3 Ventas Hojas MAGNA Año 2002	63
Tabla 4 Estimación Evolución temporal ventas Hojas MAGNA	64
Tabla 5 Resumen valor económico del Plan MAGNA	68
Tabla 6 Estimación del número anual equivalente de hojas MAGNA para uso o ventas a empresas y de ventas acumuladas a empresas	70
Tabla 7 Datos financieros del Plan MAGNA actualizados a 2018	71

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág</u>
Figura 1: Definiciones y distintas utilizaciones de la Cartografía Geológica	2
Figura 2: Evolución de las instituciones geológicas y los programas cartográficos españoles (1849-2002).....	4
Figura 3: Producción acumulada Hojas MAGNA vs previsiones PNIM vs Ecominsa (1972-2002)	8
Figura 4: Inversiones acumuladas reales Plan MAGNA vs previsiones PNIM vs Ecominsa (1972-2002).....	9
Figura 5: Inversiones acumuladas reales Plan MAGNA vs previsiones PNIM vs Ecominsa (1972-2002).....	10
Figura 6: Producción Hojas Plan MAGNA – Desglose por agentes ejecutores	10
Figura 7: Plan Nacional de Investigación Minera – Beneficios vs costes Plan MAGNA ..	14
Figura 8: Estudio Ecominsa – Beneficios vs costes Plan MAGNA.....	15
Figura 9: Estudio “La Contribución Económica de la Información Topográfica (OS) de GB” – Breve descripción	17
Figura 10: Estudio “El valor Económico de los mapas Geológicos de BGS en el Reino Unido” - Resumen de resultados	18
Figura 11: Estudio “El valor Económico de los mapas Geológicos de BGS en el Reino Unido” - Resumen estimaciones casos de Ripon y Garstan.....	19
Figura 12: Evaluación Hidrogeológica del Estado de Benue (Nigeria) – Metodología aplicada	20
Figura 13: Evaluación Hidrogeológica del Estado de Benue (Nigeria) – Resumen resultados	21
Figura 14: Tesis “Valoración de los Servicios Geológicos estatales del Estado de Queensland” – Resumen y objetivos	23
Figura 15: Valoraciones Económicas de Cartografías Geológicas – Bibliografía USGS ...	24
Figura 16: Estudio “El valor social de los mapas Geológicos” – Breve resumen	25
Figura 17: Estudio “El valor social de los mapas Geológicos” – Localización de un vertedero en el condado de Loudon (Virginia).....	26
Figura 18: Estudio “El valor social de los mapas Geológicos” – Corredor de Circunvalación de Washington D.F. en el condado de Loudon Estado de Virginia.....	27
Figura 19: Objetivos de la división Geológica del USGS (2000-2010).....	28
Figura 20: Centro de Política Científica del USGS – Principales objetivos y ejemplos de programas en curso.....	29
Figura 21: Estudio “Beneficios y costes de los mapas Geológicos de los condados de Boone y Winnebago en Illinois” – Breve descripción	30
Figura 22: Estado de Kentucky- Evolución histórica de su cartografía Geológica	31
Figura 23: Publicaciones y Objetivos Económicos Servicio Geológico de Kentucky (KGS).....	32
Figura 24: Estudio “Beneficios Económicos de los mapas Geológicos detallados de Kentucky – Metodología	33

	<u>Pág</u>
Figura 25: Estudio “Beneficios Económicos de los mapas Geológicos detallados de Kentucky - Encuesta realizada	34
Figura 26: Estudio “Beneficios Económicos de los mapas Geológicos detallados de Kentucky - Principales Conclusiones.....	35
Figura 27: Estudio “Beneficios Económicos de los mapas Geológicos detallados de Kentucky - Valoración Económica	36
Figura 28: Valoración Económica y Social del Plan MAGNA - Plan de Trabajo	38
Figura 29: Valoración Económica y Social del Plan MAGNA - Campaña de envíos y Cumplimentación de Cuestionario	39
Figura 30: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Clasificación de la organización contactada	40
Figura 31: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Actividades desarrolladas por su organización que requieren la utilización de Hojas MAGNA	42
Figura 32: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades relacionadas con los Recursos Naturales.....	43
Figura 33: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades relacionadas con el Medioambiente.....	44
Figura 34: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades de Ingeniería.....	45
Figura 35: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades de Ordenación del Territorio/urbanismo.....	46
Figura 36: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades relacionadas con los Riesgos Naturales	47
Figura 37: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en actividades de Investigación y docencia.....	48
Figura 38: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilización de Hojas MAGNA en la tasación de terrenos, seguros e informes periciales	49
Figura 39: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilidad del soporte papel de las Hojas MAGNA	50
Figura 40: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilidad de los mapas Geológicos digitales	51
Figura 41: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La utilidad de las funcionalidades de análisis en los mapas Geológicos digitales	52
Figura 42: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Escalas de los mapas Geológicos de mayor utilidad.....	53
Figura 43: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Informaciones adicionales de posible interés a incluir en las Hojas MAGNA	54
Figura 44: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Utilidad del mapa Geomorfológico incluido en las Hojas MAGNA	55
Figura 45: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – Informaciones adicionales de posible interés a incluir en los mapas Geomorfológicos.....	56
Figura 46: Evaluación Económica y Social del Plan MAGNA – La inversión en investigación geológica sustitutiva necesaria ante la inexistencia de Hojas MAGNA.....	59

CAPITULO 1. RESUMEN EJECUTIVO

1.1.- INTRODUCCION

La tierra es el fundamento de todas las actividades económicas del hombre:

- El hombre construye sus viviendas, comercios y fábricas sobre y con materiales terrestres.
- El hombre obtiene materias primas industriales, productos y combustibles de la amplia base de recursos minerales de la corteza terrestre.
- El hombre asimismo extrae de los pozos terrestres todo tipo de aguas potables, aguas para riego agrícola y para usos industriales.
- Distintos materiales terrestres ricos en nutrientes forman los terrenos fértiles sobre los que se asientan los diferentes cultivos que producen las bases alimenticias del hombre y de los animales terrestres.
- Los materiales geológicos son también el medio en el que son depositados los residuos urbanos o peligrosos.

El planeamiento urbano y modificaciones sustanciales en la utilización del suelo han hecho en nuestros días cada vez más difícil el equilibrar la necesidad de recursos terrestres con la protección medioambiental. Los terremotos, la erosión y la sedimentación (a lo largo de ríos y lagos), las inundaciones, las subsidencias, los desprendimientos, los deslizamientos y la actividad volcánica, todos ellos procesos geológicos, son fenómenos que pueden tener una importante influencia en nuestras vidas.

A pesar de la gran influencia de la geología en la vida diaria descrita anteriormente, la mayoría de las personas desconocen los beneficios que se pueden generar al disponer de una información geológica detallada y fiable. Solo mediante el conocimiento de la localización de los distintos materiales y recursos y sobre cómo operan los procesos geológicos, el hombre puede minimizar los daños y maximizar los beneficios en sus relaciones con el planeta Tierra. El único método fiable para poder obtener la información geológica necesaria y poder aplicarla en la resolución de las distintas problemáticas anteriormente mencionadas, es mediante costosos desarrollos de cartografía geológica de gran escala, debido a lo intensivo de la utilización de mano de obra cualificada. Como resumen la Figura 1 refleja una tabla en la que se recogen algunas de las principales definiciones y de las distintas utilidades de la cartografía geológica.

El presente estudio sobre el valor económico del Plan MAGNA, pretende servir de información para el gran público y por tanto de los contribuyentes, que financiaron éste y los futuros programas de cartografía geológica del IGME, sobre sus costes y sobre los beneficios generados para la sociedad.

DEFINICIONES Y DISTINTAS UTILIZACIONES DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- * Un mapa geológico es el principal medio de comunicación de información sobre la estructura y la estratigrafía de la superficie terrestre, siendo la base fundamental para
 - Avanzar en el conocimiento científico básico de la geología de un territorio
 - La localización de los distintos tipos de riesgos geológicos, como desplazamientos/corrimientos de tierras y fallas
 - La localización de los distintos tipos de depósitos minerales y aguas subterráneas
 - El análisis y el diagnóstico territorial

- * Es por tanto, una herramienta con múltiples utilidades e indispensable para una acertada toma de decisiones entre las distintas, incluso en algunos casos en conflicto, utilidades posibles de los territorios
 - La exploración y evaluación de recursos minerales y energéticos
 - La evaluación de riesgos geológicos y de su posible impacto económico
 - . Tasación de propiedades y pólizas de seguro
 - . Previsión/monitorización/historial/amplificación y resonancia de fenómenos sísmicos
 - . Posibilidad e historial de fenómenos de corrimiento/desprendimiento/hundimiento/colapso/erosión/inundación/inestabilidad de suelos
 - . Posibilidad e historial de fenómenos volcánicos
 - La planificación y evaluación medioambiental y urbanística
 - . Localización y diseño de infraestructuras como carreteras, presas, túneles, canales y ferrocarriles
 - . Exploración/calidades/profundidades/flujos/interacciones/vulnerabilidades/caudales/diseños de los recursos hídricos y acuíferos y detección de posibles problemas de salinización
 - . Diseño y chequeos de localización de vertederos u otros depósitos
 - . Gestión y mantenimiento de costas
 - . Chequeos sobre contaminaciones posibles en la localización y el diseño de propiedades industriales/comerciales/residenciales
 - . Diseño/reconstrucción/mantenimiento de hábitats y ecosistemas
 - . Delimitación e hidrología de humedales
 - . Planificación de cultivos y abonados y programas forestales

FIGURA 1

FUENTE: IGME, ISGS, AMEC, BGS

1. 2.- ANTECEDENTES

La culminación del programa MAGNA de cartografía geológica, con la cobertura del 100% del territorio nacional a escala 1:50.000 hace de España uno de los pocos países a nivel mundial con esta cobertura.

Analizando la evolución de las instituciones y actividades geológicas en nuestro país, reflejada en la tabla cronológica adjunta (Figura 2), es de destacar que ya en 1866 fue promovido en España el primer proyecto de cartografía geológica 1:50.000. Dicho proyecto que no consiguió realmente iniciarse hasta 1928, con la publicación de la primera hoja de la 1ª serie del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 continuó hasta 1971, hasta alcanzar únicamente una cobertura del 37'5% del territorio nacional.

El Plan MAGNA se inició en 1972, y necesitó a causa fundamentalmente de limitaciones presupuestarias, de 30 años para su finalización, 14 años más de los previstos inicialmente, habiendo supuesto una inversión equivalente a 121'27 Millones de euros de 2003. Asimismo y a causa de la necesidad de reactualización de algunas de las hojas y a diversas dificultades y retrasos principalmente internos, la publicación impresa por IGME de la totalidad de las 1.116 hojas MAGNA exigió todavía de 14 años adicionales para poder completarse en 2016, requiriendo una inversión global equivalente de 165'02 Millones de euros de 2018.

El Plan Nacional de Investigación Minera (PNIM) de 1972 en el que estaba incluido el Plan MAGNA, contabilizó "ex ante" sus posibles beneficios brutos en el equivalente de 277'89 Millones de euros de 2003 ó 366'73 Millones de euros de 2018 (3.448 Millones de Pta. de 1972), que se transformaban en el equivalente de 193'83 Millones de euros de 2003 ó 255'80 Millones de euros de 2018 (2.405 Millones de Pta. de 1972) de beneficios netos, una vez deducida la inversión necesaria estimada en sus presupuestos iniciales. El análisis anterior tomaba únicamente en consideración los beneficios generados por la utilización de la información geológica en los sectores de aguas subterráneas, agrícola, obras públicas e investigación minera, así como por una mayor tasa de ocupación de los geólogos.

En 1982 la sociedad Ecominsa a instancias del IGME, realizó una nueva evaluación de los posibles beneficios del Plan MAGNA, utilizando asimismo una metodología "ex ante". Dicha valoración incluía además de los posibles beneficios ya considerados en el PNIM, los posibles beneficios correspondientes al medio ambiente y al planeamiento urbano, además de los ingresos generados por la venta de las hojas MAGNA. Dicho análisis obtenía unos posibles beneficios brutos sustancialmente más reducidos, equivalentes a 93'52 Millones de euros de 2003 ó 123'42 Millones de euros de 2018 (5.460 Millones de Pta. de 1982), que asimismo se transformaban en unos beneficios netos menores, equivalentes a 19'82 Millones de euros de 2003 ó 26'16 Millones de euros de 2018 (1.157 Millones de Pta. de 1982) al tener que incluir los costes adicionales generados por la necesidad de reactualizaciones de ciertas hojas MAGNA desde el año 1991 en adelante.

No habiendo sido sin embargo todavía acometida en España una determinación sistemática "ex post", del valor económico a largo plazo del Plan MAGNA en función de las experiencias y los beneficios generados por sus distintas utilidades.

EVOLUCIÓN DE LAS INSTITUCIONES GEOLÓGICAS Y LOS PROGRAMAS CARTOGRÁFICOS ESPAÑOLES (1849-2002)

- 1849 La "Comisión para la Carta Geológica de Madrid y General del Reino" inicia sus trabajos cartográficos
- 1851 Redenominación de la institución a "Comisión del Mapa Geológico de España"
- 1852 Publicación de "El Mapa Geológico en bosquejo, a escala 1:400.000, de la provincia de Madrid"
- 1854 Inicio de la publicación de las Memorias Geológicas Provinciales a escalas 1:200.000 ó 1:400.000
- 1857 Publicación de las "Normas para la confección de Mapas Geológicos"
- 1864 Publicación del bosquejo Geológico de España y Portugal a escala 1:2.000.000
- 1866 Programación de la elaboración de una cartografía geológica sistemática a **escala 1:50.000** de toda España por la "Comisión Permanente de Aplicaciones Útiles de la Geología"
- 1889 Publicación del conjunto mural del Mapa Geológico de la España peninsular a escala 1:400.000
- 1895 Publicación de los tomos "Explicación del Mapa Geológico de España"
- 1910 Redenominación de la institución a "Instituto Geológico de España"
- 1927 Redenominación de la institución a "Instituto Geológico y Minero de España"
- 1928 Publicación de la primera hoja de la 1ª serie del Mapa Geológico de España a **escala 1:50.000**
- 1971 Publicación de la última hoja de la 1ª serie del Mapa Geológico de España a **escala 1:50.000**
— Cobertura alcanzada del 37'5% del territorio nacional
- 1970-72 Elaboración e inclusión dentro del Plan Nacional de la Minería del Plan MAGNA "Proyecto del Mapa Geológico de España de **escala 1:50.000, 2ª serie**"
- 2002 Realización de la última hoja del Plan MAGNA, completándose una cobertura del 100% del territorio nacional a **escala:1:50.000**
(Aunque la publicación impresa de la totalidad de las 1.116 Hojas no se culminó hasta 2016)

FIGURA 2

FUENTE: IGME

En el año 2003, en el que además de haberse finalizado la elaboración de las hojas MAGNA, se cumplían 31 años desde su inicio, pensamos que ya podía existir una primera base suficiente de información para poder estimar con un grado de fiabilidad aceptable y mediante una metodología “ex post”, el valor de los beneficios generados hasta la fecha por el Plan MAGNA.

Al efecto se realizó un análisis detallado de toda una serie de estudios de evaluación económica de los programas de cartografía geológica realizados a nivel internacional desde 1991. Incluyéndose en el Capítulo 3 información resumida sobre algunos de los principales estudios desarrollados en el Reino Unido, Australia y los EE.UU. con el objeto de ayudar a seleccionar las metodologías más apropiadas para el caso español.

Partiendo de los análisis anteriores y basándose por tanto en una encuesta de usuarios, se desarrolló en 2005 el primer estudio de evaluación económica y social del Plan MAGNA. Siendo su objetivo precisamente la cuantificación del valor generado por las distintas experiencias de utilización a sus distintos usuarios, de acuerdo con las muy variadas aplicaciones que las informaciones reflejadas en las hojas geológicas MAGNA pueden permitir.

Las principales preguntas y cuestiones que se formularon y a las que se pretendió dar respuesta fueron las siguientes:

- ¿Quiénes han sido los principales usuarios de las hojas geológicas MAGNA?
- ¿Cuáles han sido las utilizaciones, y en qué forma, de estos mapas geológicos?
- ¿Qué servicios podrían ser ampliados/mejorados para futuros programas de cartografía geológica del IGME?

para poder llegar finalmente a abordar la pregunta fundamental y base de éste estudio:

- ¿Cuál ha sido el valor económico de las hojas geológicas MAGNA para cada uno de sus usuarios y de una manera global para el país en su conjunto?

Habiéndose posteriormente desarrollado en 2020 un nuevo estudio para la actualización de valor del Plan MAGNA hasta 2018, tras la introducción por el IGME en 2007 de la posibilidad de descarga electrónica gratuita de dichas hojas MAGNA.

1.3.- PRINCIPALES CONCLUSIONES

Desde el punto de vista social y gracias al análisis de las respuestas de los usuarios recibidas en el estudio de 2005, se permitió desarrollar un mayor conocimiento precisamente del espectro de dichos usuarios de las hojas MAGNA y de sus demandas concretas, además de para afianzar las decisiones ya tomadas por el IGME sobre innovaciones y futuras actuaciones cartográficas. Más en particular y como ejemplos para avanzar en la cobertura del territorio con cartografía geomorfológica, para mejorar el tratamiento de la información sobre Patrimonio Geológico y sobre indicios minerales y puntos de agua, para mantener los formatos papel y digital, para poder posiblemente utilizar éste último formato para ciertas funcionalidades de análisis y desarrollar toda la información complementaria de las hojas, asimismo para mejorar el tratamiento de la

geología del subsuelo y, por último, para poder avanzar en la continuidad cartográfica y en la mejora de las bases topográficas.

Pero también las respuestas recibidas, dando la preferencia a la escala 1:25.000 y demandando cartografías de suelos, pueden obligar a replantearse algunas decisiones ya tomadas. Ciertamente con los recursos hoy disponibles es difícil concebir actuaciones generalizadas a escala 1:25.000, así como el inicio de la producción de mapas de suelos, pero no deberíamos olvidar de que esa es precisamente la línea hacia la que se dirigen las demandas adicionales de los usuarios de información geológica y por tanto de la sociedad.

En cuanto a la evaluación económica los beneficios del Plan MAGNA, entendidos como el ahorro que la utilización de las hojas ha generado en los usuarios, se han podido evaluar hasta 2003, en el primer estudio desarrollado en 2005, en 1.255 Millones de euros, como valor mínimo, y 3.340 Millones de euros, como valor máximo. Permitiendo afirmar para los costes de 121'3 Millones de euros incurridos hasta 2003, que el ratio beneficio/coste del Plan MAGNA se encontraría en una horquilla comprendida entre 10'3 y 27'5. Es cierto que el cálculo está sometido a las incertidumbres propias del resultado de la encuesta y de la estimación del número de ejemplares de mapas vendidos a empresas. Pero también es evidente que se ha simplificado el proceso de evaluación, al asumir que la valoración de las hojas realizadas por los usuarios de 2003 es extrapolable al resto de los ejercicios anteriores. A pesar de todo el resultado debe considerarse sin duda como conservador ya que, como se explica en el estudio, en dos aspectos de suma importancia se ha preferido por prudencia seleccionar decisiones "a la baja": En particular en la estimación del número de hojas vendidas y en la asunción de la hipótesis de que cada ejemplar de hoja geológica adquirido por las empresas se utiliza exclusivamente para un único proyecto.

Incrementándose en el estudio de actualización desarrollado en 2020 dicha evaluación del Plan MAGNA a 2.969 millones de euros como valor mínimo y 7.902 millones de euros como valor máximo hasta el año 2018. Incrementándose asimismo para la inversión total de 165'0 Millones de euros requerida hasta 2018 su ratio beneficio/coste a una horquilla comprendida entre 18'0 y 47'9 respectivamente.

Si comparamos estos valores con los valores obtenidos en otros países para sus programas de cartografía geológica, puede concluirse que, salvo para el estudio del Estado de Kentucky, el ratio beneficio/coste obtenido en España es muy superior. Sin duda dichos resultados pueden explicarse debido a que como bien se advierte en el capítulo 3, los estudios cuantitativos realizados en otros países contemplaban tan sólo una o dos aplicaciones concretas de la cartografía geológica y no la totalidad de sus múltiples utilizaciones.

Sin embargo, si comparamos el ratio beneficio/coste del Plan MAGNA con el del ya mencionado programa de cartografía geológica del Estado de Kentucky, vemos que ambos son muy similares (el centro de la horquilla sería en ese caso 32'1, frente a aproximadamente una media de 32'9 para el Plan MAGNA). Esta similitud a pesar de la elaboración posterior de dicha cartografía frente a la de las hojas MAGNA, podía tener dos explicaciones: la primera que la de Kentucky se elaboró a escala 1:24.000, por lo que de acuerdo con las contestaciones a la pregunta 5 del cuestionario de usuarios, sería de mayor utilidad que la de escala 1:50.000 del Plan MAGNA y, por tanto, produciría

mayores ahorros. La otra explicación posible podría basarse en el menor grado de ocupación del territorio de Kentucky, lo que la convierte en una región menos conocida y en cierta medida más virgen que el territorio español, por lo que una cartografía geológica de detalle puede resultar de mayor utilidad tanto para solventar las lagunas de conocimiento existentes, como para la localización de nuevos recursos naturales desconocidos hasta el presente, con las sustanciales implicaciones económicas correspondientes.

En cualquier caso, puede concluirse que el Plan MAGNA, con un ratio beneficio/coste medio de 18'9 hasta 2003, que se incrementó hasta 32,9 en la actualización a 2018 ha resultado ser una excelente inversión pública, superando con creces las expectativas contempladas en los informes de evaluación económica "ex ante" del PNIM que estimaba un ratio considerablemente menor (ratio beneficio/coste únicamente de 3'3).

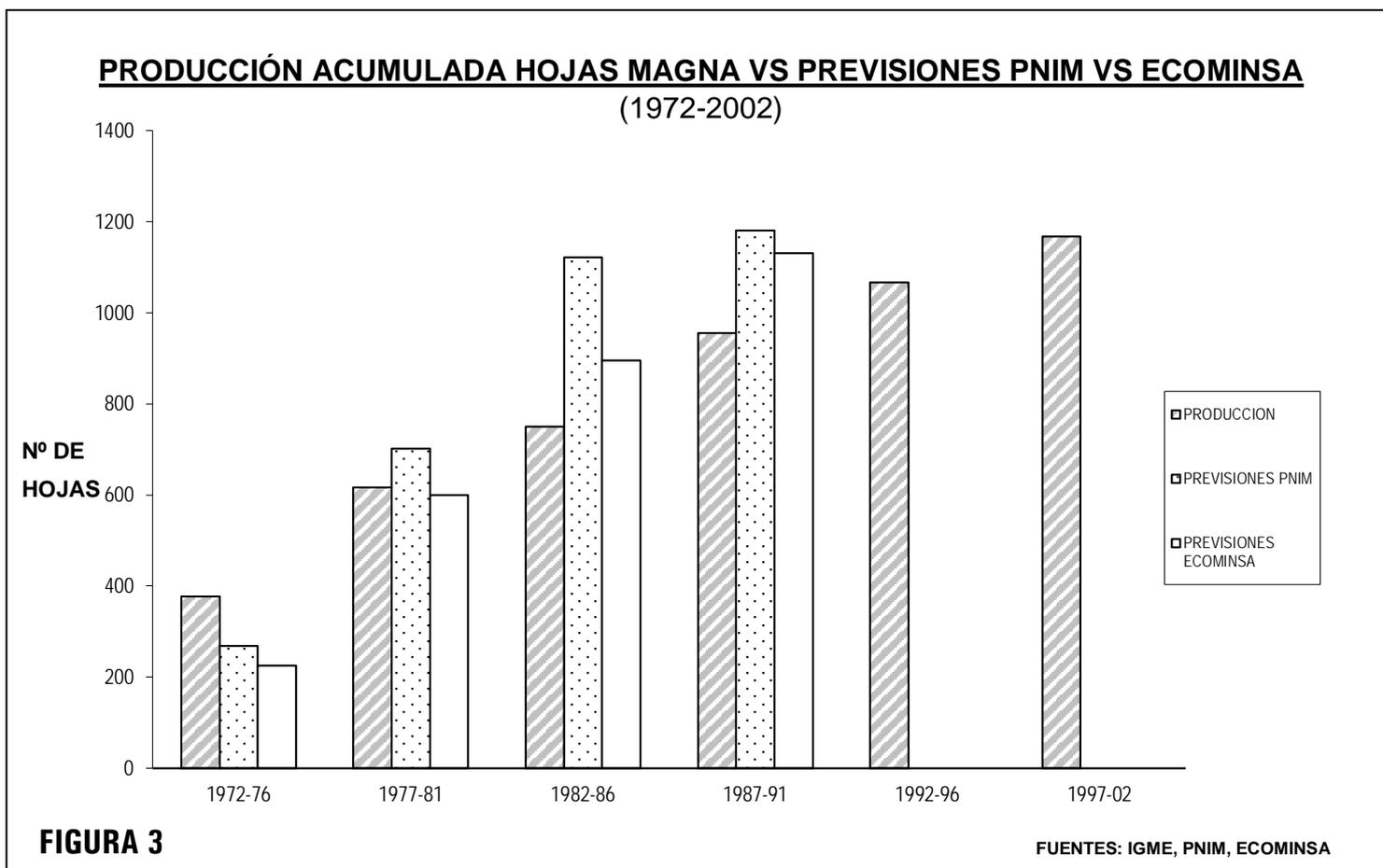
Se considera asimismo apropiado indicar que el estudio empírico desarrollado en 2005 ya ha sido descrito en los dos artículos siguientes incluidos como anexos I y II. Habiéndose asimismo presentado el nuevo estudio realizado para la actualización de la valoración del Plan MAGNA hasta 2018, en el artículo adicional siguiente incluido como anexo III.

- Anexo I: Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. 2005. Evaluación económica y social del Plan MAGNA. Boletín Geológico y Minero, 116 (4): 291-305. ISSN: 0366-0176
- Anexo II: Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. Madrid 2005. Economic and social value of the MAGNA Plan. Instituto Geológico y Minero de España. ISBN: 84-7840-613-1
- Anexo III: A Herrero de Egaña, J. Vivancos y Á. García-Cortés. 2020. Análisis del impacto y actualización hasta 2018 del valor económico y social del Plan MAGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000. Boletín Geológico y Minero, 131 (4): 817-829. ISSN: 0366-0176

CAPITULO 2. DESCRIPCION DEL PLAN MAGNA

2.1 PRINCIPALES MAGNITUDES

Aunque el Programa MAGNA, de acuerdo con las previsiones del PNIM, como puede confirmarse en la Figura 3, debería haberse concluido en 1988, a esa fecha sólo se habían completado el 70'7% de las hojas necesarias, requiriéndose 14 años adicionales para finalizar de manera completa su elaboración



El Plan MAGNA requirió para la publicación completa de todas sus hojas de otros 14 años adicionales, como puede verse en la Tabla 1, hasta un total de 45 años entre 1972 y 2016. Dicha publicación debido a la dependencia de los Presupuestos Generales del Estado para poder desarrollar/completar/reactualizar las correspondientes investigaciones, elaboraciones y redacciones permitió una media anual aproximada de 39 hojas geológicas publicadas durante el periodo 1972-1988, algo menos de 19 unidades medias anualmente para el periodo 1989-2002 e inferior a 14 unidades medias anualmente para el periodo 2003-2016.

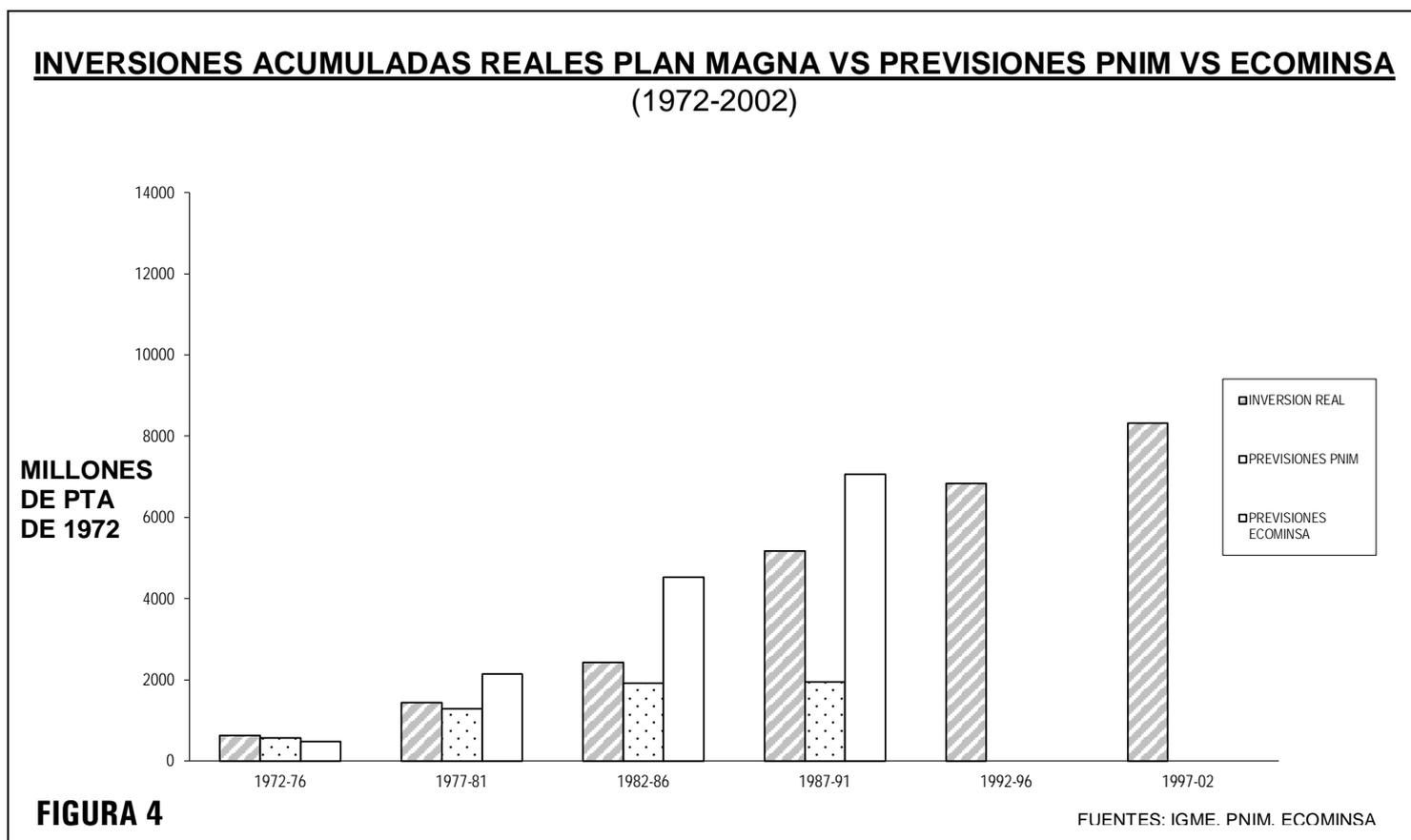
TABLA 1

NÚMERO DE HOJAS MAGNA PUBLICADAS ANUALMENTE
(1972-2016)

Año	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Nº de Hojas	1	28	42	59	34	41	64	33	34	91	77	41	27	16	13	28
Año	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Nº de Hojas	32	20	39	47	30	0	28	12	6	24	20	14	20	0	3	0
Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
Nº de Hojas	43	12	33	14	14	22	10	0	6	14	7	11	6			

Asimismo y como puede confirmarse en la Figura 4, las grandes divergencias en los plazos de ejecución, ocasionadas por las anteriormente citadas limitaciones presupuestarias, han generado sustanciosas diferencias entre las distintas previsiones de inversiones necesarias para el desarrollo del Plan MAGNA

- Inversiones acumuladas realizadas por importe de 8.320 Millones de Pta desde 1972 hasta su finalización definitiva en 2002 frente a las inicialmente estimadas en los presupuestos de PNIM de 1.043 Millones de Pta entre 1972 y 1988 (Véase Anexo IV)



Siendo las anteriores diferencias entre las previsiones y la realidad una vez actualizadas a moneda constante, de las inversiones necesarias para el desarrollo del Plan MAGNA, bastante menores como puede confirmarse en la Figura 5

- El Plan MAGNA ha supuesto una inversión real, considerándose unidades monetarias constantes de 19.782 Millones de Pta de 2002 (equivalentes a 118,89 Millones de euros de 2002) superior en un 45'7% a las previsiones iniciales de PNIM, 13.575 Millones de Pta de 2002 (equivalentes a 81'6 Millones de euros de 2002) (Véase Anexo IV).

INVERSIONES ACUMULADAS REALES PLAN MAGNA VS PREVISIONES PNIM VS ECOMINSA (1972-2002)

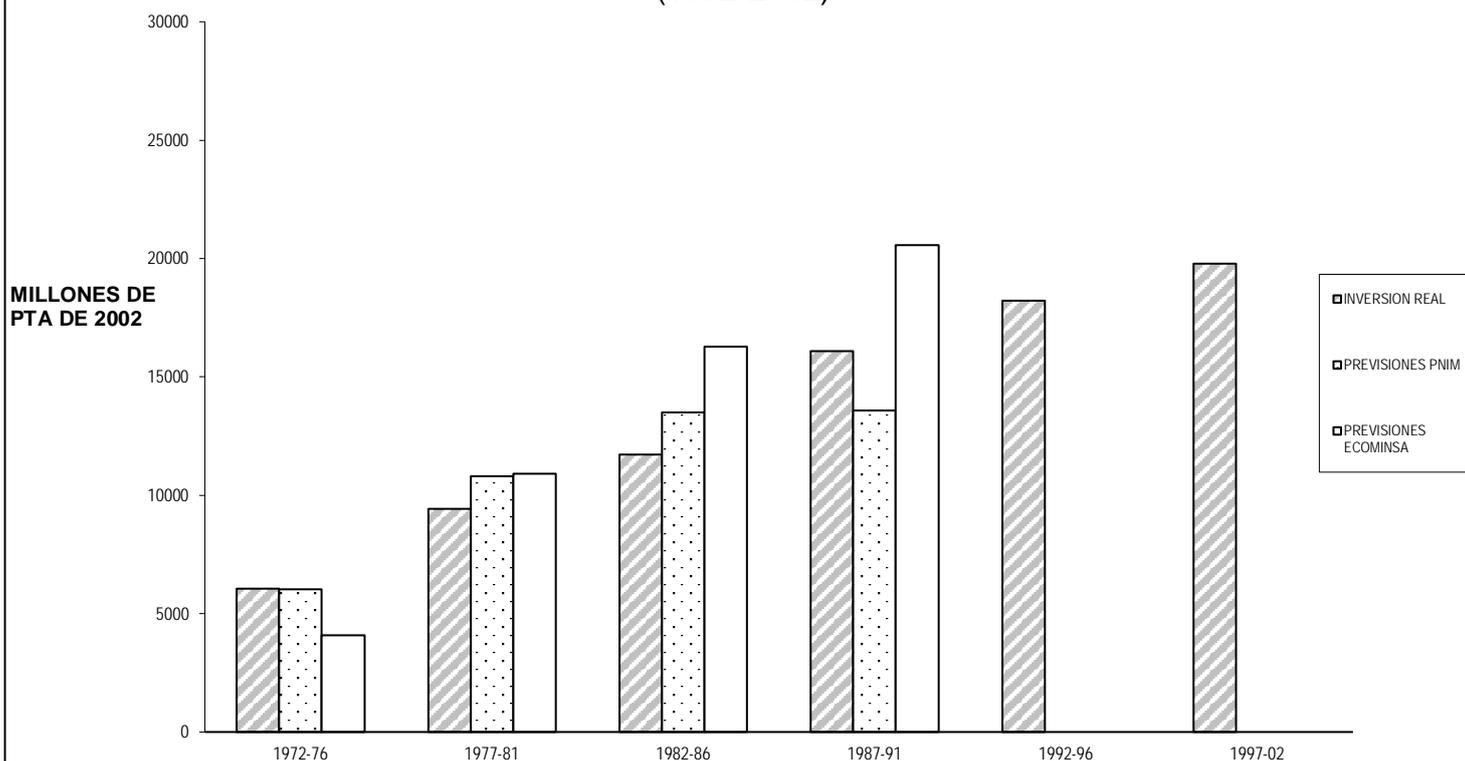


FIGURA 5

FUENTES: IGME, PNIM, ECOMINSA

En la Figura 6 podemos confirmar que la gran mayoría (> 75%) de las hojas del Plan MAGNA han sido realizadas por empresas externas, desarrollando el personal del IGME tareas de dirección y supervisión. El resto de las hojas del Plan MAGNA han tenido que ser ejecutadas en función de los presupuestos asignables, o bien directamente por personal del IGME o por personal geológico de otras instituciones públicas como Facultades de Ciencias Geológicas, Escuelas de Ingenieros o incluso en un caso el Servicio Geológico Autónomico.

PRODUCCION HOJAS PLAN MAGNA DESGLOSE POR AGENTES EJECUTORES

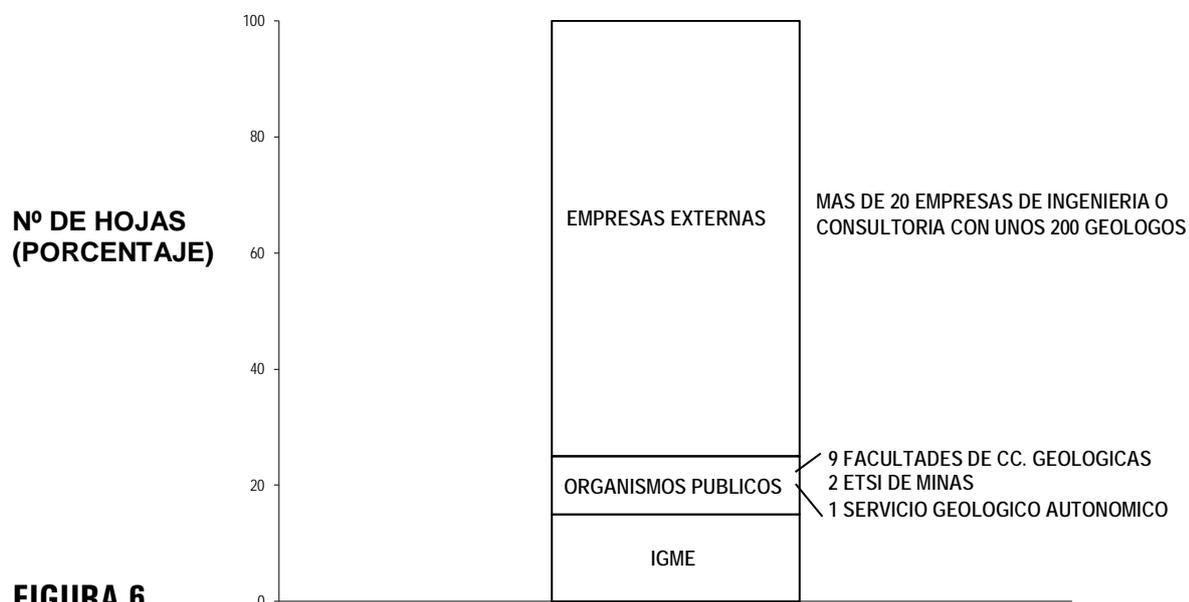


FIGURA 6

FUENTE: IGME

2.2 UTILIDAD DE LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA Y LA INFLUENCIA DE LA ESCALA

Más de una veintena de sectores económicos y sociales utilizan la información geológica para el adecuado desarrollo de sus actividades:

- * Un mapa geológico es el principal medio de comunicación de información sobre la estructura y la estratigrafía de la superficie terrestre, siendo la base fundamental para
 - Avanzar en el conocimiento científico básico de la geología de un territorio
 - La localización de los distintos tipos de riesgos geológicos, como desplazamientos/corrimientos de tierras y fallas
 - La localización de los distintos tipos de depósitos minerales y aguas subterráneas
 - El análisis y el diagnóstico territorial

- * Es por tanto, una herramienta con múltiples utilidades e indispensable para una acertada toma de decisiones entre las distintas, incluso en algunos casos en conflicto, utilidades posibles de los territorios
 - La exploración y evaluación de recursos minerales y energéticos
 - La evaluación de riesgos geológicos y de su posible impacto económico
 - Tasación de propiedades y pólizas de seguro
 - Previsión/monitorización/historial/amplificación y resonancia de fenómenos sísmicos
 - Posibilidad e historial de fenómenos de corrimiento/desprendimiento/hundimiento/colapso/erosión/inundación/inestabilidad de suelos
 - Posibilidad e historial de fenómenos volcánicos
 - La planificación y evaluación medioambiental y urbanística
 - Localización y diseño de infraestructuras como carreteras, presas, túneles, canales y ferrocarriles
 - Exploración/calidades/profundidades/flujos/interacciones/vulnerabilidades/caudales/diseños de los recursos hídricos y acuíferos y detección de posibles problemas de salinización
 - Diseño y chequeos de localización de vertederos u otros depósitos
 - Gestión y mantenimiento de costas
 - Chequeos sobre contaminaciones posibles en la localización y el diseño de propiedades industriales/comerciales/residenciales
 - Diseño/reconstrucción/mantenimiento de hábitats y ecosistemas
 - Delimitación e hidrología de humedales
 - Planificación de cultivos y abonados, y programas forestales

El conocimiento geológico implica la interpretación de información objetiva pero limitada, ya que los mapas geológicos presentan únicamente la información que los geólogos interpretan de diferentes tipos de datos en especial de afloramientos y de otros generados mediante perforaciones, apertura de minas e investigaciones geofísicas. Los mapas geológicos son

por tanto una de las maneras más densas de representar la interpretación del conocimiento humano sobre la tierra:

- Al tratarse de mapas que representan gráfica y conjuntamente relaciones espaciales tridimensionales, secuencias temporales y toda una multitud de distintos procesos geológicos, constituyen una muy compleja agregación de conocimientos e interpretaciones humanas.

Una mayor exactitud de las informaciones incluidas en un mapa geológico, que aumenta en relación directa con la escala, permite unas tomas de decisión más adecuadas, significando normalmente reducciones o eliminaciones de hipotéticas pérdidas futuras:

- * Las características geológicas de una parcela de terreno están basadas en los tipos de rocas que la componen y en su estructura
 - Dichas cualidades se identifican durante el proceso de elaboración de mapas geológicos mediante la observación, el muestreo, el análisis y la interpretación
 - El grado de detalle y precisión de las informaciones contenidas en un mapa geológico generalmente aumentan a mayor tamaño de escala y cuanto más reciente sea
 - El año de realización de un mapa es importante, pues representa el status de interpretaciones, conceptos y modelos de la época, conocimientos que obviamente han evolucionado a lo largo del tiempo
- * Los mapas geológicos pueden ser interpretados para obtener estadísticas, para permitir estimar valores numéricos de determinadas variables, que ayudan a describir las características geológicas de una determinada parcela de terreno
 - Su interpretación entre otras cosas reside en que decisiones de ciertos proyectos o de ciertas regulaciones gubernamentales vienen determinadas por los valores y la variabilidad estadística de dichas variables geológicas
 - Los mapas de mayor escala, al ser más detallados, permiten obtener estadísticas más precisas, o una mayor exactitud respecto de las estimaciones numéricas realizadas
 - Los mapas geológicos de mayor escala permiten la aceptación o el rechazo de manera más precisa de una mayor cantidad y por tanto obviamente diferente de espacios para cada utilización específica considerada.

2.3 ANALISIS DE LAS VALORACIONES DEL PNIM (1971) Y ECOMINSA (1982)

El PNIM incluía exclusivamente como posibles beneficios de la utilización de la información geológica, los correspondientes a los sectores de aguas subterráneas, agrícola, obras públicas e investigación minera, así como una mayor tasa de ocupación de los geólogos. Beneficios cuyo desglose de estimaciones incluidas en el PNIM fue el siguiente:

- * Ahorros en la investigación geológica para la prospección de aguas subterráneas
 - Ahorros anuales cuantificados en 35,0 Millones de Pta en 1969 con una tasa de incremento del 5,5% anual, estimados en base a la reducción de un 7% en el porcentaje global de sondeos fallidos

- * Beneficios para el sector agrícola atribuibles a una mejor adecuación del abonado al tipo de suelo y cultivos y por los ahorros generados en los estudios geológicos de los planes de conversión de zonas de secano en regadío
 - Ahorros anuales cuantificados en 136,7 Millones de Pta en 1971 con una tasa de incremento del 4,5% anual, estimados como un 0,5% del aumento de producción posible con un abonado óptimo y por la reducción al 2% del coste de los estudios geológicos en los proyectos de los planes de regadíos

- * Ahorros generados por una mejor localización de las obras públicas, en los proyectos de ingeniería civil, en la elaboración de los mapas litológicos y en el Programa Nacional de Investigación Geotécnica (PNIG)
 - Ahorros anuales estimados en 155,0 Millones de Pta en 1972 con una tasa de incremento de 9% anual hasta 1979 y del 7% posteriormente, además de los 60 Millones de Pta de ahorros anuales en el PNIG desde 1984 en adelante

- * Ahorros en la inversión en investigación minera, estimados como el 10% de la inversión total en 223,7 Millones de Pta en 1972 con una tasa de incremento anual del 7%, aunque recogiendo los esfuerzos adicionales de recuperación necesarios en los primeros años hasta 1979

- * Beneficios generados por el aumento de la tasa de empleo de los geólogos, calculados como la recuperación de los costes invertidos en su formación, aunque de importancia muy limitada

Resumiéndose por tanto los beneficios netos considerados en el PNIM correspondientes al Plan MAGNA en 2.405 Millones de Pta de 1972, representando un ratio beneficio/coste de únicamente 3'3, como nos indica la Figura 7, y obteniendo una TIR recalculada de 43'2% (Véase asimismo Anexo IV)

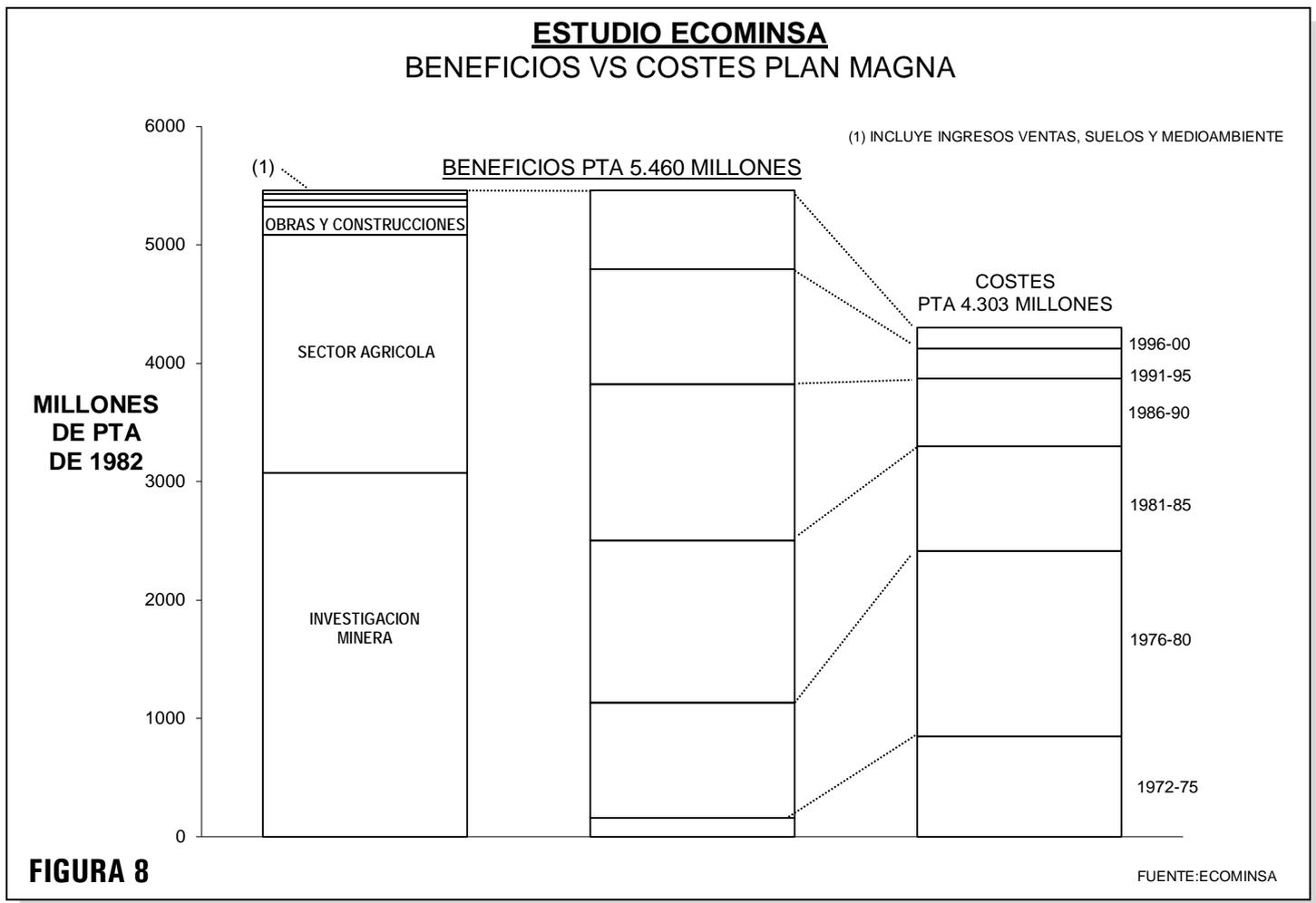


Ecominsa añadía a los conceptos de posibles beneficios ya incluidos en el PNIM, los beneficios correspondientes al medioambiente y al planeamiento urbano, además de los ingresos por la venta de las hojas MAGNA. Dichos beneficios adicionales se definieron de la siguiente manera:

- * Ahorros en la investigación minera, en particular en el Programa de Investigación del Uranio, Plan de Exploración de Hidrocarburos y Programas correspondientes a materias primas y energéticas y aguas subterráneas
- * Ahorros en las inversiones en obras públicas y construcciones fundamentalmente de infraestructuras viarias, en puertos y costas, urbanas y de recursos hidráulicos

- * Beneficios generados para el sector agrícola principalmente en las inversiones en regadíos, programas del IRYDA, ICONA y de los programas de Investigación Agraria y de los Servicios de Extensión Agraria
- * Ahorros generados en el Programa de Protección del Medioambiente
- * Ahorros generados en los Programas de Ordenación del Territorio y Urbanismo, así como de suelos turísticos
- * Ingresos generados por la venta de las publicaciones del Plan MAGNA

Estando todos los beneficios netos correspondientes al Plan MAGNA considerados por Ecominsa incluidos y evaluados en la Figura 8. Dicha estimación que incluía reactualizaciones desde 1991, ascendía únicamente a 1.157 Millones de Pta de 1982, con un ratio beneficio/coste de escasamente 1'3 y una relativamente modesta TIR de 12,8% (Véase Anexo IV)



CAPITULO 3. ANALISIS DE LOS PRINCIPALES ESTUDIOS DE VALORACION DE SERVICIOS GEOLOGICOS/TOPOGRAFICOS INTERNACIONALES

Como etapa preliminar con anterioridad a acometer en 2005 el estudio empírico aplicable al Plan MAGNA, se realizó una recopilación de distintas informaciones sobre ejercicios similares desarrollados por los distintos Servicios Geológicos y Geográficos a nivel mundial, al objeto de poder determinar las metodologías que podrían resultar en su caso más adecuadas.

Un objetivo adicional de dicha etapa preliminar fue asimismo y mediante el análisis de posibles dificultades o carencias encontradas en la realización de dichas valoraciones, el poder desarrollar las correspondientes mejoras metodológicas de posibles aplicaciones a la evaluación del Plan MAGNA.

Un resumen de las informaciones sobre los principales métodos de valoración de programas topográficos/geológicos utilizados a nivel mundial por los distintos países será por tanto el objeto del presente capítulo

3.1 REINO UNIDO

3.1.1 Servicio Topográfico Británico (OS)

El Servicio Topográfico Británico (OS), en el estudio “La contribución económica de la información topográfica (OS) de GB”, hizo una estimación del valor de sus productos basada en el valor añadido total generado principalmente por aquellas actividades económicas que lo utilizan, obteniendo lógicamente un valor enorme, entre 79 y 136 Millardos de Libras, equivalentes aproximadamente a 120 y 205 Millardos de euros respectivamente

- * Introduce el concepto de disposición al pago de los usuarios como valor de los servicios topográficos, pero utiliza para su estimación el valor añadido generado, ante la dificultad de desarrollar encuestas de usuarios en el corto periodo considerado de únicamente tres meses
- * Dicha estimación del valor añadido generado sobre el que tiene influencia la información topográfica, está compuesta por los distintos conceptos de beneficio tanto tangibles como intangibles obtenidos principalmente por sus usuarios, como queda reflejado en la Figura 9 siguiente:

ESTUDIO “LA CONTRIBUCION ECONÓMICA DE LA INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA (OS) DE GB”

BREVE DESCRIPCIÓN

<u>TIPO DE BENEFICIOS</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>VALOR EN R.U.</u>
– Tangibles directos	} Medidos como los ingresos totales de la OS	£ 80 Millones
– Tangibles indirectos de sus suministradores		
– Tangibles indirectos de los distribuidores	Medidos como los márgenes distribuidores de sus productos	£ 6 Millones
– Tangibles indirectos de los usuarios	La información topográfica es un recurso necesario para la producción de bienes y servicios	£ 79-136 Millardos
– Tangibles indirectos de los competidores	La información topográfica de la OS es utilizada para producir los productos de la competencia	No cuantificados
– Intangibles	La OS suministra otros beneficios medioambientales y sociales no reflejados económicamente	No cuantificados
– <u>Valor añadido global influenciado</u>		<u>£ 79-136 Millardos</u>

FIGURA 9

FUENTE: OXERA 1999

3.1.2 Servicio Geológico Británico (BGS)

El Servicio Geológico Británico (BGS) calculaba, en el estudio “El valor económico de los mapas geológicos de BGS en el Reino Unido”, el valor anual de los mapas geológicos del Reino Unido en 1996, como un porcentaje de ahorro del total del volumen económico de las distintas actividades usuarias, obteniendo un resultado de 18,9 Millones de libras, aproximadamente 23’3 Millones de euros como puede verse en la Figura 10.

Dicho estudio desglosaba para un detallado listado de 19 distintos sectores de utilización, los beneficios correspondientes en tres conceptos. Los beneficios generados con implicaciones para la salud, para el medioambiente o con efectos económicos.

ESTUDIO “EL VALOR ECONÓMICO DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DE BGS EN EL REINO UNIDO”

RESUMEN DE RESULTADOS

<u>Sectores de utilización</u>	<u>Tipo de beneficios</u>			<u>Beneficio anual</u> (£ Millones)
	Salud	Medioambiente	Financieros	
Minerales industriales		X	X	2,1
Vertederos	X	X		0,4
Evaluación medioambiental	X	X		0,2
Planificación local y regional		X		0,7
Gestión de costas		X		0,2
Gestión hidráulica		X		0,7
Gestión hidrogeológica	X	X		0,3
Construcción excepto carreteras		X	X	4,1
Construcción de carreteras			X	4,5
Seguros y transmisiones			X	2,5
Educación			X	0,2
Investigación académica			X	
Hidrocarburos			X	1,6
Carbón			X	0,2
Salud	X			1,2
Conservación		X		
Turismo y ocio			X	
Agricultura		X	X	
Forestal		X	X	
<u>Total</u>				<u>18,9</u>

FIGURA 10

FUENTE: BGS 1996 (NO PUBLICADO)

Asimismo este estudio del BGS incluía dos ejemplos de casos reales de utilización de las informaciones geológicas para la planificación urbana y la explotación de gravas, que significaban unos beneficios estimados en el equivalente de 2'3 y 5'0 Millones de euros respectivamente y cuyo resumen queda reflejado la Figura 11 siguiente:

ESTUDIO “EL VALOR ECONÓMICO DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DE BGS EN EL REINO UNIDO”

RESUMEN ESTIMACIONES CASOS DE RIPON Y GARSTAN

NIVEL DE ANALISIS	GEOLOGIA LOCAL DE RIPON	GEOLOGIA LOCAL DE GARSTANG
Sectores	Planificación de infraestructuras, desarrollo urbano y control de edificios	Minerales industriales
Resultados	La subsidencia de terrenos por la disolución de yesos obligó a nuevos reglamentos de planeamiento	Explotación de unos depósitos de gravas identificados durante el desarrollo de la investigación geológica
Beneficios de la investigación geológica	Eliminación de los costes relacionados con la subsidencia de terrenos	Beneficios directos por el desarrollo comercial de un yacimiento mineral
Hipótesis básicas	Las decisiones sobre la utilización de terrenos se mantienen pero las directrices de planeamiento obligan a inversiones preventivas Las inversiones preventivas aseguran frente a daños estructurales futuros	Valor de la producción mineral como razonable medida de los beneficios obtenidos Valor estimado del terreno para su utilización agrícola
Costes de la investigación geológica	£14.500 (€20.700)	£263.000 (€375.200)
Periodo temporal considerado	30 Años	16 Años
VAN de los beneficios con tasa de descuento de 5%	£1,6 Millones de costes eliminados en futuras reparaciones estructurales, aproximadamente €2,3 Millones	£3,5 Millones como valor neto de la extracción frente a la utilización agrícola, aproximadamente €5,0 Millones

FIGURA 11

FUENTE: BGS 1996 (NO PUBLICADO)

Otro estudio del Servicio Geológico Británico (BGS) de interés en nuestro caso, es el suministro de agua del Estado de Benue en Nigeria, cuyas principales características están resumidas en las Figuras 12 y 13 siguientes.

La metodología coste-beneficio aplicada por el Servicio Geológico Británico (BGS) en la evaluación en dicho caso del suministro de agua del Estado de Benue en Nigeria, requiere para cada una de las opciones comparadas, de una definición y cuantificación precisa de todos y cada uno de los efectos inducidos generados.

EVALUACION HIDROGEOLÓGICA DEL ESTADO DE BENUE (NIGERIA)
METODOLOGIA APLICADA

* La metodología de valoración de un programa geológico aplicada en el caso del Estado de Benue en Nigeria es la del análisis coste-beneficio

- | | |
|---|---|
| - Definir e identificar todos los costes y beneficios asociados con el proyecto/ programa para el periodo adecuado | . Costes del desarrollo de una campaña hidrogeológica vs beneficios posibles de reducción del número de sondeos fallidos |
| - Determinar la incidencia de todos los costes y beneficios y cuantificarlos en términos monetarios para el periodo considerado | . Determinación de los costes de la evaluación hidrogeológica de acuerdo con presupuestos, registros y facturas, de los ratios de éxito de los sondeos con y sin información hidrogeológica y de los costes medios de perforación
. Diferencia entre costes totales de perforación sin información y costes totales de perforación con información, más los costes de la evaluación hidrogeológica |
| - Ajuste temporal de los valores identificados con una tasa de descuento adecuada | . Periodo temporal considerado de 10 años y tasa real de 10% |
| - Aplicar un criterio de decisión | . VAN, ratio beneficio/coste o TIR |

FIGURA 12

FUENTE: BGS 2002 (NO PUBLICADO)

El incremento sustancial generado por una mejor/mayor información geológica en el ratio de éxito de los sondeos, entre el 15'7% y el 75'5%, implica una valoración mediante el método del VAN, de la campaña hidrogeológica del Estado de Benue en Nigeria superior a 1'07 Millones de euros, con un ratio beneficio/coste de 1'47, como puede confirmarse en la Figura 13

EVALUACIÓN HIDROGEOLÓGICA DEL ESTADO DE BENUE (NIGERIA)

RESUMEN RESULTADOS

* Tipo de evaluación de beneficios	– Análisis coste-beneficio de los mapas y la investigación hidrogeológica
* Comparación realizada	– Costes de los desarrollos de suministros de agua potable con y sin informaciones de la investigación hidrogeológica
* Beneficios cuantificados	– Reducción de costes de perforación de sondeos, debidos al incremento de su ratio de éxito desde 15,7 % hasta 75,5 %
* VAN de los costes totales sin información hidrogeológica	– £ 2.972.661 en actividades de perforación 1272 sondeos
* VAN de los costes totales con información hidrogeológica	– £ 2.221.522, de los cuales £ 619.304 corresponden a actividades de perforación de 265 sondeos y £1.602.218 a la campaña hidrogeológica
* VAN de los beneficios de la campaña hidrogeológica	– £ 2.353.357, aproximadamente €3'36 Millones
* VAN de los beneficios netos de la campaña hidrogeológica	– £ 751.139, aproximadamente €1'07 Millones
* Ratio beneficios/costes de la campaña hidrogeológica	– 1'47

FIGURA 13

FUENTE: BGS 2002 (NO PUBLICADO)

3.2 AUSTRALIA

Las modificaciones del Gobierno Federal Australiano, generadas a partir del cambio en la estrategia de su Administración Pública en 1984, han permitido un desarrollo sustancial tanto del conocimiento como de la aplicación del concepto de coste-beneficio para la gestión pública. Habiéndose incluso abierto el debate sobre la posible conveniencia de la privatización de muchos Servicios Públicos, entre otros la de los Servicios Geológicos:

- * El Estado de Nueva Gales del Sur adoptó una estrategia de “gestión pública” en 1986 y Australia del Sur lo hizo en 1990

- * El Estado de Queensland adoptó la estrategia de “gestión para resultados” en 1998

- * La conferencia de geólogos del Gobierno de Australia tuvo en los 90 como uno de sus temas centrales el concepto coste-beneficio
 - El Servicio Geológico de Nueva Gales del Sur realizó un análisis coste-beneficio de sus actividades en 1990

- * “Periódicamente comentamos sobre la privatización de los servicios geológicos... la actividad central de elaboración de mapas debe ser realizada internamente... pero existen las siguientes razones para mantener la financiación pública de los programas geológicos:
 - La necesidad de una experiencia geocientífica estable
 - La diferencia entre las capacidades geocientíficas requeridas para la elaboración de mapas y las comerciales
 - La falta de rentabilidad intrínseca de las tareas de elaboración de informaciones geológicas
 - La necesidad de asegurar un acceso confidencial, equitativo y justo a la información geológica”

(Observaciones sobre la financiación de los servicios geológicos, Dr. David F. Blight, Director Ejecutivo, Office of Minerals & Energy Resources, Primary Industries and Resources South Australia)

3.2.1 TESIS “VALORACION DE LOS SERVICIOS GEOLÓGICOS ESTATALES” DEL ESTADO DE QUEENSLAND

Un ejemplo de la valoración de las actividades geológicas realizada en Australia correspondiente al Estado de Queensland, es la tesis doctoral “Valoración de los Servicios Geológicos Estatales”. Dada la existencia de grandes zonas con potencial minero todavía inexploradas en dicho Estado, la valoración esta únicamente basada en el impacto generado por la posible explotación de nuevos recursos mineros.

Un resumen de los objetivos y resultados de dicho estudio se reflejan en la figura 14 siguiente:

TESIS “VALORACIÓN DE LOS SERVICIOS GEOLÓGICOS ESTATALES DEL ESTADO DE QUEENSLAND”

RESUMEN Y OBJETIVOS

- * Su objetivo es la evaluación de los programas de mejora de la información geológica que los distintos Estados australianos están desarrollando actualmente

- * La metodología utilizada consiste en analizar los procesos económicos que los Gobiernos Estatales pretenden influenciar mediante el suministro de mejor información geocientífica, ...
 - El desarrollo de mayores inversiones en exploración minera, al reducir los riesgos de fracasos e incrementar las posibilidades de hallazgos de yacimientos
 - . Se presenta el caso del incremento en el potencial de identificación de depósitos de “porphyry copper” en la región de Yarrol

 - La mejora en la gestión de los recursos minerales estatales, gracias a unos más adecuados e informados procesos de toma de decisiones políticas

- * ... al objeto de valorar los programas geológicos, por los incrementos que puede generar la disponibilidad de una información más detallada en las inversiones en exploración minera y por tanto en los flujos de “royalties” correspondientes a los nuevos depósitos localizados
 - En el caso del Estado de Queensland, incluyendo todos los minerales con la excepción del petróleo, se obtiene un VAN global de los programas geológicos con una tasa de descuento del 6%, entre AUS\$ 117 y 166 millones, dependiendo de los distintos escenarios considerados

FIGURA 14

FUENTE: MARGARETHA SCOTT, UNIVERSIDAD DE QUEENSLAND, 1999

3.3 ESTADOS UNIDOS

3.3.1 Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS)

La abundante bibliografía publicada por el Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS), respecto del valor económico de sus cartografías geológicas está siempre ligada a casos reales y soportada por cálculos empíricos específicos, no pudiendo por tanto las valoraciones obtenidas ser globales. En la Figura 15 siguiente se presenta un listado no exhaustivo de algunos de los principales estudios de los distintos Servicios Geológicos correspondientes a las distintas zonas del país.

VALORACIONES ECONÓMICAS DE CARTOGRAFÍAS GEOLÓGICAS **BIBLIOGRAFIA USGS**

- * Costes de la información geológica en la exploración de minerales: Caso del “porphyry copper” (1984)
- * Una aplicación probabilística a la cartografía de riesgos de desprendimiento de tierras en Cincinnati, Ohio, con aplicaciones para la evaluación económica (1988)
- * Una evaluación económica y geográfica de un riesgo natural espacial: estudio de reglas para la mitigación del desprendimiento de tierras (1988)
- * Sistemática de detección de riesgos sísmicos o volcánicos: una evaluación económica de los cambios en las percepciones de riesgos (1990)
- * **El valor social de los mapas geológicos (1993)**
- * Mitigación de los riesgos sísmicos: Utilización de la ciencia para las decisiones sobre seguridad (1994)
- * Estimación del valor social de la información de los mapas geológicos: Una aplicación regulatoria (1996)
- * Cartografía de los cambios temporales en la probabilidad de deslizamiento de suelos/flujo de derrubios (1998)
- * Una evaluación interdisciplinar de la vulnerabilidad no focalizada de las aguas subterráneas a escala regional: Teoría y aplicación (2001)
- * Una aplicación de la teoría de carteras a la evaluación de políticas de mitigación de desastres naturales: Aplicación al caso de hundimiento lateral de suelos en la costa de California (2001)
- * El valor de los mapas geológicos gubernamentales para la industria de exploración mineral
- Dos casos basados en cartografías geocientíficas multidisciplinares (2001)
- * California 2002 resistente a los desastres: Comprender los beneficios y la disposición al pago por la mitigación de fenómenos sísmicos (2002)

FIGURA 15

FUENTE: USGS

Muy en particular en el estudio destacado en la anterior Figura 15 “El valor social de los Mapas Geológicos”, el Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS) estima, el valor de una cartografía geológica de mayor escala para el condado de Loudon en Virginia, mediante la estimación de los ahorros generados en la localización de un vertedero y en el diseño de una carretera. Los resultados que se obtienen oscilan entre 1'1 y 3'0 Millones de euros, como podemos confirmar en la Figura 16.

ESTUDIO “EL VALOR SOCIAL DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS”

BREVE RESUMEN

*Beneficios evaluados	- Valoración empírica de un programa cartográfica de escala mayor
*Comparación realizada	- Decisiones sobre la utilización futura de los terrenos, en función de la utilización o no de la información geológica actualizada a mayor escala
*Beneficios cuantificados	- Eliminación de costes de descontaminación, de la necesidad de refuerzos de taludes o de pérdidas por desprendimientos laterales
*Rango de costes eliminados	- \$ 2.439.000 a 4.661.000
*Costes del programa de cartografía geológica	- \$ 1.157.000
*Rango de beneficios netos	- \$ 1.282.000 a 3.504.000, aproximadamente entre €1'1 y 3'0 Millones
*Rango del ratio beneficios/costes del plan de cartografía geológica	- 2,11 a 4,03

FIGURA 16

FUENTE: USGS 1993

En el caso del análisis de la localización óptima de un vertedero en Loudon, los beneficios generados por la adecuada decisión ascienden a 1'29 Millones de euros como puede confirmarse en la Figura 17. Dichos beneficios se corresponden con los ahorros producidos por una toma de decisión que contando con la información adecuada suministrada por una cartografía geológica de mayor escala, permite situar dicho vertedero en una localización que permitirá eliminar los hipotéticos costes de descontaminación para el futuro.

ESTUDIO “EL VALOR SOCIAL DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS”

LOCALIZACION DE UN VERTEDERO EN EL CONDADO DE LOUDON (VIRGINIA)

- * Necesidad de un vertedero de 2,5 km² para recoger los residuos del condado en los próximos 20 años
- * Determinación de las áreas adecuadas e inadecuadas para su localización, de acuerdo con la permeabilidad de los terrenos, medida mediante la variable caudal medio y la presencia o no de calizas
 - Para ello se han utilizado los mapas geológicos 1:500.000 de 1963 y los mapas de 1:100.000 de 1992

Resultados	Decisión sobre áreas		Nº de Cuadriculas	Status
	Mapa 1:500.000	Mapa 1:100.000		
Caso 1	Inadecuadas	Inadecuadas	61	Similar
Caso 2	Adecuadas	Inadecuadas	321	Infrarregulación
Caso 3	Inadecuadas	Adecuadas	0	Sobrerregulación
Caso 4	Adecuadas	Adecuadas	223	Similar

- * Cálculo de las pérdidas esperadas por la contaminación de los terrenos, eliminadas por la nueva cartografía geológica, tomando en consideración los efectos de probabilidad de contaminación en función de la permeabilidad de las rocas, para las 321 cuadriculas infrarreguladas
 - Pérdidas hipotéticas eliminadas estimadas en un valor aproximado de \$ 1.504.000, aproximadamente €1'29 Millones

FIGURA 17

FUENTE: USGS 1993

A los anteriores valores debemos asimismo añadir los beneficios estimados por el adecuado diseño, mediante la utilización de una cartografía geológica de mayor escala, de una carretera que minimice la necesidad de refuerzos o el riesgo de desprendimientos. Dichos beneficios se evalúan entre 0'8 y 2'7 Millones de euros para el corredor de circunvalación de Washington D.F., en el condado de Loudon del Estado de Virginia como se puede confirmar en la Figura 18 siguiente:

ESTUDIO “EL VALOR SOCIAL DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS”

CORREDOR DE CIRCUNVALACIÓN DE WASHINGTON D.F. EN EL CONDADO DE LOUDON ESTADO DE VIRGINIA

- * Se considera el desarrollo de un corredor de transporte en el condado de Loudon en Virginia para circunvalar a Washington D.F.
- * Se determinan las áreas con necesidad o no de refuerzos en los laterales de la carretera, de acuerdo con la variable resistencia al corte de las rocas, como definición del riesgo futuro de desprendimientos de taludes
 - Se utilizan los mapas geológicos 1:500.000 de 1963 y los mapas 1:100.000 de 1992

Resultados	Decisión sobre áreas		Nº de Cuadriculas	Status
	Mapa 1:500.000	Mapa 1:100.000		
Caso 1	Necesidad de refuerzo	Necesidad de refuerzo	3889	Similar
Caso 2	Refuerzo no necesario	Necesidad de refuerzo	1041	Infravaloración
Caso 3	Necesidad de refuerzo	Refuerzo no necesario	2237	Sobrevaloración
Caso 4	Refuerzo no necesario	Refuerzo no necesario	1504	Similar

- * Cálculo de los ahorros por la no necesidad de aplicación de refuerzos y por la eliminación de las posibles pérdidas esperadas por desprendimientos, debidos a la utilización de la nueva cartografía y tomándose en consideración efectos probabilísticos
 - Beneficios estimados entre \$ 935.000 y 3.157.000 en función del diseño seleccionado, aproximadamente entre €0'8 y 2'7 Millones

FIGURA 18

FUENTE: USGS 1993

De la inquietud por la rentabilidad de las actividades de la mayoría de los Servicios Públicos de los EE.UU. y muy en particular del USGS anteriormente indicada, se desprenden unos objetivos para la próxima década para su división geológica enormemente prácticos, que quedan reflejados de manera resumida en la Figura 19.

OBJETIVOS DE LA DIVISIÓN GEOLÓGICA DEL USGS

(2000-2010)

- * Desarrollar evaluaciones geológicas de riesgos para desarrollar planificaciones de mitigación de posibles riesgos naturales/medioambientales
- * Suministrar predicciones a corto plazo de los posibles desastres geológicos caracterizando rápidamente sus principales efectos
- * Avanzar en el conocimiento de los recursos energéticos y minerales nacionales en un contexto global tanto geológico, económico como medioambiental
- * Anticipar por tanto los potenciales impactos a nivel medioambiental de la posible variabilidad climática futura
- * Establecer las infraestructuras geológicas necesarias para los adecuados funcionamientos y estructuración de ecosistemas
- * Avanzar en la interpretación de las posibles relaciones entre la salud humana y los procesos geológicos
- * Determinar los controles geológicos necesarios para poder preservar adecuadamente los recursos de aguas subterráneas, así como para la conservación del total aislamiento de residuos potencialmente peligrosos

FIGURA 19

FUENTE: USGS 1998

Asimismo, USGS cuenta con su Centro de Política Científica, como centro permanente especializado en la determinación de las diferentes implicaciones de sus programas de investigación, así como para la evaluación económica y social de éstos. Los principales objetivos y algunos ejemplos de los programas en curso de dicho Centro se reflejan de manera resumida en la Figura 20 siguiente:

CENTRO DE POLÍTICA CIENTÍFICA DEL USGS

PRINCIPALES OBJETIVOS Y EJEMPLOS DE PROGRAMAS EN CURSO

- * Desarrollar técnicas avanzadas para poder monitorizar los cambios en la superficie terrestre
 - Evaluación del uso del territorio en la calidad de las aguas y en la salud del ecosistema del lago Tahoe
- * Desarrollar mapas de estadísticas dinámicas que permitan interpretar los factores que afectan a los cambios superficiales
 - Vulnerabilidad no focalizada de las aguas subterráneas y superficiales
 - Mitigación de riesgos sísmicos y de tsunamis
- * Desarrollar modelos espaciales de respuesta de la superficie terrestre a los estímulos naturales y humanos
 - Análisis de políticas de mitigación de riesgos naturales
 - Políticas de mitigación de riesgos medioambientales
 - Análisis coste-beneficio de las cartografías geológicas
- * Desarrollar métodos de comunicación y asistencia en la gestión y el mantenimiento de ecosistemas
 - El analizador de carteras de propiedades
 - Modelos de gestión del territorio
 - Comunicación de los riesgos medioambientales
 - Sistema de información geológica participativo

FIGURA 20

FUENTE: USGS 2002

3.3.2 Estudio de los Servicios Geológicos de Illinois (ISGS) y Kentucky (KGS)

El rango de los beneficios de un programa geológico, extrapolados a todo el Estado de Illinois, estimados en el estudio “Beneficios y costes de los Mapas Geológicos de los condados de Boone y Winnebago en Illinois”, mediante la adecuada localización de vertederos en los condados de Boone y Winnebago, evaluados entre (25'3) y 234'7 Millones de euros por el Servicio Geológico de Illinois (ISGS) pueden confirmarse en la Figura 21 siguiente:

ESTUDIO “BENEFICIOS Y COSTES DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DE LOS CONDADOS DE BOONE Y WINNEBAGO EN ILLINOIS”

BREVE DESCRIPCION

*Tipo de evaluación de beneficios	– Análisis-coste beneficio del programa de mapas geológicos de ambos condados y su aplicación a nivel de todo el Estado de Illinois
*Hipótesis del trabajo	– La información geológica ayudaría a una mejor localización de vertederos en ambos condados, lo que permitiría una reducción de los futuros costes de limpieza/descontaminación por reducción de los riesgos medioambientales – Tasa de descuento del 10%
*Metodología	– Envío de cuestionarios a usuarios de relieve, posteriormente complementados mediante entrevistas personales y contactos telefónicos para determinar/comprender los beneficios difícilmente cuantificables económicamente – Clasificación en distintos niveles de confianza para los distintos gastos futuros susceptibles de reducción por la información geológica y determinación de distintos escenarios de posibles costes futuros para una hipótesis de reducción constante del 50% – Extrapolación posterior a la totalidad del Estado de Illinois – Escenarios de posibles costes futuros de limpieza/descontaminación dependientes del desarrollo regulatorio específico y de su grado de implantación
*Rango del VAN de los costes del programa de mapas geológicos	– \$ 20'9 a 55'0 millones
*Rango del VAN de todos los beneficios del programa de mapas geológicos	– \$ 25'4 a 295'0 millones
*Rango del VAN de los beneficios netos del programa de mapas geológicos	– \$ (29,6) a 274,1 millones, aproximadamente entre €(25'3) y 234'7 Millones
*Rango de el ratio beneficios/costes	– Desde 0,46 a 14,11

FIGURA 21

FUENTE: ISGS 1991

3.3.2.1 Breve introducción del Servicios Geológicos de Kentucky (KGS)

El Estado de Kentucky dispone de cartografía geológica de detalle a escala 1:24.000 desde 1978, pudiendo describirse la evolución en el tiempo de dicha cartografía geológica en la Figura 22 siguiente:

ESTADO DE KENTUCKY

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE SU CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- * El programa geológico de hojas cuadrangulares del Estado de Kentucky tiene su origen en 1940, cuando se inicia el programa topográfico cuadrangular y se elabora la cuadrícula geológica de Cub Run en 1942, como parte de la tesis doctoral del Dr. W. Hagan

- * Cuando en 1960 el Dr. Hagan fue nombrado director del Servicio Geológico de Kentucky (KGS), inició el desarrollo de un programa cooperativo con el USGS que duró hasta 1978, para la elaboración de la cartografía geológica de todo el Estado a escala 1:24.000, cuadrángulos de 7,5 minutos, que consta de 707 hojas con un coste de \$ 20 millones
 - Los beneficios para el Estado de Kentucky han sido enormes, con un ratio beneficio /coste conservadoramente estimado de 100:1, debido al descubrimiento de yacimientos de petróleo, gas, carbón y minerales y ahorros en la construcción y en el diseño de carreteras

 - Estos esfuerzos han hecho del Estado del Kentucky una de las áreas con mejor cartografía geológica a nivel mundial

- * Actualmente el KGS está involucrado en un ambicioso programa de digitalización de su cartografía geológica, que permitirá al Estado de Kentucky tener digitalizadas la totalidad de sus hojas geológicas en 2005
 - La información digital de KGS consistirá, además de en cartografía digitalizada, en una base de datos sobre los mapas geológicos, que incluirá informaciones sobre depósitos minerales y aguas subterráneas, estratigrafía, paleontología, geología estructural, geofísica, geoquímica e ingeniería

FIGURA 22

FUENTE: USGS 1998

El Estado de Kentucky ha sido asimismo desde 1965, uno de los pioneros en la búsqueda del sentido económico de los programas de cartografías geológicas tal y como queda reflejado en algunas de sus publicaciones y organizaciones brevemente descritas en la Figura 23 siguiente:

PUBLICACIONES Y OBJETIVOS ECONÓMICOS SERVICIO GEOLÓGICO DE KENTUCKY (KGS)

- * La aplicación de los nuevos mapas geológicos al crecimiento económico de Kentucky (1965)
 - “Los nuevos mapas geológicos... están siendo beneficiosos para el crecimiento económico e industrial de Kentucky. Estos mapas están siendo útiles para la elaboración de mapas de suelos, ordenación y planeamiento territorial, programas de reforestación, estudios hidrogeológicos, proyectos de construcción, investigación de materiales para carreteras, exploración de recursos minerales, docencia y varios aspectos del desarrollo industrial...

 - ... Han indicado asimismo la existencia de varios yacimientos minerales comerciales. El desarrollo de estos yacimientos reembolsará varias veces la contribución del Estado al programa de mapas geológicos”

- * Una evaluación económica del programa de cartografía geológica de Kentucky (1979)
 - El valor de un yacimiento de carbón de 70 a 80 millones de toneladas, descubierto gracias a estos mapas, estimado en más de \$1.100 millones, es decir más de 55 veces el coste de todo el programa de mapas geológicos del Estado

- * Hitos en la geología de Kentucky: principales realizaciones de Servicio Geológico de Kentucky (1985)
 - El Estado de Kentucky ha desarrollado 11 programas de mapas geológicos desde 1854, hasta llegar a ser el Estado de los EE.UU. con los mejores mapas geológicos

FIGURA 23

FUENTE: KGS

3.3.2.2 Estudio “Beneficios económicos de los mapas Geológicos detallados de Kentucky” realizado por el ISGS

El ISGS utilizó, en el estudio “Beneficios económicos de los mapas geológicos detallados de Kentucky”, la metodología de la encuesta de usuarios, para determinar el valor de la cartografía geológica detallada del Estado de Kentucky tal y como se describe brevemente en la Figura 24 siguiente:

ESTUDIO “BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DETALLADOS DE KENTUCKY”

METODOLOGÍA

- * El KGS compiló una lista de más de 2.200 individuos y compañías con alta probabilidad de haber utilizado mapas geológicos cuadrangulares (GC) de Kentucky
 - Miembros de la asociación geológica de Kentucky, consultores geológicos, consultores medioambientales, reguladores gubernamentales, compañías mineras, investigadores, responsables de planeamiento y profesores

- * A dicho grupo le fue enviado un cuestionario cuidadosamente diseñado (véase Anexo V) con el objeto de cubrir los siguientes objetivos:
 - Determinación de las actividades que requieren la utilización de los mapas GC
 - Descubrir qué características de los mapas son valoradas por los usuarios
 - . Litología, contactos entre formaciones, estructuras, escalas, papel vs digital
 - Evaluar la importancia de la utilización de los mapas GC en los proyectos desarrollados por los usuarios
 - Determinar cómo contribuyen los mapas GC en cuanto a calidad, credibilidad, costes y otros conceptos en las tareas de los usuarios
 - Estimar el valor económico de los mapas GC para los usuarios

FIGURA 24

FUENTE: ISGS 2000

Dicho estudio incluye la tabulación informática de 27.000 datos y las más de 2.200 respuestas cualitativas de los 440 cuestionarios completados, como queda reflejado en la Figura 25 siguiente:

ESTUDIO “BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DETALLADOS DE KENTUCKY”

ENCUESTA REALIZADA

- * La duración del estudio en sí mismo fue de ocho meses y después se emplearon cuatro meses adicionales para la revisión, tabulación y análisis de los resultados obtenidos

- * De los 2.200 cuestionarios enviados se recibió respuesta a aproximadamente 440, obteniéndose por tanto un ratio aproximado de respuesta del 20%
 - Se elaboraron tabulaciones informáticas de las respuestas para su análisis, que incluyeron 27.000 datos aproximadamente

 - Se recogieron más de 2.200 respuestas descriptivas/cualitativas con un éxito relativo debido a ciertas dificultades de interpretación
 - “Las respuestas cualitativas fueron de utilidad limitada, pues fue muy laborioso/difícil el poder extraer conclusiones”

(Dr. S. B. Bhagwat, Economista Minero Senior, ISGS)

FIGURA 25

FUENTE: ISGS 2000

Concluyendo dicho estudio de evaluación de un programa geológico en cuanto a valoración cuantitativa con un fuerte respaldo a la gran importancia de la cartografía geológica de detalle para numerosas actividades económicas, como queda resumido en la Figura 26 siguiente:

ESTUDIO “BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DETALLADOS DE KENTUCKY”

PRINCIPALES CONCLUSIONES

- * Las principales conclusiones respecto de la utilización de los mapas geológicos confirman ciertas ideas ya intuitivas de antemano
 - La información geológica es fundamental para un gran número de actividades económicas y gubernamentales
 - Se reflejan 25 aplicaciones diferentes ligadas tanto a la exploración minera, al medioambiente, a la prevención de riesgos, a la ingeniería, al urbanismo, al planeamiento regional como al sector inmobiliario
 - Los mapas GC de la escala mayor 1:24.000 y que además pueden incluir informaciones sobre litología, características estructurales y contactos entre formaciones son los preferidos por los usuarios
 - Considerando los usuarios los mapas geológicos digitales de utilidad

- * Las principales conclusiones cualitativas, aunque limitadas, obtenidas corroboran la importancia de los mapas GC a través de:
 - Su influencia sobre la calidad del trabajo desarrollado, principalmente mediante una mejor detección de yacimientos, una mejor minería y una mayor precisión en las perforaciones
 - Las dificultades que acarrearía entre otras su no disponibilidad, serían mayores fracasos en los sondeos y mayores dificultades en el desarrollo de proyectos medioambientales, en cuanto a incremento de costes para los usuarios generales por la falta de información

FIGURA 26

FUENTE: ISGS 2000

En cuanto a la evaluación del impacto económico de dicho programa geológico, se obtiene un valor agregado entre 1.926,8 y 3.019,4 Millones de euros con un ratio beneficio/coste variando entre 25'0 y 39'2, tal y como queda reflejado en la Figura 27 siguiente:

ESTUDIO “BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DETALLADOS DE KENTUCKY”

VALORACIÓN ECONÓMICA

* Valor mínimo esperado de un mapa GC	\$ 27.776
* Valor máximo esperado de un mapa GC	\$ 43.527
* Valor dispuesto a pagar esperado por un mapa GC	\$ 342
* Ventas documentadas de mapas GC de Kentucky 1972-99	81.000
* Ventas estimadas de mapas GC de Kentucky 1972-99	>243.000
* Valor total de los costes del programa de mapas GC de Kentucky (\$ de 1999)	\$ 90'0 Millones, aproximadamente €77'1 Millones
* Valor mínimo agregado esperado de los mapas GC	\$ 2.249'9 Millones, aproximadamente €1.926'8 Millones
* Valor máximo agregado esperado de los mapas GC	\$ 3.525'7 Millones, aproximadamente €3.019'4 Millones
* Rango del valor agregado de la disposición de pago de los mapas GC	\$ 27'7 a 83'1 Millones

FIGURA 27

FUENTE: ISGS 2000

4. METODOLOGIA PROPUESTA PARA LA CUANTIFICACION DEL VALOR ECONOMICO Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA

La metodología propuesta, consistente en la adaptación parcial de la metodología del Servicio Geológico de Illinois al caso español, intentó con algunas de las opciones adicionales incluidas, superar algunas de las dificultades sufridas en la valoración de los mapas geológicos de Illinois y de los cuadrangulares de Kentucky e implicaba el desarrollo tentativo de las siguientes actividades:

- * La elaboración de un cuestionario específico dirigido a los usuarios de hojas del plan MAGNA que permita comprender
 - Actividades para las que dichos mapas son utilizados
 - Posible interés/ventajas de la escala 1:50.000 vs otros tamaños de escala
 - Importancia económica de la inversión necesaria para la obtención de informaciones geológicas requeridas para el desarrollo de los distintos tipos de proyectos potencialmente usuarios
 - Ahorros estimados en el desarrollo de las actividades de sus usuarios por la existencia de las hojas MAGNA
 - Disposición al pago de los usuarios respecto de la adquisición de las hojas MAGNA
 - (Opcional) Informaciones geológicas adicionales de posible interés para su inclusión en las hojas MAGNA
 - (Opcional) Valoración cualitativa de las hojas MAGNA: Ventajas, inconvenientes y mejoras potenciales de posible inclusión

- * Decisión sobre los colectivos de usuarios a contactar y determinación de las poblaciones respectivas y métodos/direcciones de contacto
 - Geólogos, Ingenieros de Minas, Empresas Mineras, Constructoras, Organismos de la Administración, Universidades, Consultorías Medioambientales, Sociedades Científicas y Técnicas y otros expertos de posible interés

- * Envío de cuestionarios y disponibilidad de línea de contacto para la ayuda en la cumplimentación de dichos cuestionarios
 - (Opcional) Reuniones personales con un número razonable de usuarios de importancia
 - (Opcional) Cumplimentación telefónica de un número sustancial de cuestionarios

- * Tabulación de las respuestas cuantitativas relacionados con la valoración económica del plan MAGNA de los distintos cuestionarios recibidos
 - (Opcional) Tabulación de las respuestas obtenidas relacionadas con la valoración cualitativa del Plan MAGNA

4.1 – PLAN DE TRABAJO Y SUS RESULTADOS PARA LA VALORACION ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA

La anterior metodología propuesta descrita se concretó e implicó el plan de trabajo, cuya descripción y resultados quedan resumidos en la Figura 28 siguiente:

VALORACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA **PLAN DE TRABAJO**

Recopilación de muy diversas fuentes una lista que incluiría más de 1.200 contactos potenciales de expertos de empresas e instituciones con gran probabilidad de haber utilizado las hojas geológicas 1:50.000 del Plan Magna. Dicha lista incluiría geólogos, consultores medioambientales, miembros de las distintas administraciones públicas, técnicos de compañías mineras, de compañías constructoras y de ingenierías, urbanistas, investigadores y profesores universitarios.

Estructuración de la participación en el estudio de los distintos colectivos anteriores, mediante la cumplimentación de un cuestionario cuidadosamente elaborado en colaboración con el IGME y los Colegios de Geólogos (ICOG) e Ingenieros de Minas. El cuestionario, cuya copia se adjunta en el Anexo VI, había de diseñarse con los siguientes objetivos en mente:

1. Determinar los distintos tipos de actividades para las que es necesaria la utilización de las hojas Magna.
2. Conocer la importancia que otorgan los distintos usuarios a la utilización de las hojas Magna en el desarrollo de los diferentes proyectos que realizan.
3. Conocer la valoración de los distintos usuarios sobre el interés de posibles informaciones adicionales no incluidas actualmente en las hojas Magna, de los mapas geomorfológicos actualmente publicados, de las diferentes escalas posibles o de los distintos soportes (digital o papel).
4. Determinar la contribución de las hojas Magna a la mejora, fundamentalmente de la calidad, la credibilidad y los costes, en la realización de las actividades de sus usuarios.
5. Estimar el valor económico de las hojas Magna para sus distintos usuarios.

Los resultados obtenidos en relación con las tres primeras cuestiones ayudarían a la planificación de los futuros programas y productos cartográficos del IGME. La cumplimentación de las otras dos preguntas serviría para determinar el valor económico de las hojas geológicas Magna, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

FIGURA 28

La campaña de envíos y cumplimentación de cuestionarios durante los meses de Junio (parcialmente), Julio y Agosto (parcialmente) de 2003 obtuvieron los resultados resumidos en la Figura 29 siguiente:

VALORACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA

CAMPAÑA DE ENVÍOS Y CUMPLIMENTACIÓN DE CUESTIONARIO

El cuestionario (véase anexo VI) contenía 12 preguntas detalladas, además de los datos opcionales de identificación y clasificación de la organización, requiriéndose a cada participante la cumplimentación de más de 50 respuestas numéricas o de SI/NO y 9 respuestas descriptivas.

Los cuestionarios fueron puestos en el correo el día 10 de junio de 2003, seguidos de una campaña telefónica de contactos desarrollados por el ICOG y Valgrande Remain, S.L., culminándose la encuesta a mediados del mes de agosto con la contabilización de la recepción de 311 cuestionarios.

De los anteriores cuestionarios recibidos, 118 podían considerarse como completos, siendo los restantes 193 mediana o limitadamente completos.

- Dichos resultados permitieron para las preguntas no económicas, obtener una respuesta mínima superior a 200 observaciones.
- En relación con las distintas cuestiones económicas, se pudieron contabilizar entre 156 y 205 respuestas, que incluían algún grado de descripción de las experiencias obtenidas durante la utilización de entre 934 y 2.567 hojas MAGNA.

Como resumen se podría indicar, que las tabulaciones de las anteriores observaciones requirieron la imputación de más de 8.400 datos numéricos o identificativos y de más de 1.200 respuestas descriptivas para su análisis posterior.

FIGURA 29

CAPITULO 5. LA VALORACION CUALITATIVA DEL PLAN MAGNA

5.1. LA UTILIZACION ACTUAL DE LAS HOJAS MAGNA PARA LA REALIZACION DE DISTINTOS TIPOS DE ACTIVIDADES

Como ya ha sido comentado, la información geológica, y por lo tanto las hojas MAGNA son requeridas para la realización de distintas tareas que cubren prácticamente la totalidad del espectro de las actividades empresariales de la sociedad. En el ejemplo de la muestra de respuestas obtenidas en la encuesta realizada, una media del 40'9% de las actividades de los distintos participantes durante los últimos 5 años requirió de la utilización de mapas geológicos.



Es de destacar la importante representación, entre los cuestionarios recibidos en relación con las respuestas al concepto de tipo de organización (véase Figura 30), de las actividades de ingeniería, universitarias y OPIS y minería e hidrocarburos, que suponen más del 63% de los expertos/empresas participantes. Correspondiendo el 37% restante a actividades tan dispares como pueden ser la administración pública en sus distintos niveles, la consultoría medioambiental, la construcción, la agricultura y los montes y un capítulo de otras, en el que se incluyen desde consultoras geológicas, hasta servicios de abastecimiento de agua, pasando por control de calidad, cartografía, consultores autónomos y la producción de ferroaleaciones.

Las figuras siguientes (Figuras 31 a 38) reflejan la primera evaluación global realizada sobre las razones de utilización de las hojas MAGNA a nivel del Estado Español por los distintos grupos de usuarios. En cada una de las figuras, que corresponde con cada una de las 7 diferentes grandes áreas de actividades económicas y medioambientales en las que se requiere la utilización de las hojas MAGNA, cada una de las barras indica para cada una de las distintas aplicaciones⁽¹⁾ el porcentaje de la totalidad de los encuestados que afirma realmente utilizar las hojas geológicas MAGNA.

La consideración de la gestión, extracción y desarrollo de recursos naturales (véase Figura 31) como la principal área de utilización de las hojas MAGNA, no hace más que indicar como se podría prever, la enorme importancia de la gestión de las aguas subterráneas y de las actividades mineras y de explotación de recursos naturales en todos sus ámbitos, a nivel estatal. Asimismo la relevancia de las utilizations de mapas geológicos para el desarrollo de proyectos medioambientales, de ingeniería y de urbanismo, todas con respuestas sobre utilizations superiores o iguales al 70%, refleja el enorme esfuerzo por un desarrollo moderno y riguroso de todo tipo de inversiones en infraestructurales, en que se encuentra inmersa la sociedad española en los últimos años (autovías, AVE, planes urbanísticos, ...).

La consideración de las aguas subterráneas como la categoría de uso más frecuente de hojas MAGNA, dentro de las categorías de actividades de gestión de los recursos naturales (Figura 32), indica tanto la importancia de las aguas subterráneas como un elemento fundamental para la vida humana, como la importancia de las hojas MAGNA para el desarrollo, utilización sostenible y protección de dichos recursos. De acuerdo con el IGME, una población superior a 13 millones de personas es abastecida en España mediante aguas subterráneas para su consumo de aguas potables, estando asimismo más del 70% de los sistemas públicos de abastecimiento de aguas de núcleos urbanos, suministrados al menos parcialmente con dichas aguas.

La segunda mayor utilización de las hojas MAGNA para la gestión, exploración y desarrollo de recursos naturales es la relacionada con las rocas y minerales industriales, otro componente de gran incidencia en la economía española. El fuerte crecimiento del sector rocas/minerales industriales viene originado fundamentalmente por dos causas, la fuerte inversión mencionada anteriormente en infraestructuras durante los últimos años y el gran desarrollo a partir de los años ochenta del sector piedra natural/ roca ornamental, hasta suponer una producción en 2001 de 335 millones de TM a nivel nacional, equivalente a 2.750 millones de euros.

Por el contrario, la limitada utilización de las hojas MAGNA para la gestión, explotación y desarrollo de recursos minerales metálicos, carbón o petróleo refleja el ya conocido declive de estas actividades extractivas en nuestro país en los últimos tiempos.

⁽¹⁾ La suma global de todas las distintas respuestas puede ser superior a 100%, ya que en la mayoría de las respuestas se indica más de una utilización.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA

ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR SU ORGANIZACIÓN QUE REQUIEREN LA UTILIZACIÓN DE HOJAS MAGNA

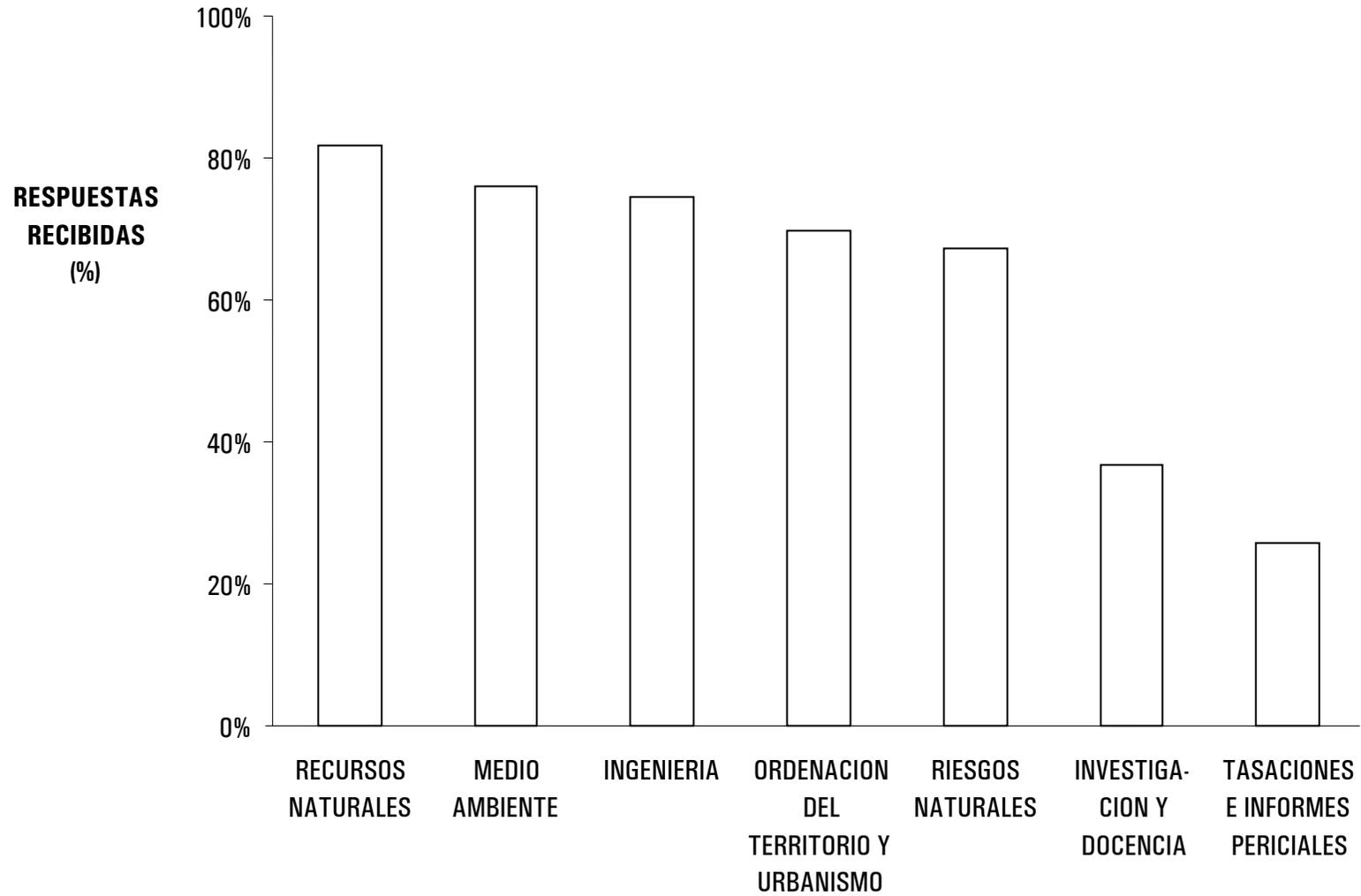


FIGURA 31

FUENTE: ENCUESTA USUARIOS

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA

LA UTILIZACIÓN DE HOJAS MAGNA EN ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LOS RECURSOS NATURALES

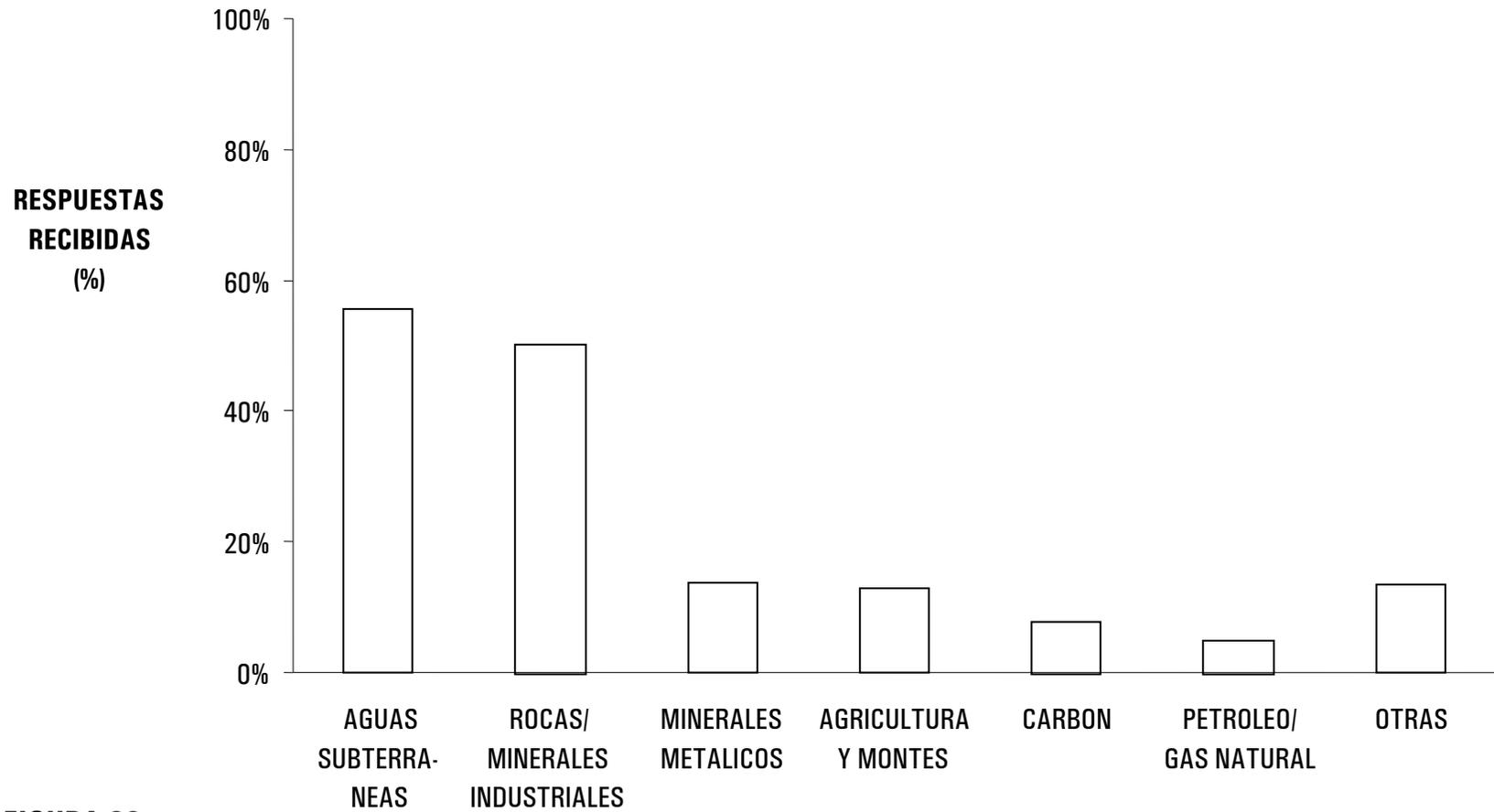
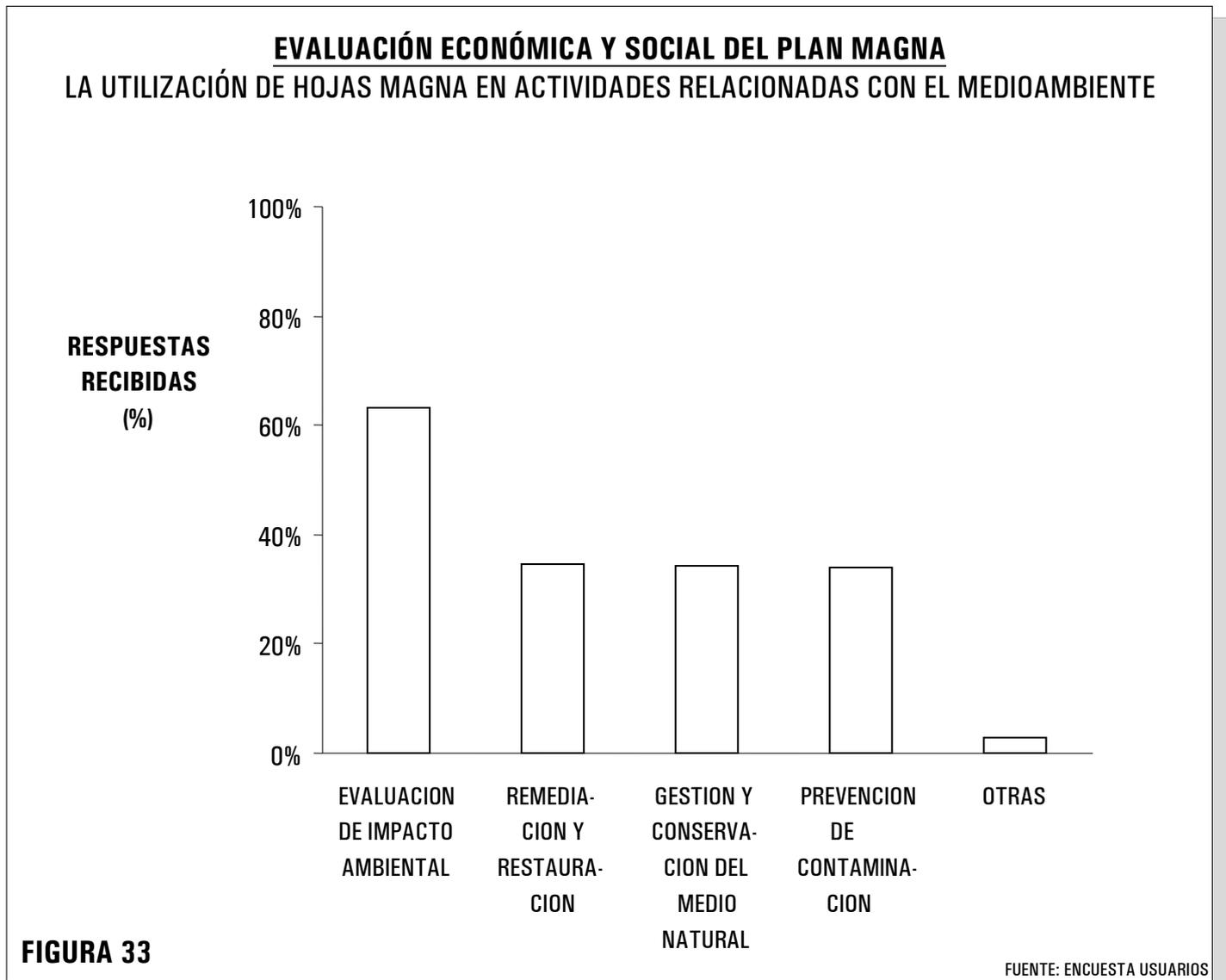


FIGURA 32

FUENTE: ENCUESTA USUARIOS

La utilización en más de un 63% de las respuestas, de las hojas MAGNA para tareas de evaluación de impacto ambiental entre las utilidades medioambientales (Figura 33) refleja la importancia acordada en las últimas reglamentaciones urbanísticas y de construcción a los estudios de impacto ambiental, unido al fuerte desarrollo inversor en esos campos ya comentado.

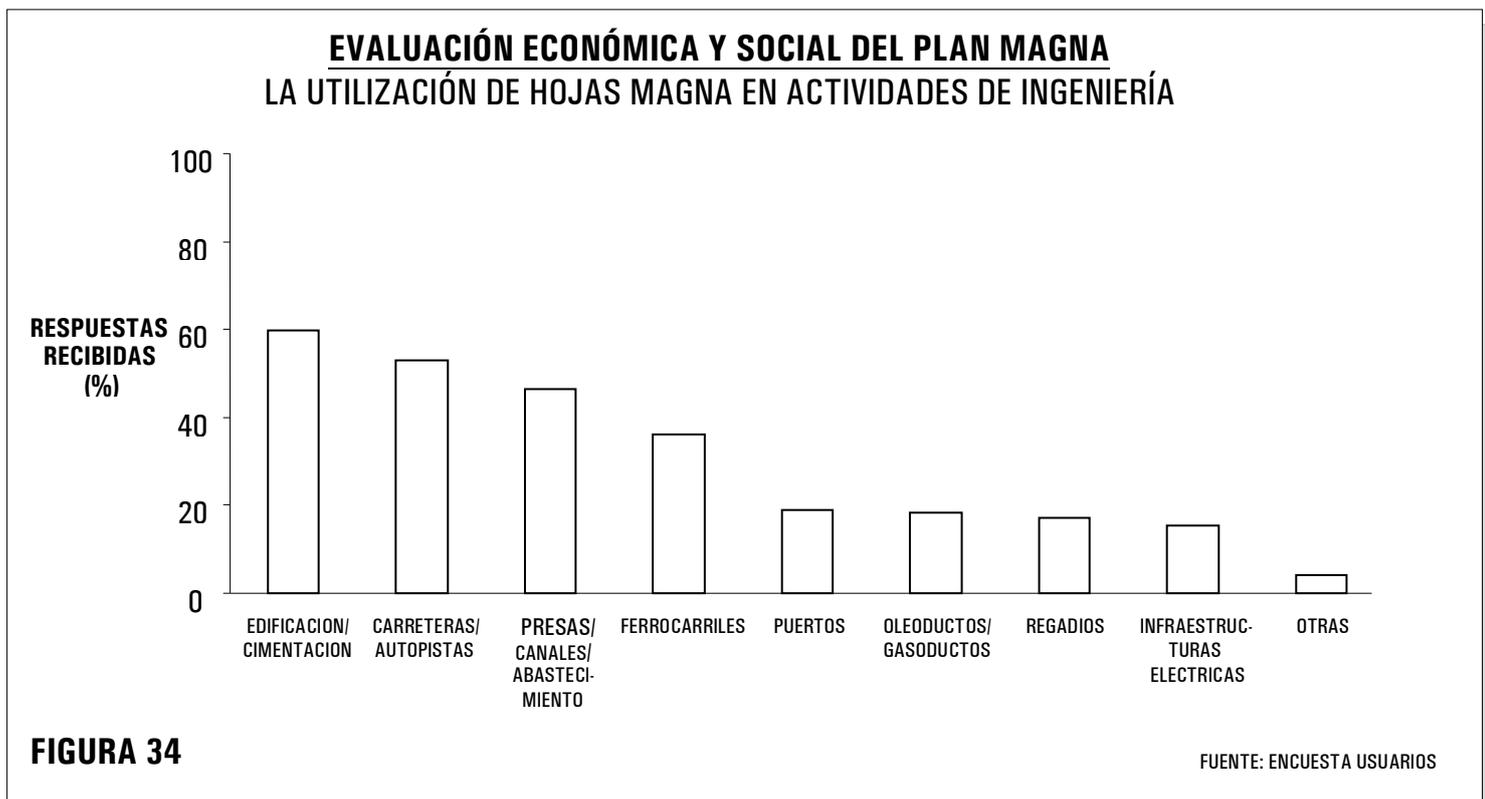


Al mismo tiempo, las actividades más tradicionalmente asimiladas con el sector medioambiental, como la remediación y la restauración, la gestión y la conservación del medio natural y la prevención de la contaminación, justifican la utilización de hojas MAGNA en los proyectos de los participantes en la encuesta, en niveles superiores al 34% de los casos. Como ejemplo de la importancia de estas tareas, podría resaltarse que debido al alto porcentaje citado de la población española que depende, aunque sea de manera parcial de las aguas subterráneas, existe, en determinadas áreas de la geografía nacional con altos niveles de utilización de nitratos y pesticidas, un elevado riesgo potencial de contaminación de acuíferos.

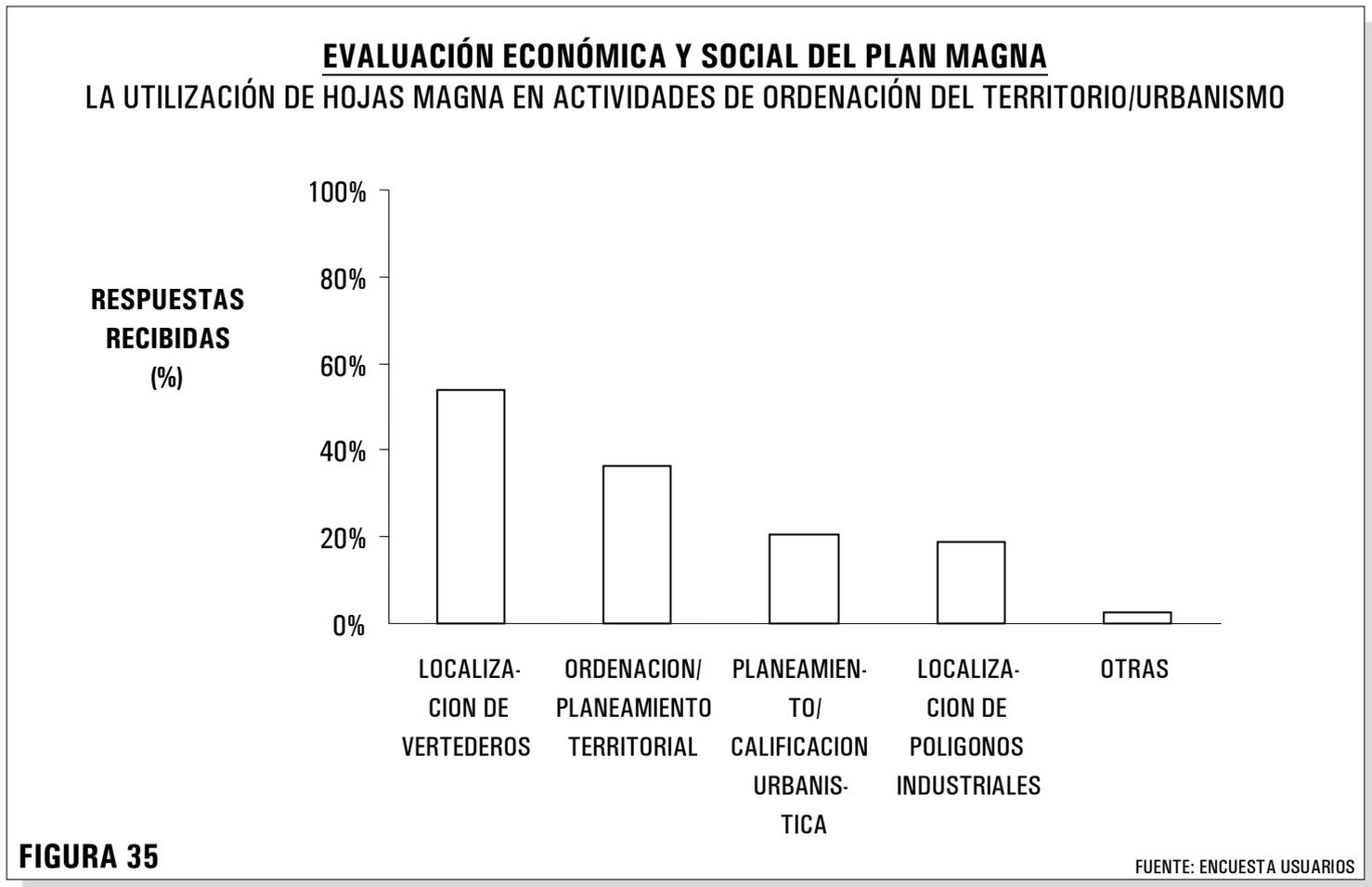
La Figura 34 indica la utilidad de las hojas MAGNA tanto para el mantenimiento de las infraestructuras del Estado Español, como para las pujantes actividades de construcción de edificios, de carreteras, de presas, de ferrocarriles, de puertos, de oleoductos y gasoductos, de regadíos, canales y abastecimiento de aguas y de infraestructuras eléctricas, actualmente en curso.

La mayor parte de las construcciones requieren de productos agregados para la cimentación y los hormigonados de alta calidad, ayudando los mapas geológicos a la localización de yacimientos cercanos de áridos, que permiten reducir sustancialmente los costes de transporte. Las hojas geológicas asimismo ayudan a la predicción de las condiciones de construcción y excavación y permiten desarrollar planes de mitigación de riesgos para zonas con riesgos geológicos de consideración.

Asimismo, la Figura 34, dada la amplia base sectorial a la que corresponden las distintas aplicaciones representadas, sirve para reflejar la gran amplitud de utilizaciones de las hojas MAGNA y de las informaciones geológicas en la economía española.



La Figura 35 refleja las respuestas de los usuarios de las hojas 1:50.000 del Plan MAGNA para actividades de planificación urbana, destacando la localización de vertederos con una respuesta del 53% como la de mayor utilización. La valoración exhaustiva de las condiciones geológicas de los terrenos es imprescindible durante el proceso de evaluación ligado a la concesión de licencias, para poder acometer adecuadamente tanto la localización de vertederos, como de polígonos industriales, en los que pudieran desarrollarse tareas que pudieran tener un cierto impacto contaminante.



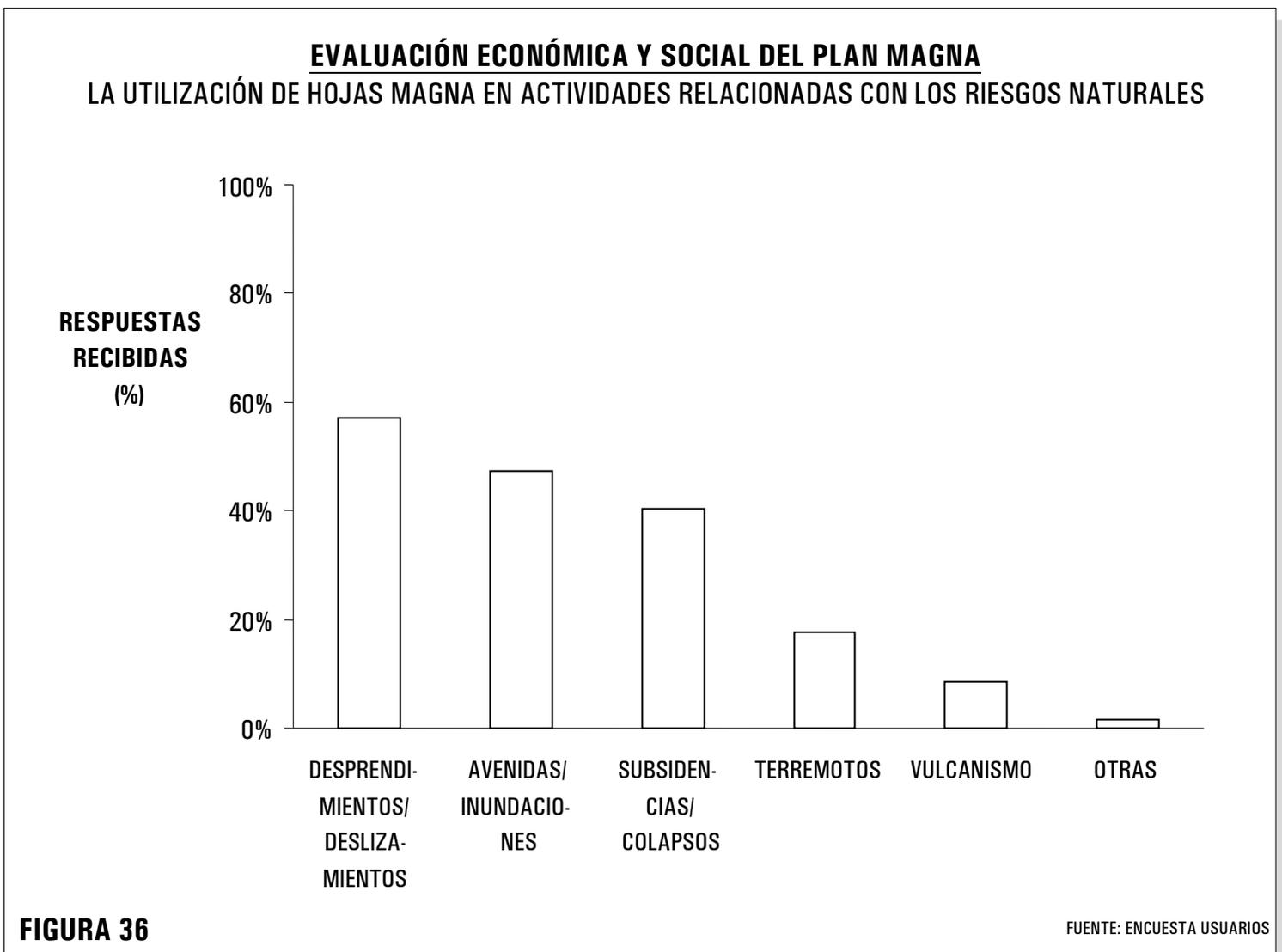
En el caso de que los mapas geológicos no existieran, la información debería obtenerse de fuentes alternativas, siempre que ello fuese posible y normalmente incurriendo unos costes económicos y unos plazos muy superiores. Tanto las tareas de ordenación del territorio, como las de planeamiento urbano, son indispensables para evitar que el crecimiento de la población y los procesos migratorios o cambios demográficos puedan acarrear tensiones medioambientales de importancia, y más en particular en los casos en los que las condiciones geológicas de los terrenos afectados no fuesen compatibles con las posibles recalificaciones solicitadas.

Durante los últimos años en el Estado Español, como en la mayoría de los principales países económicamente más avanzados, han experimentado un fuerte desarrollo las zonas urbanas y metropolitanas. En el caso español, la población urbana ha evolucionado desde 22'3 millones en 1970 hasta 31'0 millones en 2000, incrementándose por tanto en un 39'0% a lo largo de esos 30 años. Asimismo, las estadísticas de la Dirección General del Catastro del M^o de Hacienda, indican que las superficies de las zonas

urbanas de su área de influencia⁽²⁾, crecieron desde 7.282 km² en 1994, año de inicio de dicha contabilización, hasta 9.046 km² en 2002, con un incremento del 24'2% o de 1.764 km² en valor absoluto.

Se podría por tanto resumir, que la utilización de los mapas geológicos en la planificación urbanística sirve para obtener las respuestas adecuadas a las cuestiones clave relacionadas con la optimización de la utilización de los terrenos; habiendo asimismo permitido el desarrollo de códigos constructivos y que los fenómenos geológicos como los terremotos, las subsidencias y los colapsos tienen una incidencia directa en los requisitos necesarios para una construcción segura.

Precisamente la Figura 36 refleja la utilización de los mapas geológicos para la comprensión de las causas potencialmente generadoras de riesgos geológicos, al objeto de poder colaborar en las tareas de mitigación y prevención de sus posibles impactos.

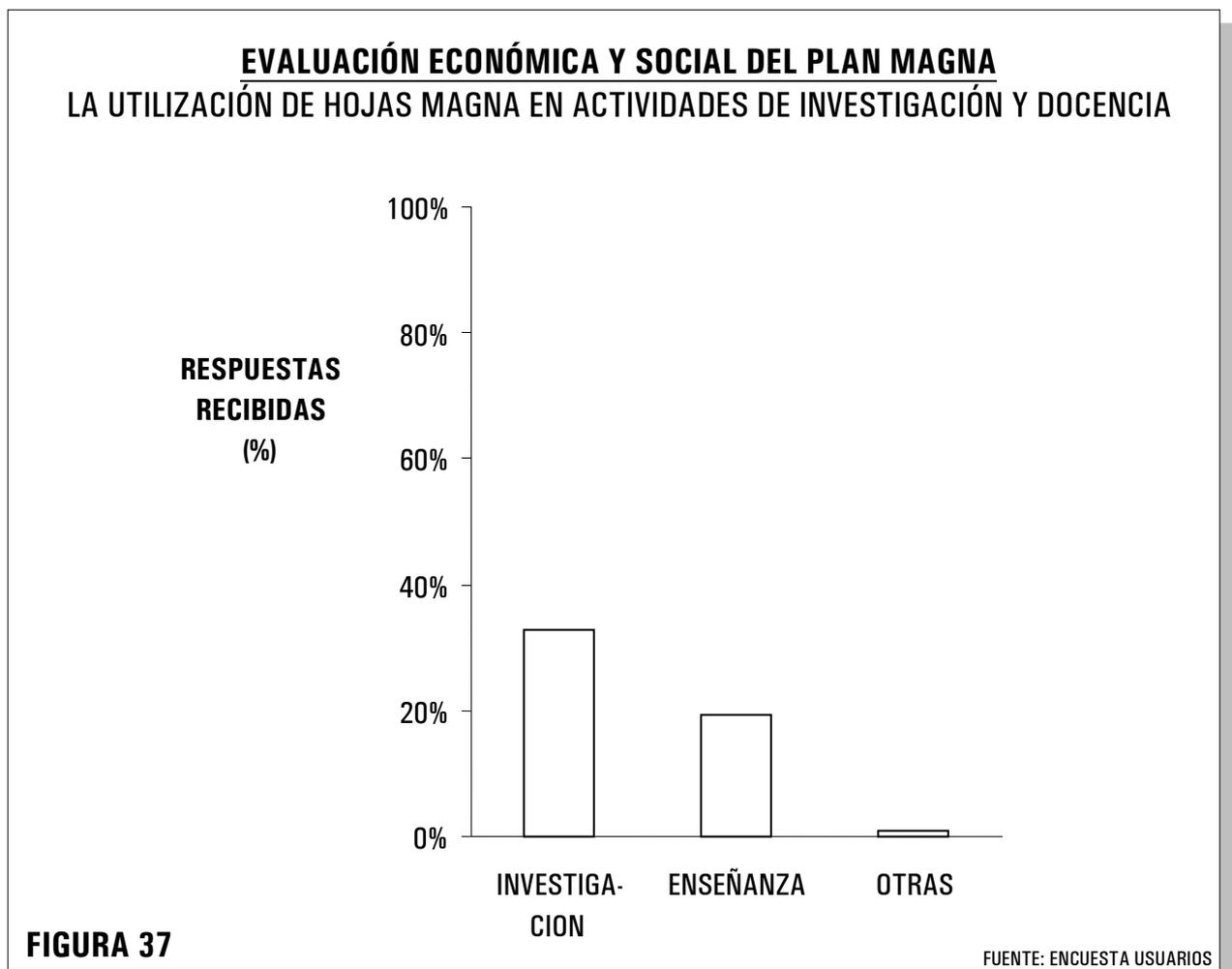


⁽²⁾ Las comunidades de Navarra y País Vasco no están incluidas, existiendo asimismo ciertas diferencias en la definición de los conceptos incluidos durante los distintos años.

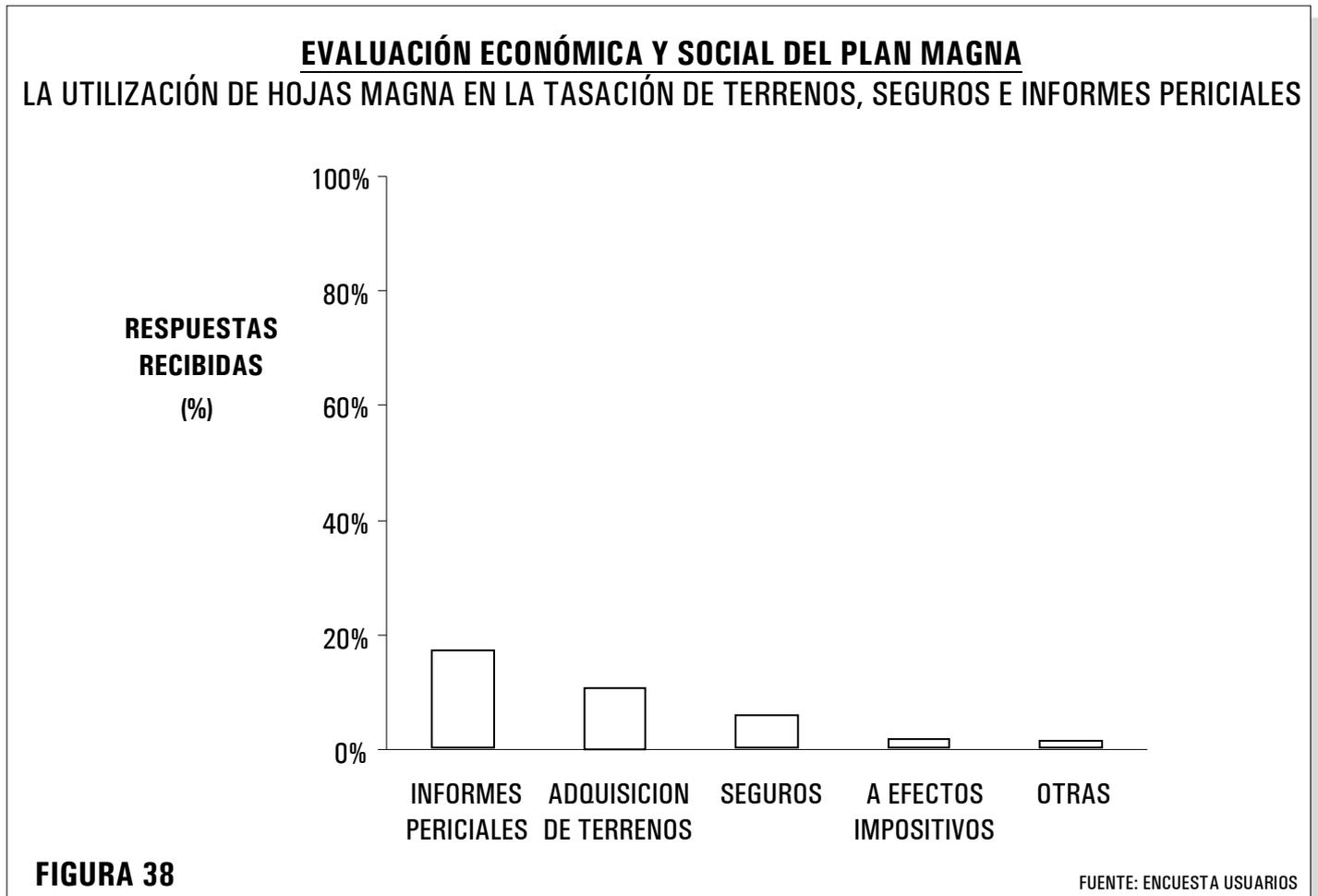
Las tres principales utilidades de los mapas geológicos en la prevención y protección frente a riesgos naturales, tienen como objetivo el hacer frente a posibles desprendimientos/deslizamientos de terrenos, a posibles avenidas e inundaciones y a posibles subsidencias o colapsos de terrenos. Desgraciadamente en España todos podemos recordar con cierta facilidad algún triste acontecimiento reciente ligado a los anteriores fenómenos naturales, con una fuerte incidencia de costes tanto humanos como económicos.

El resto de los riesgos naturales, es decir los terremotos y los fenómenos de vulcanismo son de limitada importancia en nuestro país, de ahí la limitada utilización de las hojas MAGNA para su estudio.

La Figura 37 siguiente indica las pautas de utilización de las hojas MAGNA para actividades de investigación y docencia, entre las destacan su utilización para tareas de investigación que alcanzan un 32'8% de las respuestas recibidas.



Los informes periciales o las tasaciones de terrenos a efectos de su adquisición (Figura 38) también pueden requerir de la utilización de hojas MAGNA.

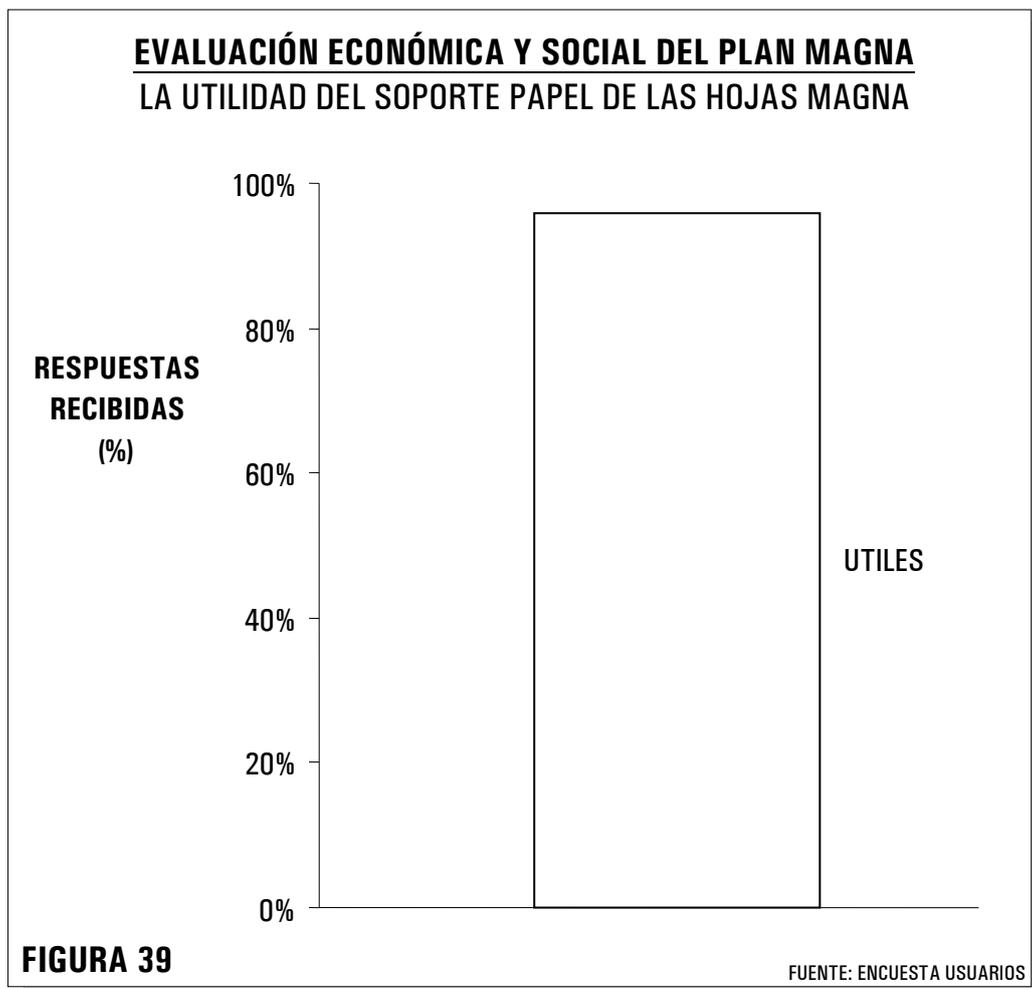


En muchos casos el conocimiento de las condiciones geológicas de un terreno, que podrían indicar futuros problemas o contingencias/responsabilidades, puede ser de gran interés, conteniendo obviamente los mapas geológicos las informaciones básicas al respecto. Por ejemplo, un complejo industrial ya existente construido sobre gruesas capas o sedimentos lacustres de grano fino, será mucho más atractivo para posibles compradores futuros, que otro polígono industrial que estuviese construido sobre arenas porosas y gravas o rocas fracturadas, ya que existirán menores probabilidades de responsabilidades futuras relacionadas con posibles problemas de contaminación de acuíferos a causa del paso o filtración de fluidos contaminados a través de los terrenos.

Obviamente y a efectos de los seguros de responsabilidad civil, las pólizas aplicables a los terrenos con menores posibilidades de filtración de fluidos y de contaminación de acuíferos serán de menor cuantía. Asimismo, terrenos con ciertos recursos minerales, con menor susceptibilidad a la contaminación o con mayor o mejor compatibilidad urbanística, podrían tener un mayor valor a efectos impositivos.

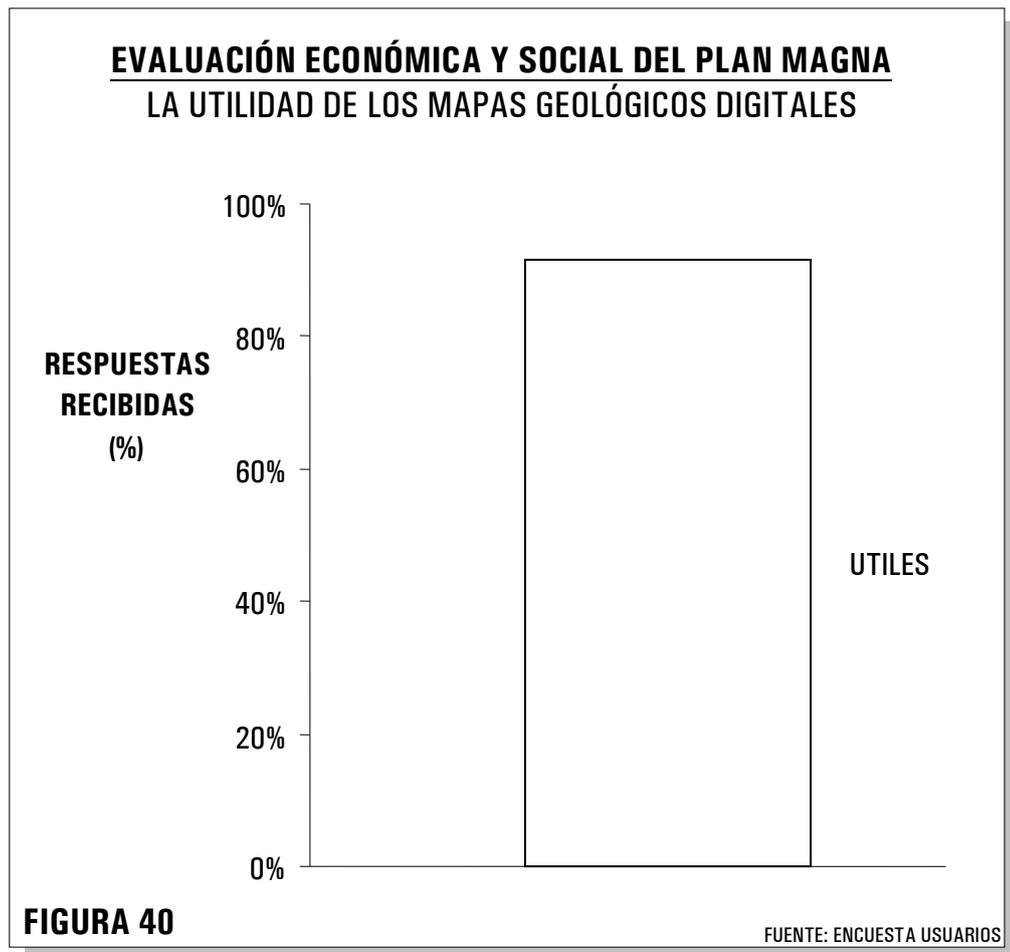
5.2. LA VALORACION DE LA OFERTA ACTUAL Y LAS POSIBLES MEJORAS

El soporte papel de las hojas MAGNA es considerado de utilidad para el 95'8% de las respuestas obtenidas (véase Figura 39). Como resumen de los comentarios recibidos sobre la utilidad del soporte papel de las hojas MAGNA se podría señalar que dicho soporte es considerado como imprescindible para las consultas en campo y en el desarrollo de proyectos docentes o de investigación, pero que no tiene un buen envejecimiento y que actualmente requiere de la complementariedad del soporte digital en muchos de los casos.



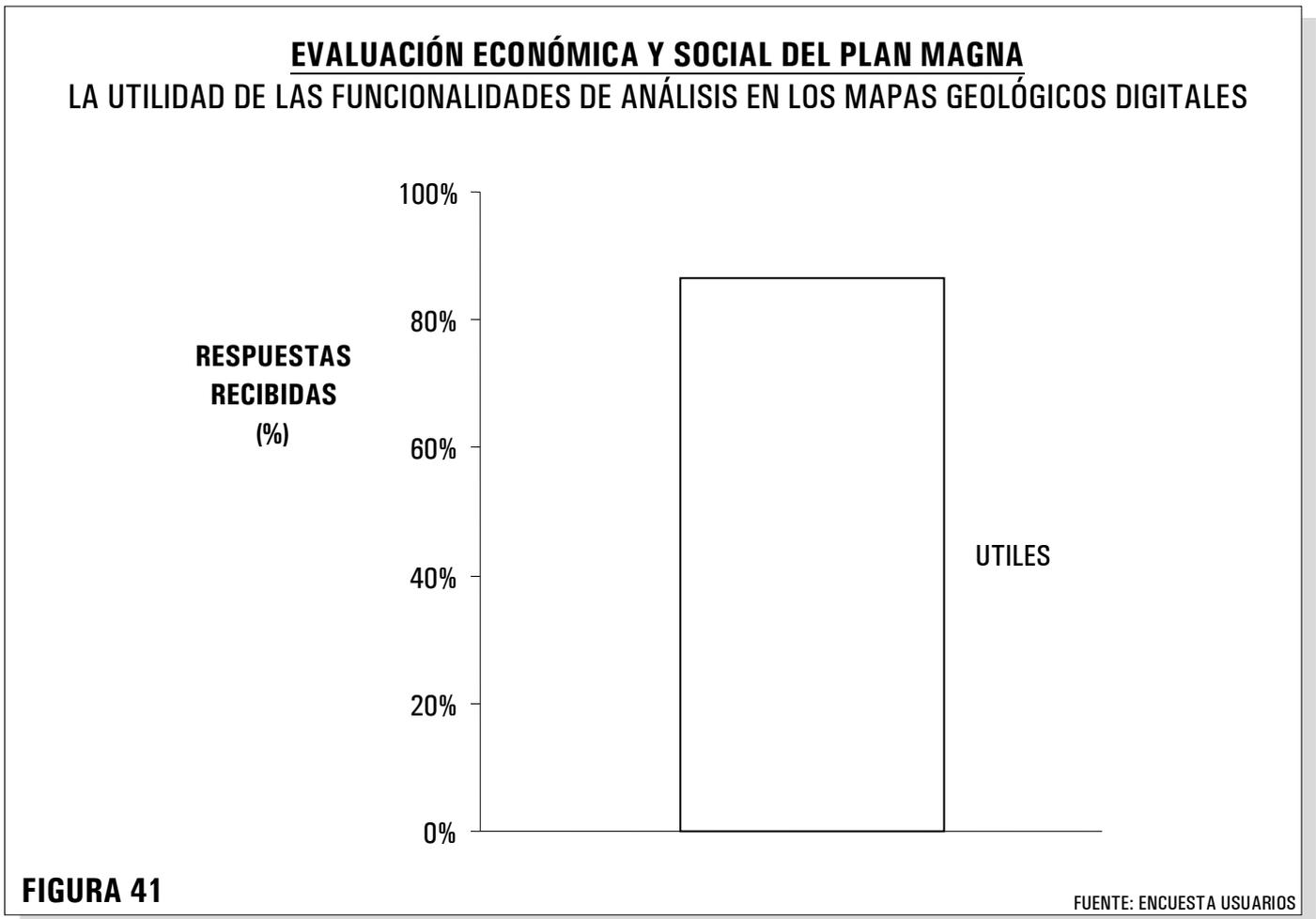
En el Anexo VII se encuentran recogidos la totalidad de los comentarios recibidos en relación con la utilidad del soporte papel de las hojas MAGNA.

La versión digital de las hojas MAGNA obtiene la aprobación del 91'6% de las respuestas obtenidas (véase Figura 40). Como resumen de los comentarios correspondientes de posible interés, podríamos indicar que los mapas geológicos en soporte digital son considerados como muy necesarios ya que todas las informaciones están actualmente digitalizadas, lo cual permite una mayor agilidad tanto en la combinación/modificación de documentos como en las consultas. Sin embargo, sus precios en 2003 son todavía percibidos como elevados, citándose asimismo cierta limitación en las informaciones contenidas, y más en particular la carencia de bases topográficas.



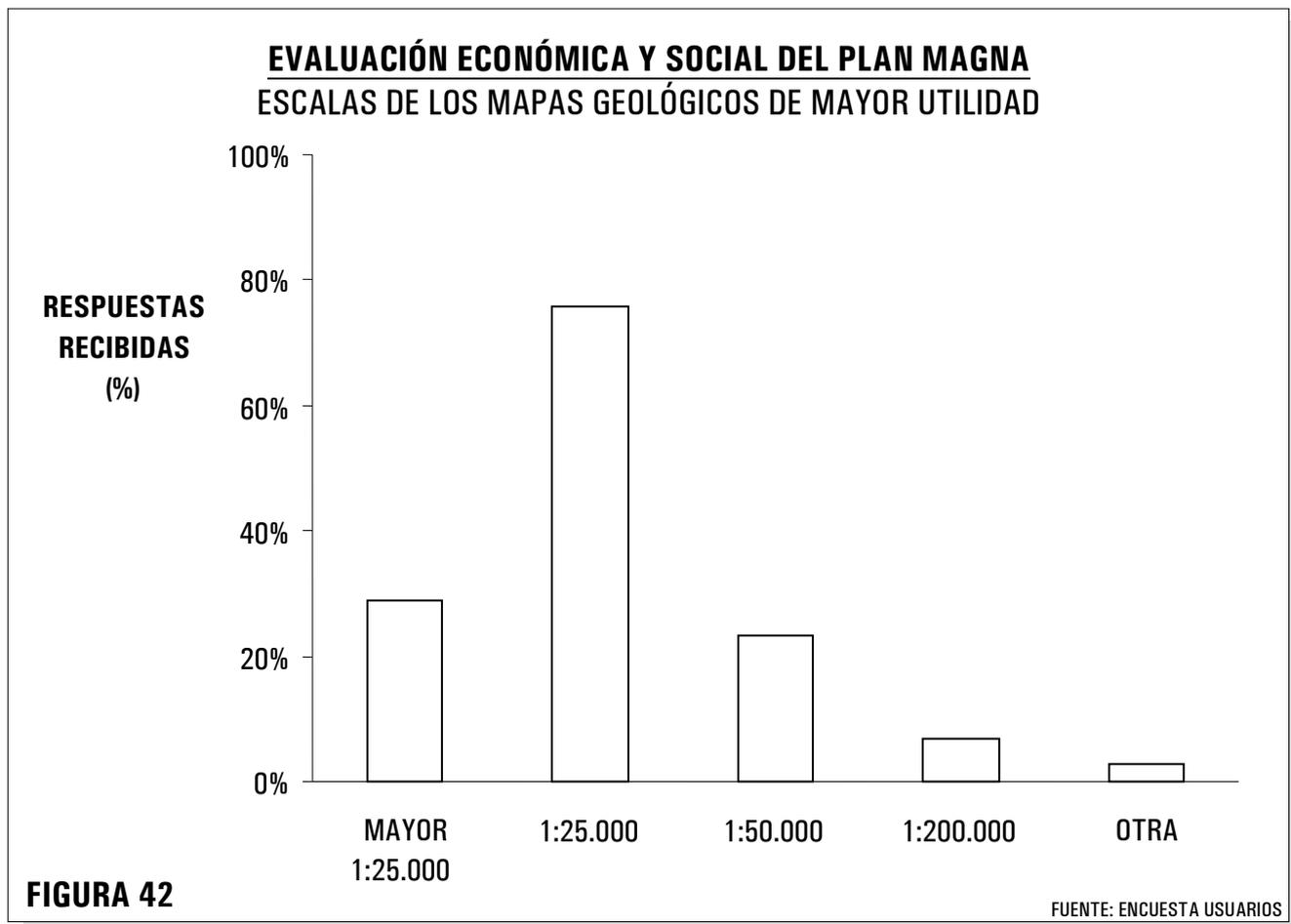
En el Anexo VIII se reflejan la totalidad de los comentarios recibidos sobre la utilidad del soporte digital de las hojas MAGNA.

Las aplicaciones con funcionalidades de análisis son requeridas por el 86'6% de los usuarios interesados en la utilización del formato digital de las hojas MAGNA (véase Figura 41). Un resumen de los principales comentarios de los usuarios al respecto, nos indicaría que serían de utilidad unas funcionalidades sencillas sobre temas básicos y que asimismo tendrían cierto interés tanto la posibilidad de obtener cortes, como la compatibilidad con SIG. Asimismo dichas aplicaciones son consideradas por algunos usuarios como algo que debe ser optativo y sin embargo como indispensables por otros.



En el Anexo IX está recogida la totalidad de los comentarios recibidos de los usuarios sobre la utilidad de las funcionalidades de análisis de los mapas digitales.

La escala 1:50.000, utilizada actualmente en las hojas MAGNA, con la excepción de los territorios insulares, cuya escala de representación es 1:25.000, está considerada como la de mayor utilidad únicamente para el 23'2% de las respuestas recibidas. Sin embargo, la escala 1:25.000, que ha sido utilizada en algunos programas de cartografía geológica a nivel autonómico, es considerada como la escala de mayor utilidad para el 75'8% de las respuestas obtenidas, véase Figura 42.



En el Anexo X están reflejados todos los comentarios recibidos sobre la idoneidad de los distintos tamaños de escala para los mapas geológicos.

Para la planificación de los nuevos programas cartográficos del IGME, es asimismo de gran importancia conocer los tipos de informaciones adicionales, no reflejadas actualmente en los mapas geológicos MAGNA, que son de interés para los usuarios, al objeto de poder ser incluidas en los productos futuros. La Figura 43 pretende dar respuesta a la anterior cuestión, destacando como las informaciones adicionales del máximo interés para los usuarios aquellas relativas a los puntos de interés geológico y los datos de recursos minerales, hidrogeología y posibles riesgos naturales.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA
INFORMACIONES ADICIONALES DE POSIBLE INTERÉS A INCLUIR EN LAS HOJAS MAGNA

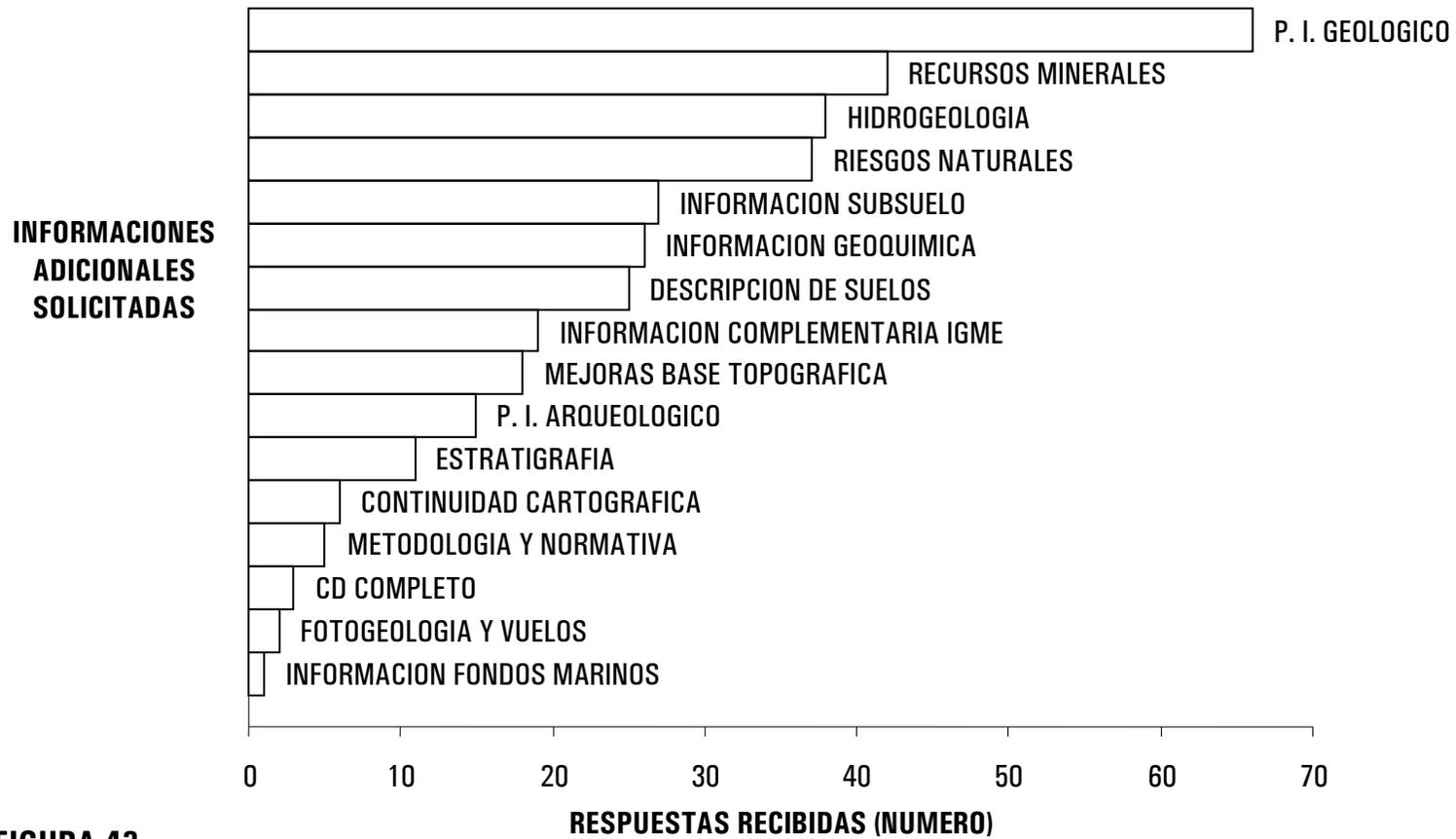
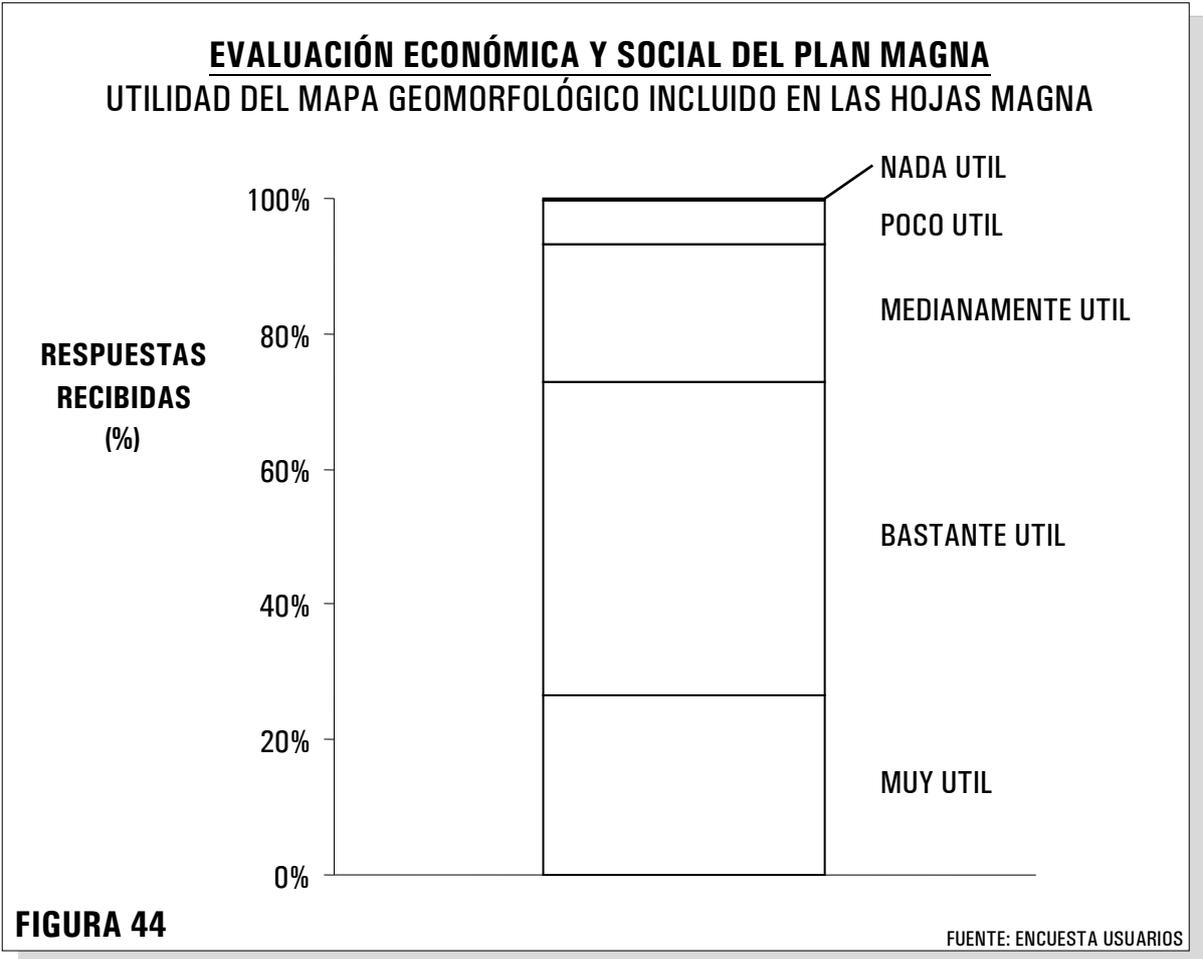


FIGURA 43

FUENTE: ENCUESTA USUARIOS

La Figura 44 nos indica la valoración del mapa geomorfológico que se está publicando conjuntamente con los mapas geológicos, siendo considerado como bastante o medianamente útil para el 72'8% de las respuestas recibidas. Asimismo, se recogen en la Figura 45, las respuestas correspondientes a las informaciones adicionales no incluidas actualmente en dichos mapas geomorfológicos que los usuarios agradecerían fueran incluidas, destacando principalmente las informaciones sobre posibles riesgos naturales, puntos de interés geomorfológico y suelos.



EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA
INFORMACIONES ADICIONALES DE POSIBLE INTERÉS A INCLUIR EN LOS MAPAS GEOMORFOLÓGICOS

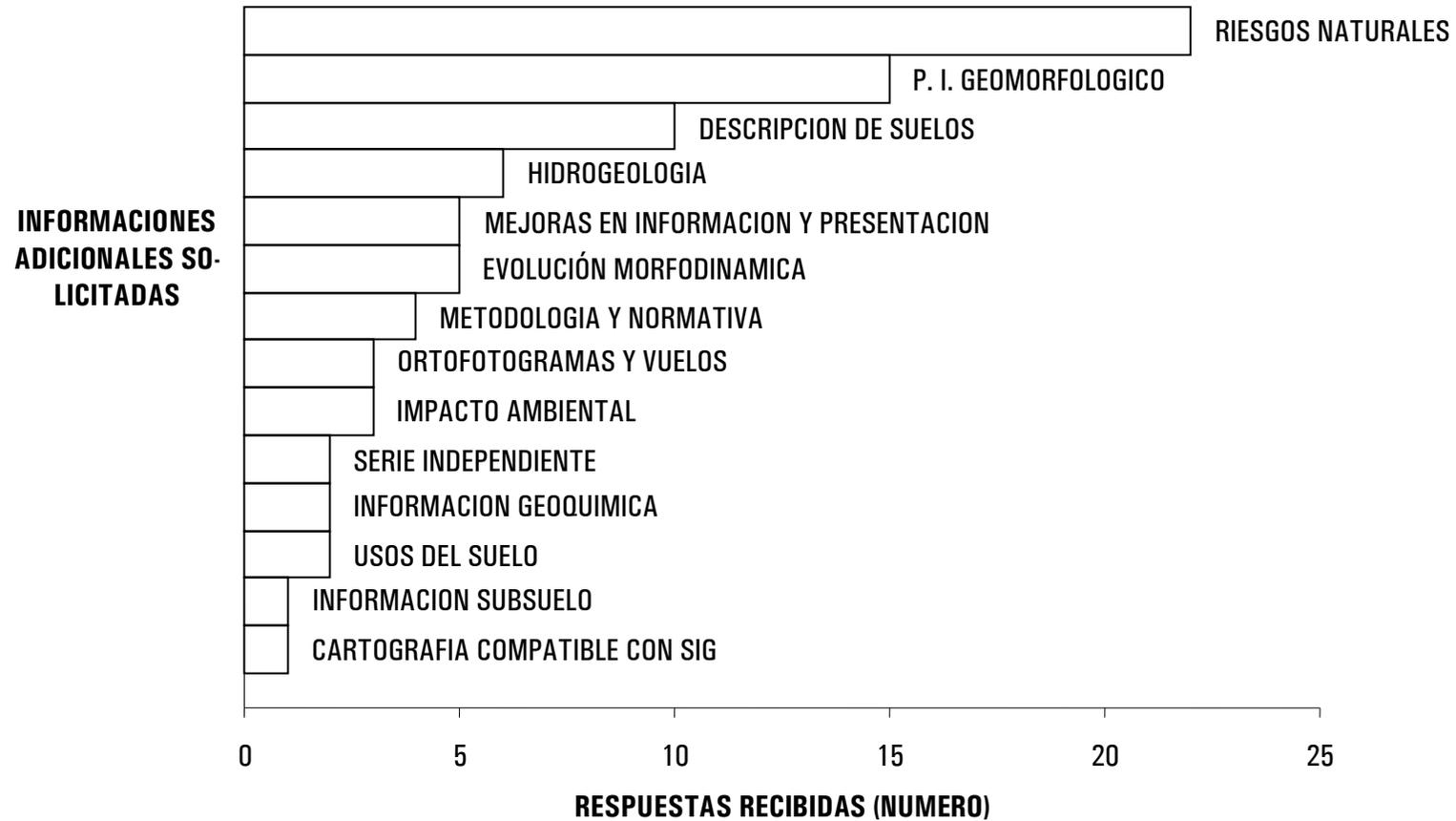


FIGURA 45

FUENTE: ENCUESTA USUARIOS

Los usuarios reconocen que las hojas MAGNA son indispensables y en algunos casos incluso suficientes, como en casos de proyectos de delimitación de acuíferos. Pero normalmente se considera que sirven como punto de partida, que aporta una idea global del entorno, lo cual permite tanto visitas de campo con un cierto criterio selectivo, como la adecuada programación de tareas de investigación geológica detallada. En el Anexo XI se incluyen todos los comentarios recibidos sobre la influencia e importancia de las hojas MAGNA en la mejora de la calidad/credibilidad del trabajo de sus usuarios.

En relación con los problemas generados por la no disponibilidad de hojas MAGNA, los comentarios de los usuarios están más centrados en indicar algunos posibles errores detectados, debido a los diferentes niveles de calidad de las distintas hojas y en algunos casos a cierto grado de obsolescencia.

La no existencia de hojas MAGNA obliga a la utilización de mapas de escala mayor, que obviamente requieren de una mayor inversión en la investigación de detalle posterior. El Anexo XII recoge los comentarios recibidos de los usuarios con respecto a las dificultades/efectos generados por la carencia de las hojas MAGNA en la realización de sus tareas profesionales.

CAPITULO 6. LA VALORACION CUANTITATIVA DEL PLAN MAGNA

6.1. ESTIMACION EMPIRICA DEL VALOR ECONOMICO UNITARIO DE LAS HOJAS MAGNA

Al tener las hojas MAGNA muy diversos usuarios, usuarios nuevos e incluso usuarios desconocidos, además de permitir utilizaciones repetidas a lo largo del tiempo, el atribuirles una valoración cuantitativa o económica es un problema extremadamente complejo. Por tanto la metodología de evaluación desarrollada ha consistido en primer lugar en estimar el valor económico de las hojas MAGNA para cada posible usuario empresarial, para posteriormente poder calcular un valor medio económico y extrapolarlo a la totalidad de los posibles usuarios empresariales a lo largo del tiempo, y así poder obtener una estimación de la totalidad de los beneficios agregados generados por el Programa MAGNA.

Una primera aproximación al valor económico de las hojas MAGNA se deriva de la respuesta de los usuarios a la pregunta octava: *“En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitutiva mediante trabajo propio o contratas?”*. Esta pregunta está basada en la premisa de que los usuarios ante la ausencia de hojas MAGNA, deberían hacer de manera directa inversiones en la recogida de la información geológica necesaria para sus tomas de decisión.

Entre las 212 respuestas a esta pregunta recibidas, 105 indicaban que se invertiría hasta un 10% del presupuesto global del proyecto correspondiente para recabar las informaciones geológicas necesarias, en el caso de que los mapas geológicos no estuvieran disponibles. Una inversión de entre 10 y 20% es reflejada en 59 de las respuestas y 24 respuestas indicaban un rango entre 20 y 30% de inversión requerida para obtener la información geológica sustitutiva (Figura 46). Las 24 respuestas restantes estimaban unas necesidades superiores al 30%. Como estimación de la inversión directa requerida para poder recopilar e investigar las distintas informaciones geológicas necesarias para un adecuado desarrollo del proyecto en realización, para el caso de que éstas no se encontrasen disponibles, se obtiene una media ponderada del 4'38% del total de los presupuestos correspondientes al proyecto.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DEL PLAN MAGNA
LA INVERSIÓN EN INVESTIGACION GEOLÓGICA SUSTITUTIVA NECESARIA ANTE LA INEXISTENCIA DE HOJAS MAGNA

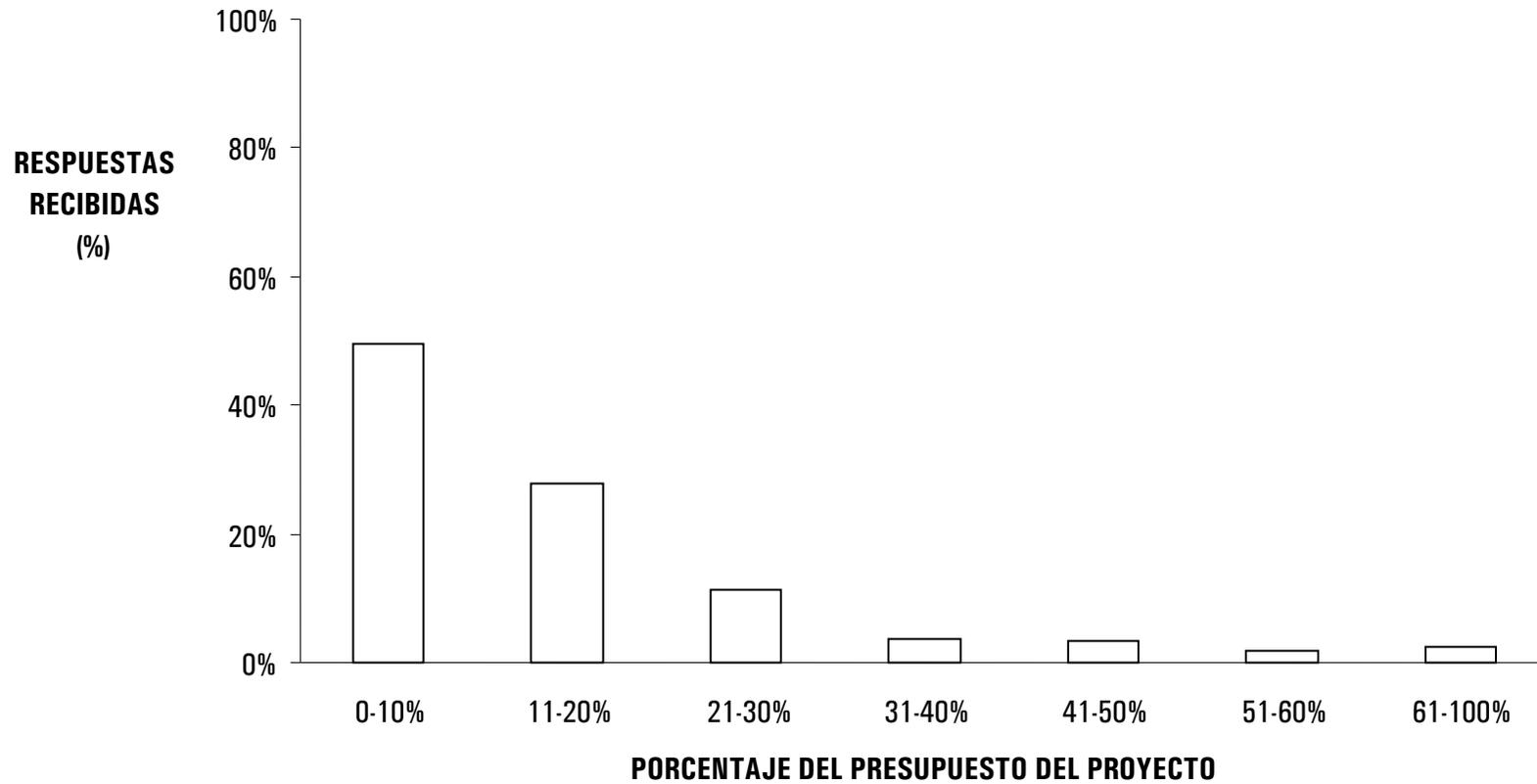


FIGURA 46

FUENTE: ENCUESTA USUARIOS

En el apartado B de la cuestión 11 se preguntaba a los usuarios sobre el presupuesto global de un proyecto típico, obteniéndose para las 182 respuestas recibidas como media aritmética del presupuesto de un proyecto 3.899.662 euros. Adicionalmente en el apartado C se preguntaba por el número aproximado de distintas hojas geológicas MAGNA utilizadas, obteniéndose una media aritmética para las 202 respuestas conseguidas de 12'71 hojas MAGNA por proyecto.

Una primera valoración de los ahorros obtenidos por la utilización de las hojas MAGNA podría indicarse mediante el cálculo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Ahorros por hoja} &= \frac{\text{presupuesto medio (€)} \times \text{media información geológica (\%)}}{\text{media hojas Magna utilizadas por proyecto (número)}} = \\ &= \frac{€ 3.899.662 \times 4'381\%}{12'71 \text{ hojas}} = 13.442 \text{ €/hoja} \end{aligned}$$

En el Anexo XIII están recogidos la totalidad de los comentarios recibidos en relación con la fracción de los presupuestos de un proyecto que se debería dedicar a la investigación geológica sustitutiva en el caso de no existir las hojas MAGNA.

Posteriormente la cuestión 11, en su apartado D preguntaba a los usuarios y para un proyecto real determinado, su mejor estimación de la inversión necesaria para poder obtener la información geológica contenida en las hojas geológicas MAGNA utilizadas, caso de no haber existido éstas. En el apartado E se preguntaba asimismo a los usuarios y para el mismo proyecto específico, sobre su mejor estimación de los ahorros generados por la existencia de las hojas MAGNA y por último en el apartado F se les solicitaba nuevamente para el mismo proyecto real, una estimación sobre su mejor disposición de pago respecto de las hojas MAGNA utilizadas, en función de la utilidad de la información contenida en ellas. El resumen de los resultados obtenidos viene reflejado en la Tabla 2 siguiente:

TABLA 2

<u>ESTIMACION DEL VALOR ECONOMICO HOJAS MAGNA</u>			
€ DE 2003	<u>VALOR AGREGADO (€)</u>	<u>Nº DE HOJAS</u>	<u>POR HOJA (€)</u>
VALOR MAXIMO	29.176.170	1.446'5	20.170
VALOR MINIMO	10.963.045	1.446'5	7.579
DISPOSICION DE PAGO	1.446.770	934	1.549

El valor estimado mínimo de una hoja MAGNA para los distintos usuarios obtuvo respuestas en un rango que osciló entre 0 y 500.000 euros. Para el caso del valor estimado máximo de una hoja MAGNA el rango osciló en entre 0 y 3.000.000 euros y por último en el caso de la disposición de pago de los diferentes usuarios por una hoja MAGNA el rango osciló entre 0 y 26.667 euros.

En el Anexo XIV están reflejados los diversos comentarios de casos reales sobre el valor de las hojas MAGNA, recibidos en relación con la inversión en investigación geológica necesaria para el caso de que éstas no existiesen, los ahorros generados por su disponibilidad y la disposición de pago de los usuarios.

6.2. ESTIMACION EMPIRICA DE LOS BENEFICIOS AGREGADOS DEL PLAN MAGNA

El valor agregado de los beneficios anuales del Programa MAGNA ha sido estimado mediante la multiplicación del número de usuarios de cada uno de los años por el número de hojas MAGNA utilizadas por cada usuario y por los valores estimados medios de las hojas MAGNA reflejadas en la anterior Tabla 2. Una primera aclaración a realizar es por tanto, que la multiplicación de número de usuarios por el número de hojas MAGNA utilizadas deben corresponder como primera aproximación con la estimación de las ventas de hojas MAGNA para el periodo considerado. Al ser posible que al menos una parte de los usuarios puedan utilizar una misma hoja MAGNA para varios proyectos, los resultados obtenidos basándose en las hipótesis anteriores generarán obviamente una estimación conservadora de los beneficios agregados.

La segunda variable a considerar en la estimación de los beneficios totales del Plan MAGNA es la acumulación de dichos beneficios a lo largo de los distintos años. En nuestro caso solo se ha podido estimar el valor de las hojas MAGNA sobre la base de respuestas de usuarios recopiladas durante 2003. Aun reconociendo que las estimaciones de los valores de 2003 pueden reflejar o no los valores de años anteriores, a causa de la evolución de los mercados y de las situaciones legales y económicas, pensamos que asimismo debe resaltarse la variación en el tamaño y los costes de los proyectos para los que las hojas MAGNA son utilizadas. Por lo tanto y fundamentalmente por un criterio de simplicidad, tomamos como hipótesis que el valor relativo para los diferentes usuarios de las hojas MAGNA utilizadas en los proyectos de los distintos años, sería similar al de su valoración económica en 2003.

Resumiendo, podríamos indicar que las anteriores simplificaciones, nos llevan a obtener la estimación del valor agregado del programa MAGNA a lo largo del tiempo, mediante la multiplicación de las estimaciones del valor económico de las hojas MAGNA en 2003 por el número de hojas vendidas a lo largo de todos los años de vigencia del Plan.

Las hojas MAGNA, aunque producidas por el IGME han sido comercializadas además de éste, por el Instituto Geográfico Nacional y por muy diversas librerías de distintas ciudades, lo cual hace prácticamente imposible la recopilación de estadísticas fiables de ventas a lo largo del tiempo y para los distintos colectivos de usuarios.

Asimismo, no existe una certeza total sobre el tamaño de las ediciones de las distintas hojas MAGNA realizadas hasta los años ochenta, habiéndose además producido diversas incidencias en los almacenes del servicio de publicaciones del IGME a lo largo del tiempo, que han obligado a desechar cierta cantidad de ejemplares disponibles como inutilizables. Por lo tanto ha sido considerado como necesario y por sugerencia del propio IGME, la realización de un muestreo analítico de cada una de las facturas correspondientes a ventas de hojas MAGNA durante el año 2002. Los resultados obtenidos están reflejados en la Tabla 3 siguiente:

TABLA 3

VENTAS HOJAS MAGNA AÑO 2002			
ENTIDAD	TOTAL VENTAS	VENTAS A EMPRESAS	
	(N° HOJAS)	(N° HOJAS)	(%)
IGME	1.909	1.165	61'0
IGN	1.272		
LIBRERIAS	10.264		
TOTAL	13.445	8.205*	61'0*
HOJAS DISPONIBLES	924	924	
MEDIA VENTAS POR HOJA	14'55	8'88*	

*Estimación

Fuente: IGME

Asimismo el IGME ha indicado que la edición de las distintas hojas MAGNA fue realizada de manera gradual a lo largo del tiempo, de acuerdo con el programa reflejado en la Tabla 4. Utilizando el valor medio obtenido por el muestreo del IGME de las facturas de 2002, ventas medias a empresas de 8'88 unidades por hoja editada, llegamos a la estimación de ventas acumuladas totales de las hojas MAGNA a las empresas a lo largo de los 31 años de vigencia del Plan. La cantidad obtenida es 165.576 unidades y será la que nos sirva de base para realizar los cálculos de valor económico agregado del Plan MAGNA.

TABLA 4

ESTIMACION EVOLUCION TEMPORAL VENTAS HOJAS MAGNA			
AÑO	HOJAS DISPONIBLES	VENTAS A EMPRESAS	
		ANUALES	ACUMULADAS
1972	1	9	9
1973	29	258	266
1974	71	630	897
1975	130	1.154	2.051
1976	164	1.456	3.508
1977	205	1.820	5.328
1978	269	2.389	7.717
1979	302	2.682	10.398
1980	336	2.984	13.382
1981	427	3.792	17.174
1982	504	4.476	21.649
1983	545	4.840	26.489
1984	572	5.079	31.568
1985	588	5.221	36.790
1986	601	5.337	42.127
1987	629	5.586	47.712
1988	661	5.870	53.582
1989	681	6.047	59.629
1990	720	6.394	66.023
1991	767	6.811	72.834
1992	797	7.077	79.911
1993	797	7.077	86.988
1994	825	7.326	94.314
1995	837	7.433	101.747
1996	843	7.486	109.233
1997	867	7.699	116.932
1998	887	7.877	124.808
1999	901	8.001	132.809
2000	921	8.178	140.988
2001	921	8.178	149.166
2002	924	8.205	157.371
2003	924	8.205	165.576

Fuente: IGME

En el informe sobre la demanda de cartografía MAGNA a la escala 1:50.000 de marzo de 1997, elaborado por la Dirección de Geología y Geofísica del IGME se estimaba la demanda media para todos los usos y para todo el conjunto de hojas MAGNA disponibles y que por tanto incluía la demanda interna, la de los funcionarios y la de otras instituciones oficiales, además de la demanda para bibliotecas, individuos y empresas. Los resultados de ventas medios por hoja de 40 unidades por año que se obtenían, son 4'5 veces las ventas a empresas de 8'88 hojas/año considerados; por lo que valoramos la hipótesis de ventas totales retenida como razonablemente conservadora.

Utilizando por tanto el valor de 165.576 unidades obtenido en la Tabla 4 como la estimación total de ventas de hojas MAGNA para el periodo 1972 a 2003, obtendríamos las siguientes estimaciones para el valor económico global del Plan MAGNA:

- El valor agregado mínimo estimado del Plan MAGNA sería $165.576 \text{ hojas} \times \text{€} 7.579 = \text{€} 1.254'90$ millones de 2003.
- El valor agregado máximo estimado del Plan MAGNA sería $165.576 \text{ hojas} \times \text{€} 20.170 = \text{€} 3.339'67$ millones de 2003.
- La disposición agregada de pago estimada del Plan MAGNA sería $165.576 \text{ hojas} \times \text{€} 1.549 = \text{€} 256'48$ millones de 2003.

Partiendo de la contabilización ya anteriormente referida, de que la inversión necesaria equivalente para la realización de la totalidad del Plan MAGNA fue de 121'27 millones de euros de 2003, los resultados acumulados anteriores de estimación del valor total en términos económicos del Plan MAGNA a lo largo de estos 31 años, indican un mínimo de 10'35 veces la totalidad de la inversión necesaria para su realización. El valor acumulado máximo estimado del Plan MAGNA representaría asimismo 27'54 veces los costes necesarios para su desarrollo. Pudiendo por tanto resumirse que la estimación mínima del valor añadido generado por el Plan MAGNA es de 1.133'63 millones de euros de 2003.

Una manera de confirmar la adecuación de las valoraciones obtenidas anteriormente, es mediante la estimación del valor agregado del Plan MAGNA basada en las inversiones geológicas sustitutivas necesarias para el caso de no existencia de hojas MAGNA. Dicho cálculo nos refleja el siguiente resultado para el Plan MAGNA:

- El valor agregado medio estimado del Plan MAGNA sería $165.576 \text{ hojas} \times \text{€} 13.443 = \text{€} 2.225'84$ millones de 2003.

Utilizando el anterior valor obtendríamos un múltiplo para el valor económico del Plan MAGNA de 18'35 veces las inversiones realizadas, lo cual viene a confirmar y reforzar la validez de las anteriores estimaciones, realizadas con bases de datos diferentes.

Otra fórmula de análisis de las distintas estimaciones de valor obtenidas, es considerar el precio medio de recuperación de las inversiones requeridas para la realización del Plan MAGNA, en términos del número de ocasiones en que una hoja MAGNA debe ser adquirida. El coste ya citado de realizar las 924 hojas MAGNA disponibles ha sido de 121'27 millones de euros de 2003, equivalente por tanto a 131.245 euros por hoja. Para la estimación media mínima del valor de una hoja MAGNA de 7.579 euros, el punto neutro medio del proyecto cartográfico ocurriría cuando cada una de las hojas MAGNA fuese utilizada para proyectos empresariales en 17'32 ocasiones. Si por el contrario se tomase la estimación media máxima del valor de una hoja MAGNA 20.170 euros, el número de utilizations medio necesario para la recuperación de la inversión se reduciría a 6'51 veces por cada una de las distintas hojas.

Asimismo el valor estimado de la disposición de pago de los distintos usuarios, 256'48 euros representaría 2'11 veces el coste total de la elaboración del programa de carto-

grafía geológica. Estos resultados son, a pesar de lo conservador de las cifras de ventas consideradas, sorprendentemente positivos al tratarse de un bien público. Por lo tanto, considerando los distintos beneficios intangibles adicionales anteriormente reflejados y que el 39% de las adquisiciones de hojas MAGNA son realizadas por bibliotecas e individuos, cuyo valor económico no ha sido contabilizado, se puede concluir que el programa de cartografía geológica conocido como Plan MAGNA, ha sido una excelente inversión del sector público para la sociedad española en su conjunto.

CAPITULO 7. CONCLUSIONES

Este estudio ha podido realizarse una vez concluida en 2002 la elaboración de todas las hojas del Plan MAGNA de cartografía geológica de España a escala 1:50.000, basándose en las experiencias sobre la utilización de las hojas MAGNA desde sus inicios. Pensamos que el tiempo transcurrido, más de tres décadas, puede ser considerado como suficiente para poder evaluar la utilización sectorial de las hojas MAGNA, las razones de su utilización y el valor económico que les pueden otorgar sus distintos usuarios.

Un total de aproximadamente 1.200 usuarios actuales o potenciales de mapas geológicos fueron encuestados. El ratio de respuestas obtenido, aproximadamente un 26% (311 cuestionarios recibidos), consideramos aporta una muestra suficientemente representativa de los usuarios de las hojas MAGNA. Entre los distintos expertos encuestados se encuentran principalmente técnicos activos en los sectores de ingeniería, universidades y minería e hidrocarburos además de la Administración Pública, el medio ambiente, la construcción y la agricultura. Aunque no sería fácil la identificación de la totalidad de los usuarios de las hojas MAGNA, consideramos que dada la gran diversidad de fuentes utilizadas para elaborar las listas de contactos, una alta porción de dicha población ha tenido la oportunidad de participar en la encuesta.

Se solicitó de los distintos usuarios encuestados la cumplimentación de un cuestionario diseñado al objeto de obtener informaciones y datos sobre la utilización de las hojas MAGNA, posibles informaciones adicionales de interés a incluir en futuros programas y una evaluación subjetiva de su valor económico.

7.1. LA UTILIZACION DE LAS HOJAS MAGNA

Las respuestas de los distintos usuarios contactados indican que las hojas MAGNA son utilizadas prácticamente en casi todos los sectores económicos, incluyendo la exploración y el desarrollo de recursos naturales como aguas subterráneas y rocas y minerales industriales, la evaluación del impacto ambiental y la prevención de riesgos en la construcción, entre sus principales usos.

La utilización de las hojas MAGNA además de mejorar la calidad y la credibilidad en las tareas de los usuarios, permite la obtención de sustanciales ahorros económicos. Pero pensamos que el mayor valor de los mapas geológicos reside en el conocimiento sobre la tierra que generan, bien público de vital importancia tanto para la economía en su conjunto, como para la seguridad ciudadana y la salud pública.

Los usuarios de las hojas MAGNA indican su interés tanto en el soporte papel como digital de éstas, considerándose la escala 1:25.000 como la de mayor utilidad. Asimismo también indican el interés de disponer de mapas geomorfológicos y de ciertas informaciones adicionales en las hojas MAGNA, principalmente sobre puntos de interés geológico o geomorfológico, recursos minerales, hidrogeología, riesgos naturales y suelos.

7.2. EL VALOR ECONOMICO DE LAS HOJAS MAGNA

El valor económico del Plan MAGNA estimado en este estudio está únicamente basado en las ventas reales de hojas MAGNA en 2002, al no disponer el IGME del historial completo de ventas de éstas. De acuerdo con las respuestas de los distintos usuarios se obtuvieron los valores de 7.579 euros y 20.170 euros respectivamente como valores medios mínimo y máximo por cada hoja MAGNA respectivamente, tal y como reflejado en la Tabla 5. Posteriormente se pudo estimar el valor económico agregado del Plan MAGNA en 1.254'90 millones de euros como valor mínimo y 3.339'67 millones de euros como valor máximo. Como la inversión necesaria equivalente para la realización del Plan MAGNA ha sido de 121'27 millones de euros, se puede afirmar que el valor económico de las hojas MAGNA representa entre 10'35 y 27'54 veces sus costes.

TABLA 5

<u>RESUMEN VALOR ECONOMICO DEL PLAN MAGNA</u>					
€ de 2003	<u>POR HOJA</u> (€)	<u>TOTAL</u> (€ Millones)	<u>VALOR AÑADIDO</u> (€ Millones)	<u>MULTIPLO</u> <u>INVERSION</u>	<u>PUNTO MUERTO</u> (N° HOJAS)
VALOR MAXIMO	20.170	3.339'67	3.218'40	27'54	6'51
VALOR MINIMO	7.579	1.254'90	1.133'63	10'35	17'32
DISPOSICION DE PAGO	1.549	256'48	135'21	2'11	84'73
INVERSION GEOLOGICA SUSTITUTIVA	13.443	2.225'84	2.104'57	18'35	9'76

La disposición de pago media fue estimada en 1.549 euros por hoja MAGNA, lo cual nos indica un ratio entre la disposición de pago respecto del Plan MAGNA y sus costes de 2'11 veces. Este resultado, dado lo conservador de las hipótesis retenidas, puede considerarse como sumamente positivo al tratarse de un bien público.

Asimismo han sido elaboradas toda una serie de recopilaciones descriptivas (Anexos VI a XV) de las respuestas de los usuarios a las preguntas cualitativas del cuestionario.

Precisamente en el Anexo XV están reflejadas la totalidad de los comentarios generales sobre la cartografía geológica del IGME que los usuarios consideran de interés reflejar. Entre éstos destacan los referentes a la necesidad de homogeneización y coordinación entre las distintas hojas y en particular entre las hojas colindantes y en relación con las cartografías autonómicas. También se indica la necesidad de reeditar las hojas agotadas, de editar las hojas todavía no publicadas y de rehacer las hojas más antiguas, que podrían tener por tanto un alto grado de obsolescencia.

7.3 LA ACTUALIZACIÓN DEL VALOR DEL PLAN MAGNA HASTA 2018

La novedad que supuso la introducción en el año 2007 de la disponibilidad electrónica gratuita de las hojas MAGNA, así como el impacto científico de los dos artículos publicados sobre el anterior estudio de valoración, con un elevado número de citas en revistas o trabajos internacionales sobre geología y cartografía geológica de prestigio, animaron a este doctorando a participar en 2019 en un nuevo ejercicio de actualización de dicha evaluación económica del Plan MAGNA. Adjuntándose la correspondiente publicación “Análisis del impacto y actualización hasta 2018 del valor económico y social del Plan MAGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000” Herrero de Egaña *et al.* (2020) (Anexo III).

Para actualizar a 2018 el valor monetario del Plan MAGNA se han de complementar por tanto los cálculos de valoración ya realizados desde 1972 hasta 2003 en García-Cortés *et al.* (2005a, b), con los cálculos correspondientes al nuevo periodo 2004 a 2018 a considerar. Un primer ejercicio de cuantificación del valor generado entre 2004 y 2018, basado en las estadísticas de descargas de hojas MAGNA disponibles actualmente en el IGME, que no recogen información sobre la actividad económica de los usuarios, ni sobre la naturaleza de la utilización pretendida para de dichas Hojas, acabó desafortunadamente confrontándose, después de muy diversos esfuerzos, con dificultades insalvables.

Como posible solución alternativa se desarrolló una investigación comparativa de los impactos obtenidos internacionalmente por la divulgación electrónica gratuita de información científica, con el objeto inicial de asimilar el incremento del valor obtenido por la divulgación de artículos científicos, con el posible incremento en el impacto generado por las descargas electrónicas de las hojas MAGNA. El análisis preliminar de la bibliografía existente, produjo resultados muy significativos, principalmente en los dos aspectos siguientes:

- La divulgación electrónica gratuita aumenta con toda lógica de manera muy importante, el número de usuarios que acceden a dichos artículos científicos, reduciéndose en consecuencia sustancialmente la utilización de documentos impresos.
- Sin embargo, dicho incremento sustancial en el número de usuarios no ha permitido producir ningún cambio significativo en el número de citas obtenidas en el mundo científico por los artículos sujetos a la descarga electrónica gratuita. Únicamente pudo detectarse un incremento de un 1% en el número de citas de dichos artículos científicos con libre acceso virtual frente a los artículos de revistas por suscripción, véase Davis *et al.* (2003) y Davis (2010 y 2011)

Asumiendo por tanto que el impacto en la utilización con valor económico de las Hojas MAGNA por empresas se verá mínimamente afectado por su disponibilidad electrónica gratuita, se decidió analizar la relación que una variable ligada a su utilización empresarial como la construcción, pudiera haber tenido con las ventas de Hojas MAGNA a empresas durante el período de 1972-2003. La regresión lineal para dicho periodo entre el logaritmo natural de la variable independiente, nivel de actividad del sector de la Cons-

trucción, Prados de la Escosura (2019) y la variable dependiente número de hojas vendidas a empresas, obtuvo un valor de los estadísticos (-27,31) y (35,88) y correlación ($R^2= 0,9772$) muy significativos. Estos resultados permitieron en consecuencia prolongar la serie histórica para las ventas equivalentes de hojas MAGNA a empresas acumuladas hasta 2018. Siendo interesante destacar al respecto, la reducción calculada superior al 18% en la utilización del número equivalente de hojas MAGNA en 2014, el peor año de la crisis, frente a 2008, el año con el mayor resultado; y asimismo que la estimación correspondiente a los usos equivalentes de hojas en 2018 todavía refleja una reducción superior al 12% frente a 2008 en la Tabla 6 siguiente:

TABLA 6

Estimación del número anual equivalente de hojas MAGNA para uso o ventas a empresas y de ventas acumuladas a empresas.

(Serie construida entre 2004-2018 a partir de la evolución del sector de la construcción).

AÑOS	Nº de hojas disponibles en el IGME	Número de hojas para uso o ventas equivalentes a empresas	Acumulado para uso o ventas equivalentes a empresas
2004	967	9.030	174.606
2005	979	9.310	183.916
2006	1.012	9.527	193.443
2007	1.026	9.614	203.057
2008	1.040	9.662	212.719
2009	1.062	9.499	222.218
2010	1.072	9.029	231.247
2011	1.072	8.631	239.878
2012	1.078	8.267	248.145
2013	1.092	7.917	256.062
2014	1.099	7.895	263.957
2015	1.110	8.026	271.983
2016	1.116	8.142	280.125
2017	1.116	8.284	288.410
2018	1.116	8.443	296.853

Tomando por tanto 296.853 como el dato de la serie histórica construida de ventas equivalentes de hojas MAGNA acumuladas para 2018, y aplicando los cuatro valores por hoja obtenidos en la encuesta de usuarios desarrollada en 2005 y actualizados a 2018: valor mínimo, valor de disposición de pago, valor máximo y la estimación de coste de la inversión geológica sustitutiva, se obtienen las distintas Valoraciones Económicas en 2018 que se muestran en la cuarta columna de la Tabla 7 siguiente:

TABLA 7.
 Datos financieros del Plan MAGNA actualizados a 2018

1972-2018	Por hoja equivalente (€ de 2018)	Número de Hojas equivalentes vendidas a empresas	Valoración total (millones de €)	Valor añadido (millones de €)	Múltiplo inversión	Punto muerto (Nº de hojas)
Valor Máximo	26.618	296.853	7.901,63	7.736,61	47,88	5,56
Valor Mínimo	10.002	296.853	2.969,12	2.804,10	17,99	14,78
Disposición de pago	2.044	296.853	606,77	441,75	3,68	72,34
Inversión geológica sustitutiva	17.740	296.853	5.266,17	5.101,15	31,91	8,34

Para el cálculo de la rentabilidad a 2018 del Plan MAGNA hay que tomar asimismo en consideración las inversiones adicionales aunque limitadas, incurridas para su desarrollo durante el periodo 2004 a 2018, que incluyen tanto los costes para la elaboración de nuevas hojas, con el correspondiente incremento aunque ya limitado en el número de hojas disponibles, como para las actualizaciones de hojas MAGNA ya existentes. Dichas inversiones ascendieron con datos suministrados por el Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica del IGME a un total de 3.938.677 € nominales, contabilizándose en 4.979.611€ reales de 2018. Lo cual supone una inversión total realizada por el IGME, para el desarrollo completo del Plan MAGNA de 165,02 millones de euros de 2018.

Resultando el valor añadido de dicho Plan MAGNA, la diferencia entre las distintas valoraciones totales obtenidas y las citadas inversiones de 165,02 millones de euros realizadas, 7.736,61 millones de euros en el caso de valor máximo, 2.804,10 millones de euros en el caso de valor mínimo, 441,75 millones de euros tomándose en consideración la disposición de pago y 5.101,15 millones de euros considerándose la inversión geológica sustitutiva necesaria, valores reflejados en la quinta columna de la anterior Tabla 7. Los distintos múltiplos de la inversión, razón entre las valoraciones totales y su coste, quedan reflejados en la sexta columna, y el cálculo del número de hojas equivalentes necesarias para alcanzar el punto muerto, razón entre el coste por hoja y los distintos valores correspondientes, se presentan en su séptima columna. Pudiendo considerarse finalmente en 2.084,10 millones de euros la estimación mínima razonable del valor añadido generado por el Plan MAGNA hasta 2018.

Como conclusión general de los resultados de ambos ejercicios de evaluación del Plan MAGNA desarrollados, se podría indicar que su valor monetario añadido equivalente ha de entenderse como para todo programa público, como la transferencia de renta de los impuestos generales recaudados entre los contribuyentes hacia grupos muy determinados de individuos/empresas, que son los que directamente se benefician del Plan. Evidentemente cuanto más extensa sea la población receptora de dicha transferencia, mayores serán los beneficios para el conjunto de la sociedad.

En el caso del Plan MAGNA son las empresas dedicadas a la ingeniería/diseño de proyectos, a pesar de su muy reducido número, las inicialmente más beneficiadas de manera directa. Sin embargo dichos menores costes en sus actividades tales como obra civil, abastecimientos, aguas subterráneas, construcciones y viviendas, agricultura, minería y otras, de naturaleza pública en su gran mayoría, repercuten de manera indirecta y muy sustancialmente en los millones de personas que como usuarios se benefician de las correspondientes construcciones/instalaciones. Puede considerarse en consecuencia que los beneficios sociales del Plan MAGNA debido a la gran diversidad de sus utilidades empresariales, han redundado sobre prácticamente la totalidad de la sociedad española y de manera conservadora por las cantidades calculadas anteriormente como valores añadidos, entre un mínimo de 441,75 millones de euros hasta un máximo de 7.736,61 de millones de euros hasta 2018.

CAPITULO 8. BIBLIOGRAFIA

Barrera, J.L. 2000. Demanda científica, técnica y social de la Cartografía Geológica del ITGE y evolución futura. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 85-94.

Berástegui, X. y Puig, C. 2000. Evaluación crítica de las hojas MAGNA de Cataluña publicadas (1972-1999).
Perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 73-84.

Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., McKee, M.J. y Soller, D.R. 1997. Estimating the Social Value of Geologic Map Information: A Regulatory Application. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, article nº EE960963, 204-218.

Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., Soller, D.R., McKee, M.J., Sutter, J.F., Matti, J.C. y Campbell, R.M. 1993. *Societal Value of Geologic Maps*. U.S. Geological Survey Circular 1111, 53 pp.

Bernknopf, R.L., Campbell, R.M., Brookshire, D.S. y Shapiro, C.D. 1998. A Probabilistic Approach to Landslide Hazard Mapping in Cincinnati, Ohio, with Applications for Economic Evaluation. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, XXV (1). 39-56.

Bernknopf, R.L., Forney, W., Lucas, S., St-Onge, M., Dinitz, L., Halsing, D. y Einaudi, M. 2001. *The Value of Government Geologic Maps to the Mineral Exploration Industry—Two Case Studies Based on Multidisciplinary Geoscience Mapping Projects*. U.S. Geological Survey; Strategic Planning and Coordination Branch Natural Resources Canada; Geological Survey of Canada; Dept. of Earth and Environmental Sciences, Stanford University, Borrador final, 59 pp.

Bhagwat, S.B. y Berg, R.C. 1991. *Benefits and Costs of Geological Mapping Programs in Illinois: Case Study of Boone and Winnebago Counties and its State wide Applicability*. Illinois State Geological Survey, Circular 549, 40 pp.

Bhagwat, S.B. e Ipe, V.C. 2000. *Economic Benefits of Detailed Geologic Mapping to Kentucky*. Illinois State Geological Survey, Special Report 3, 39 pp. Ecominsa. 1983. *Estudio de la rentabilidad y valoración de la cartografía básica infraestructural realizada por el IGME*. Informe IGME, 94 pp.

Ellison, R.A. and Calow, R. 1996. *The economic evaluation of BGS geological Mapping in the U.K.* British Geological Survey unpublished report, 28 pp.

García-Cortés, A. 2000. La Cartografía geológica del IGME: líneas de actuación futura. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 94-95.

Goy, L.L. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: finalidad y evolución. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 59-64.

Ministerio de Industria. 1971. *Plan Nacional de la Minería*. Edición Resumida Tomo I.

Portero, J.M. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: la cartografía MAGNA en terrenos sedimentarios. *Boletín Geológico y Minero*. Número especial 2000. 65-72 pp.

Rodríguez Fernández, L.R. 2000. Los mapas geológicos producidos por el ITGE: evolución, actualidad y futuro. *Boletín Geológico y Minero*, número Especial 2000, 15-36.

Scott, M. 1999. *Valuing Australian State Geological Surveys: Quantitative Analysis for Strategic Planning*. Tesis Doctoral, WH Bryan Mining Geology Research Center, University of Queensland, 452 pp.

Watson, W., Shapiro, C. and Bernknopf, R.L. 1984. Costs of geologic information in the exploration for minerals: a case study of porphyry copper. *Journal of Resource Management and Technology*, 13 (2), 97-110.

CAPITULO 9. ANEXOS

Pág

I. Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. 2005. Evaluación económica y social del Plan MAGNA. Boletín Geológico y Minero, 116 (4): 291-305. ISSN: 0366-0176	76
II. Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. Madrid 2005. Economic and social value of the MAGNA Plan. Instituto Geológico y Minero de España. ISBN: 84-7840-613-1	92
III. A Herrero de Egaña, J. Vivancos y Á. García-Cortés. 2020. Análisis del impacto y actualización hasta 2018 del valor económico y social del Plan MAGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000. Boletín Geológico y Minero, 131 (4): 817-829. ISSN: 0366-0176	147
IV. Tablas numéricas datos PNIM, estudio Ecominsa y Programa MAGNA.....	160
V. Cuestionario estudio “Beneficios Económicos de los mapas geológicos detallados de Kentucky	165
VI. Cuestionario de evaluación del Plan MAGNA	168
VII. Utilidad del soporte papel de los mapas geológicos	173
VIII. Utilidad de los mapas geológicos digitales	177
IX. Utilidad de las funcionalidades de análisis de los mapas digitales	181
X. Idoneidad de las distintas escalas de la cartografía geológica	184
XI. Mejoras generadas por la disponibilidad de hojas MAGNA en los proyectos.....	188
XII. Dificultades generadas por la carencia de hojas MAGNA	195
XIII. Presupuestos necesarios para el desarrollo de la investigación geológica sustitutiva ...	200
XIV. Valor de las hojas MAGNA en ejemplos de casos reales.....	202
XV. Comentarios generales sobre los programas de cartografía geológica del IGME	205

ANEXO I

Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. 2005. Evaluación económica y social del Plan MAGNA. Boletín Geológico y Minero, 116 (4): 291-305. ISSN: 0366-0176 (Pág 76-91)

Evaluación económica y social del Plan MAGNA

Á. García-Cortés⁽¹⁾, J. Vivancos⁽²⁾ y J. Fernández-Gianotti⁽¹⁾

(1) Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid

(2) International Development Management Española, S.A.

RESUMEN

En este trabajo se expone el estudio de valoración económica y social (realizado entre los años 2002 y 2003) del Plan MAGNA (Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000), siguiendo una metodología análoga a la desarrollada en 2000 por el Servicio Geológico de Illinois (USA) para la evaluación de la cartografía geológica detallada del Estado de Kentucky. Del estudio se desprenden interesantes consecuencias en relación con las demandas de los usuarios de cartografía geológica en España y se obtienen unas excelentes cifras de rentabilidad de la inversión pública destinada al Plan MAGNA, en base a los ahorros obtenidos por los diversos usuarios de estas cartografías.

Palabras clave: análisis coste beneficio, cartografía geológica, evaluación económica

Economic and social value of the MAGNA Plan

ABSTRACT

This paper reports the social and economic evaluation (conducted in 2002 and 2003) of the MAGNA Plan (Geological Map of Spain, 1:50.000 scale). The authors adopted a very similar methodology to that used by the Illinois Geological Survey (USA) in 2000 for the evaluation of the detailed geological maps of the State of Kentucky. Many interesting points concerning the demands of users of geological maps in Spain and the excellent returns on the public investment in the MAGNA Plan, given the savings made by the various users of the maps, were highlighted by the evaluation.

Key words: cost benefit analysis, economic value, geological maps

Introducción

Con cierta antelación a la finalización del Plan MAGNA, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) se enfrentó a la necesidad de programar las actuaciones que en materia de cartografía geológica acometería en el futuro inmediato. Las decisiones en este sentido no podían tomarse guiados por un espíritu meramente continuista y las innovaciones a introducir en las nuevas propuestas no debían ser el resultado de una mera reflexión interna, por mucha experiencia que se hubiera acumulado en el Organismo tras la extraordinaria tarea colectiva de casi 33 años de duración que ha supuesto el desarrollo del MAGNA.

Por ello, ya en Noviembre de 1999, coincidiendo con el sesquicentenario de la creación del Instituto, se organizó un *Taller de Cartografía Geotemática* para hacer una evaluación de los productos cartográficos del IGME. Se consideró entonces que por motivos de eficacia se limitaría a 25 el número de expertos invitados a realizar esta valoración técnica de las diferentes cartografías producidas por el Instituto. El

resultado de estas valoraciones se publicó en un número especial del *Boletín Geológico y Minero de España* (Goy, 2000; Portero, 2000; Berástegui y Puig, 2000 y Barrera, 2000). No cabe duda que de los debates pudieron extraerse conclusiones de interés (Rodríguez Fernández, 2000 y García-Cortés, 2000) que influyeron en cierta manera en la preparación de actuaciones ulteriores. No obstante, el carácter ciertamente restrictivo de este taller impidió pulsar de una manera más amplia, como hubiera sido deseable, la opinión de la mayor parte de los usuarios de la cartografía geológica producida en el Plan MAGNA.

Las limitaciones de los resultados del taller celebrado en 1999 y la inminente finalización del Plan MAGNA, con la cobertura del cien por cien del territorio nacional, motivaron que a mediados de 2002 la Dirección de Geología y Geofísica del IGME iniciara un ambicioso proyecto de evaluación del Plan, con un doble objetivo: en primer lugar evaluarlo socialmente, para lo cual era necesario identificar convenientemente a los usuarios, las necesidades de éstos y si el MAGNA había dado adecuada respuesta a las mis-

mas. En segundo lugar, realizar la primera evaluación *ex post* de la rentabilidad económica de un plan que ha consumido una parte muy importante de los recursos del Organismo durante los últimos 33 años. En base al resultado de esta doble evaluación se podría diseñar el alcance e intensidad de los trabajos de actualización de la cartografía generada así como la introducción de modificaciones o de posibles nuevos productos cartográficos que respondieran a las necesidades que se detectasen.

Se quería que esta evaluación económica y social fuera realizada por una empresa independiente, experta en evaluación de inversiones y de mercados, resultando elegida tras el correspondiente concurso público la empresa International Development Management Española, S.A.

Antecedentes

La primera labor que hubo de realizar la empresa adjudicataria fue la búsqueda de antecedentes: estudios similares que se hubieran realizado por otros servicios geológicos u organismos análogos.

Ciertamente el Programa Nacional de Investigación Minera (PNIM) de 1972, en el que estaba incluido el Plan MAGNA, contabilizó *ex ante* sus posibles beneficios brutos en el equivalente de 277,89 millones de euros de 2003, que, una vez deducidas las inversiones necesarias, se transformaban en unos beneficios netos de 193,83 millones de euros, con un ratio beneficio/coste de 3,3. Consideraba únicamente los beneficios generados por la utilización de la cartografía geológica en los sectores de las aguas subterráneas, investigación minera, obras públicas y agrícola, así como una mayor tasa de ocupación de los geólogos.

En 1982, la sociedad Ecominsa a instancias del IGME realizó una nueva evaluación de los posibles beneficios del MAGNA con metodología igualmente *ex ante* e incluyendo, además de los beneficios ya considerados en la evaluación del PNIM, los correspondientes al medio ambiente y al planeamiento urbano. Dicha valoración obtenía unos beneficios brutos equivalentes a 93,52 millones de euros de 2003 que se transformaban en unos beneficios netos, mucho menores, de 19,82 millones de euros, con un ratio beneficio/coste de tan sólo 1,3.

A nivel internacional han existido algunos intentos de evaluar económicamente los programas de cartografía geológica. En Estados Unidos la bibliografía inicial publicada por el Servicio Geológico (USGS) está siempre ligada a casos reales y soportada por cálculos empíricos específicos no pudiendo

extraerse valoraciones globales. Destacan los siguientes estudios:

- Costes de la información geológica en la exploración minera: caso del *Porphyry Copper* (Watson *et al.* 1984).
- El valor social de los mapas geológicos (Bernknopf *et al.* 1993).
- Estimación del valor social de los mapas geológicos: una aplicación regulatoria (Bernknopf *et al.* 1997).
- Una aplicación probabilística a la cartografía de riesgos de desprendimiento de tierras en Cincinnati, (Ohio), con aplicaciones para la evaluación económica (Bernknopf *et al.* 1998).
- El valor de los mapas geológicos gubernamentales para la exploración minera: dos casos basados en cartografías geocientíficas multidisciplinares (Bernknopf *et al.* 2001).

De todas estos estudios, el de mayor repercusión internacional fue el de Bernknopf *et al.* (1993), donde se calculan los beneficios para el condado de Loudon (Virginia) de una cartografía geológica de mayor escala (1:100.000) que la preexistente (1:500.000), mediante la estimación de los ahorros generados en la localización de un vertedero y en el diseño de una carretera. En la localización del vertedero, una cartografía de mayor detalle eliminaría pérdidas por contaminación de terrenos por una más adecuada ubicación del vertedero gracias al mejor conocimiento de la permeabilidad de los terrenos. A su vez, gracias al mejor diseño de la carretera se evitarían obras de contención de taludes y de desescombro de desprendimientos. Con todos estos datos se proporciona un ratio beneficio/coste de la nueva cartografía de mayor detalle comprendido entre 2,11 y 4,03.

También el Servicio Geológico Británico (BGS) elaboró un estudio sobre *el valor económico de los mapas geológicos del BGS en el Reino Unido* (Ellison y Callow, 1996). Se calculó en base a un porcentaje de ahorro del total del volumen económico de las distintas actividades usuarias obteniendo como resultado unos ahorros anuales de 27 millones de euros. Para aproximarse a este porcentaje de ahorro se estudió el caso de dos ejemplos reales: los beneficios de la cartografía geológica en la explotación de gravas en Garstang, y en el control de subsidencias urbanas provocadas por disolución de yesos en Ripon. El año 2002 el BGS acometió también un análisis coste/beneficio de un programa de cartografía geológica en el Estado de Benue (Nigeria) considerando los beneficios que el conocimiento geológico plasmado en los mapas produciría en los resultados de una ambiciosa campaña de sondeos para abastecimiento de aguas.

Con esta única finalidad, el ratio beneficio/coste se estimó en 1,47.

Por último, en Australia, Scott (1999) realizó una *valoración de los Servicios Geológicos Estatales*. El objetivo era la evaluación de los programas de mejora de la información geológica que los distintos estados australianos están desarrollando actualmente, basada en el análisis de la reducción de riesgos de fracasos en la exploración minera (caso de los depósitos de *Porphyry Copper* en Yarrol, Queensland) y en la mejora en la gestión de los recursos minerales gracias a mejores y más informadas decisiones políticas. En el Estado de Queensland se obtenía un VAN, con una tasa de descuento del 6%, entre 117 y 166 millones de dólares australianos, dependiendo de los escenarios considerados.

Todos los casos comentados hasta ahora se han basado en cálculos empíricos o análisis coste/beneficio muy simplificados, focalizando el estudio en determinadas aplicaciones de los mapas geológicos. Sin embargo, en 1991 el Servicio Geológico del Estado de Illinois (ISGS) abordó una evaluación de su programa de cartografía geológica con una nueva metodología basada en una encuesta a usuarios de relieve, aunque centrando el análisis coste-beneficio del programa en los condados de Boone y Winnebago y en la reducción de futuros costes de limpieza o descontaminación por una mejor ubicación de vertederos. Extrapolando los resultados, el rango del ratio beneficio/coste del programa de cartografía geológica en todo el estado de Illinois podía variar entre 0,46 y 14,11.

Finalmente el ISGS realizó el estudio *Beneficios económicos de los mapas geológicos detallados de Kentucky* (Bhagwat e Ipe, 2000) donde perfeccionó la metodología de encuesta a usuarios, esta vez para determinar el valor de la cartografía geológica detallada en este Estado y considerando una gran variedad de potenciales usuarios. El rango del ratio beneficio/coste que este estudio arroja para el programa de cartografía geológica 1:24.000 de Kentucky es de 24,99 a 39,16. No se detallará ahora esta metodología ya que ha servido de base para la evaluación económica y social del Plan MAGNA, una vez adaptada a la realidad española y mejorada con aportaciones realizadas por el IGME y la empresa IDM, adjudicataria del estudio.

Metodología de trabajo

Para abordar este estudio se recopiló, de muy diversas fuentes, una lista que incluía más de 1.200 contactos potenciales de expertos de empresas e institu-

ciones con gran probabilidad de haber utilizado las hojas geológicas 1:50.000 del Plan MAGNA. Dicha lista incluía consultores medioambientales, miembros de las distintas administraciones públicas, técnicos de compañías mineras, de compañías constructoras y de ingenierías, urbanistas, investigadores y profesores universitarios.

La participación en el estudio de los distintos colectivos anteriores se estructuró mediante la cumplimentación de un cuestionario cuidadosamente elaborado para lo que se solicitó la colaboración de los Colegios de Geólogos (ICOG) y de Ingenieros de Minas. El cuestionario fue diseñado con los siguientes objetivos en mente:

- Determinar los distintos tipos de actividades para las que es necesaria la utilización de las hojas MAGNA.
- Conocer la importancia que otorgan los distintos usuarios a la utilización de las hojas MAGNA en el desarrollo de los diferentes proyectos que realizan.
- Conocer la valoración de los distintos usuarios sobre el interés de posibles informaciones adicionales no incluidas actualmente en las hojas MAGNA, de los mapas geomorfológicos que ahora se publican, de las diferentes escalas posibles o de los distintos soportes (digital o papel).
- Determinar la contribución de las hojas MAGNA a la mejora de la calidad, la credibilidad y los costes en la realización de las actividades de sus usuarios.
- Estimar el valor económico de las hojas MAGNA para sus distintos usuarios.

Los resultados obtenidos en relación con las tres primeras cuestiones ayudarán a la planificación de los futuros programas y productos cartográficos del IGME. La cumplimentación de las otras dos preguntas servirá para determinar el valor económico de las hojas geológicas MAGNA, tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Atribuirles a las hojas MAGNA una valoración cuantitativa o económica es un problema extremadamente complejo, al tener estos mapas muy diversos usuarios, tradicionales, nuevos e incluso desconocidos, además de permitir utilidades repetidas a lo largo del tiempo. Por tanto la metodología de evaluación desarrollada ha consistido en primer lugar en estimar el valor económico de las hojas MAGNA para cada posible usuario empresarial, para posteriormente poder calcular un valor medio económico y extrapolarlo a la totalidad de los potenciales usuarios empresariales a lo largo del tiempo, y así poder obtener una estimación de la totalidad de los beneficios agregados generados por el Programa MAGNA.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Instituto Geológico y Minero de España

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL PLAN MAGNA

La información es en beneficio de todos

Naturaleza, características y finalidad

Las informaciones solicitadas en este cuestionario tienen como objetivos tanto la correcta evaluación económica de los beneficios generados por el Plan MAGNA, como la mejora de los futuros planes cartográficos del IGME. Agradeceríamos por tanto todas sus opiniones/informaciones sin reservas, pues nos serán de gran utilidad.

Legislación

Serán objeto de protección y quedarán amparados por el secreto estadístico, los datos personales que obtengan los servicios estadísticos tanto directamente de los informantes como a través de fuentes administrativas (art. 13,1 de la Ley de la Función Estadística Pública (LFEPE) de 9 de mayo de 1989). Todo el personal estadístico tendrá la obligación de preservar el secreto estadístico (art. 17.1 de la LFEPE).

Clasificación de su organización. (Poner una cruz donde corresponda).

<input type="checkbox"/> Minería e hidrocarburos.	<input type="checkbox"/> Constructora.	<input type="checkbox"/> Universidad/OPI.
<input type="checkbox"/> Agricultura y Montes.	<input type="checkbox"/> Arquitectura/Urbanismo.	<input type="checkbox"/> Ingeniería.
<input type="checkbox"/> Medio Ambiente.	<input type="checkbox"/> Administración Pública.	<input type="checkbox"/>

Datos de Identificación (opcional)

Agradeceríamos sus datos de contacto, pero únicamente si lo considerase oportuno, al objeto de poder consultarle sobre posibles propuestas/soluciones/mejoras.

D. (D ^a)	Cargo
Empresa o Institución	Ciudad
Teléfono	Correo Electrónico
<input type="checkbox"/> Intérés en participar en visita geológica a Parque Nacional / natural	

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Le agradeceríamos que este cuestionario sea devuelto, en el sobre adjunto a franquear en destino, y debidamente cumplimentado en un plazo no superior a 20 días, a partir de su recepción.

En caso de tener alguna duda relacionada con el cuestionario, pueden llamar al teléfono 917 287 236 del IGME, o mandar un correo electrónico a: r.martinez@igme.es

DOCUMENTO PROTEGIDO POR EL SECRETO ESTADÍSTICO

1. Actividades de su organización que pueden requerir del uso de mapas geológicos de la serie MAGNA

Recursos Naturales

<input type="checkbox"/> Rocas/Minerales Industriales	<input type="checkbox"/> Minerales metálicos	<input type="checkbox"/> Petróleo/Gas natural
<input type="checkbox"/> Carbón	<input type="checkbox"/> Aguas Subterráneas	<input type="checkbox"/> Agricultura y Montes
<input type="checkbox"/>		

Medio Ambiente

<input type="checkbox"/> Prevención de contaminación	<input type="checkbox"/> Remedación y restauración
<input type="checkbox"/> Gestión y conservación del medio natural	<input type="checkbox"/> Evaluación de Impacto ambiental
<input type="checkbox"/>	

Riesgos Naturales

<input type="checkbox"/> Desprendimientos/Deslizamientos	<input type="checkbox"/> Subsidiencias/Colapsos	<input type="checkbox"/> Terremotos
<input type="checkbox"/> Avenidas/inundaciones	<input type="checkbox"/> Vulcanismo	<input type="checkbox"/>

Ingeniería

<input type="checkbox"/> Edificación/Cimentación	<input type="checkbox"/> Carreteras/Autopistas	<input type="checkbox"/> Ferrocarriles
<input type="checkbox"/> Oleoductos/Gasoductos	<input type="checkbox"/> Infraestructuras eléctricas	<input type="checkbox"/> Regadíos
<input type="checkbox"/> Presas/Canales/Abastecimiento	<input type="checkbox"/> Puertos	<input type="checkbox"/>

Ordenación del Territorio y Urbanismo

<input type="checkbox"/> Ordenación/Planeamiento territorial	<input type="checkbox"/> Planeamiento/Calificación urbanística
<input type="checkbox"/> Localización de vertederos	<input type="checkbox"/> Localización de polígonos Industriales
<input type="checkbox"/>	

Tasaciones de terrenos, seguros e informes periciales

<input type="checkbox"/> A efectos impositivos	<input type="checkbox"/> Adquisición de terrenos	<input type="checkbox"/> Seguros
<input type="checkbox"/> Informes periciales	<input type="checkbox"/>	

Investigación y docencia

<input type="checkbox"/> Investigación	<input type="checkbox"/> Enseñanza	<input type="checkbox"/>
--	------------------------------------	--------------------------------

2. ¿Qué porcentaje de sus actividades durante los últimos cinco años, dependió de la utilización de mapas geológicos? %

3. ¿Qué informaciones adicionales no actualmente reflejadas en los mapas geológicos MAGNA le interesaría que se incluyeran? Por favor enumérelas.

.....

.....

.....

Fig. 1.a. Formulario de la encuesta (1ª parte)
Fig. 1.a. Questionnaire (Part 1)

El cuestionario contenía 12 preguntas detalladas, además de los datos opcionales de identificación y clasificación de la organización, requiriéndose a cada participante la cumplimentación de más de 50 respuestas numéricas o de SI/NO y 9 respuestas descriptivas. Los 1.200 cuestionarios fueron puestos en el correo en junio de 2003 y se realizó un seguimiento telefónico por el ICOG y Valgrande Remain S.L., culminándose la encuesta a mediados del mes de agosto con la contabilización de la recepción de 311 cuestionarios (26% de los encuestados).

De los anteriores cuestionarios recibidos, 118 podrían considerarse como completos, siendo los restantes 193 mediana o limitadamente completos. Dichos resultados permitieron, para las preguntas no económicas, obtener una respuesta mínima superior a 200 observaciones. En relación con las distintas cuestiones económicas, entre 156 y 205 respuestas incluían algún grado de descripción de las experien-

cias obtenidas durante la utilización de entre 934 y 2.567 hojas MAGNA.

Como resumen se podría indicar que las tabulaciones de las anteriores observaciones requirieron la entrada de más de 8.400 datos numéricos o identificativos y de más de 1.200 respuestas descriptivas para su posterior análisis.

La valoración cualitativa del Plan MAGNA

La información contenida en las hojas MAGNA es requerida para la realización de distintas tareas que cubren prácticamente la totalidad del espectro de las actividades empresariales, universitarias e investigadoras de la sociedad, vinculadas con el medio geológico. En el ejemplo de la muestra de respuestas obtenidas, una media de 40'9% de las actividades de los distintos participantes en la encuesta requirió, duran-

4. En su opinión, ¿qué grado de utilidad tiene el mapa geomorfológico que se está incluyendo últimamente en los mapas geológicos MAGNA?

Muy útil Bastante útil Medianamente útil Poco útil Nada útil

¿Qué informaciones adicionales actualmente no contenidas en dicho mapa geomorfológico le interesaría que se incluyeran?

.....

5. ¿Qué escala de los mapas geológicos sería de mayor utilidad para Vd.?

Mayor de 1:25.000 1:25.000 1:50.000 1:200.000

Comentarios

6. ¿El soporte papel del mapa geológico es de utilidad para Vd.?

Sí No Comentarios

7. ¿Son los mapas geológicos digitales de utilidad para Vd.?

Sí No Comentarios

En caso afirmativo ¿requeriría que el mapa viniese acompañado de una aplicación con funcionalidades de análisis?

Sí No Comentarios

8. En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitutiva mediante trabajo propio o contratada?

..... %

Presupuesto global aproximado de un proyecto típico Euros/Pts.

(Táchese lo que no proceda)

9. Cite los ejemplos que le sea posible, sobre cómo los mapas geológicos MAGNA mejoraron la calidad y/o credibilidad de su trabajo (Use espacio adicional si fuese necesario).

.....

10. Describa proyectos en los cuales la falta de mapas geológicos MAGNA generó un mal planeamiento o costes adicionales. (Use espacio adicional si fuese necesario).

.....

11. Ejemplo de un caso real:

A. Título descriptivo de un proyecto determinado en el que Vd. utilizó mapas geológicos MAGNA:

.....

B. Presupuesto global del proyecto Euroes/Pts.

(Táchese lo que no proceda)

C. Número aproximado de diferentes hojas geológicas MAGNA utilizadas:

D. Si los mapas geológicos MAGNA no hubieran existido ¿qué cantidad hubiera sido necesaria para obtener la información contenida en ellos?

Mejor estimación del gasto necesario Euroes/Pts.

(Táchese lo que no proceda)

E. Si los mapas geológicos MAGNA existían, ¿podría Vd. estimar los ahorros que les fueron generados por su disponibilidad?

Mejor estimación de ahorros Euroes/Pts.

(Táchese lo que no proceda)

F. En este último caso, dado el valor para Vds. de los mapas geológicos MAGNA. ¿Cuánto se habría estado dispuesto a pagar por la información geológica contenida en ellos?

Mejor estimación del pago Euroes/Pts.

(Táchese lo que no proceda)

12. Cualquier otro comentario sobre los programas de cartografía geológica del IGME que Vd. considere de interés reflejar:

.....

.....

UNA VEZ CUMPLIMENTADO EL QUESTIONARIO UTILICE EL SOBRE ADJUNTO CON FRANQUEO PAGADO

Fig. 1.b. Formulario de la encuesta (2ª parte)
 Fig. 1.b. Questionnaire (Part 2)

te los últimos 5 años, la utilización de mapas geológicos. Es un primer dato que confirma el acierto en la selección del colectivo encuestado.

Es de destacar la importante representación, entre los cuestionarios recibidos y en relación con las respuestas al concepto de tipo de organización de las actividades de ingeniería, universitaria y OPIs y minería e hidrocarburos, que suponen más del 63% de los expertos/empresas participantes (véase Figura 2), correspondiendo el 37% restante a actividades como la administración pública en sus distintos niveles, la consultoría medioambiental, la construcción, la agricultura y los montes y un capítulo de otras, en el que se incluyen desde consultoras geológicas, hasta servicios de abastecimiento de agua, pasando por control de calidad, cartografía, consultores autónomos y la producción de ferroaleaciones.

Las figuras siguientes (Figuras 3 a 10) reflejan la primera evaluación global realizada sobre las razones

de utilización de las hojas MAGNA a nivel del Estado por los distintos grupos de usuarios. En las figuras, que corresponden a las 7 grandes áreas de actividades económicas y medioambientales en las que según las respuestas se requiere la utilización de las hojas MAGNA, cada una de las barras indica el porcentaje de la totalidad de los encuestados que afirma utilizar realmente las hojas geológicas MAGNA. La suma global de todas las respuestas puede ser superior a 100%, ya que en la mayoría de ellas se indica más de una utilización.

La consideración de la gestión, extracción y desarrollo de recursos naturales (véase Figura 3) como la principal área de utilización de las hojas MAGNA, no hace más que indicar, como se podría prever, su enorme incidencia en la gestión de las aguas subterráneas y en la de las actividades mineras en todos sus ámbitos, a nivel estatal. Asimismo la relevancia de las utilidades de estos mapas geológicos para el desa-

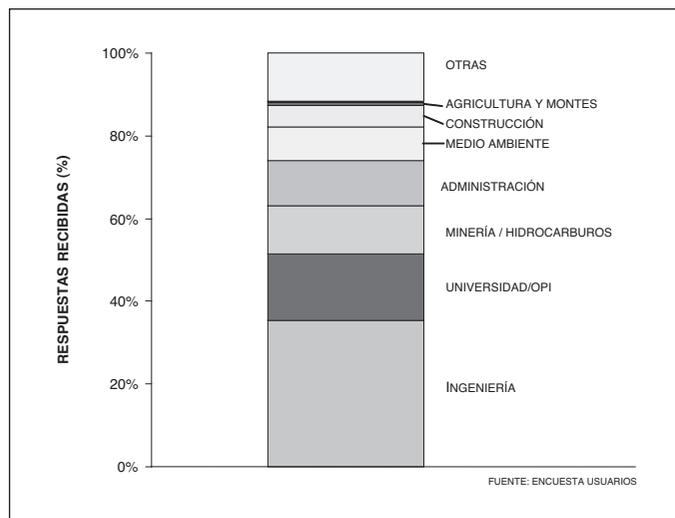


Fig. 2. Clasificación de las organizaciones encuestadas
 Fig. 2. Classification of the organisations surveyed

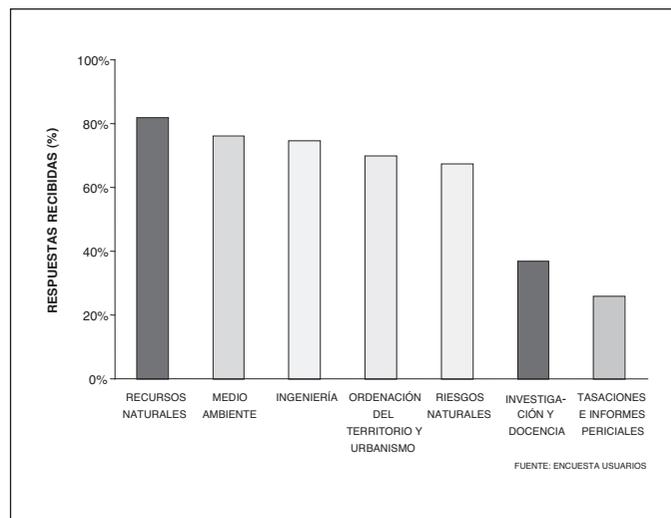


Fig. 3. Actividades desarrolladas por las organizaciones que requieren hojas MAGNA
 Fig. 3. Activities of the organizations that require MAGNA sheets

rollo de proyectos medioambientales, de ingeniería y de urbanismo, todas superiores o iguales al 70%, refleja el enorme esfuerzo por el desarrollo moderno y riguroso de inversiones en infraestructuras, en que se encuentra inmersa la sociedad española en los últimos años (autovías, AVE, planes urbanísticos, ...).

La consideración de las aguas subterráneas como la categoría de uso más frecuente de hojas MAGNA, dentro de las categorías de actividades de gestión de los recursos naturales (Figura 4), indica tanto la importancia del agua subterránea como un elemento fundamental para la actividad humana, como la importancia de las hojas MAGNA para el desarrollo, utilización sostenible y protección de dicho recurso.

La segunda mayor utilización de las hojas MAGNA para la gestión, exploración y desarrollo de recursos naturales es la relacionada con las rocas y minerales industriales, otro componente de gran incidencia en la economía. El fuerte crecimiento del sector rocas/minerales industriales viene originado fundamentalmente por dos causas, la fuerte inversión mencionada anteriormente en infraestructuras durante los últimos años y el gran desarrollo de la construcción.

La utilización según más de un 63% de las respuestas, de las hojas MAGNA para tareas de evaluación de impacto ambiental entre las utilidades medioambientales (Figura 4) refleja la importancia otorgada por las últimas reglamentaciones a los estudios de impacto ambiental, unido al fuerte desarrollo inversor en esos campos ya reiteradamente comentado.

Al mismo tiempo, las actividades más tradicionalmente asimiladas con el sector medioambiental, co-

mo la remediación y la restauración, la gestión y la conservación del medio natural y la prevención de la contaminación, justifican la utilización de hojas MAGNA en los proyectos de los participantes en la encuesta, en niveles superiores al 34% de los casos.

La Figura 6 indica la utilidad de las hojas MAGNA tanto para el mantenimiento de las infraestructuras del Estado como para las pujantes actividades de construcción de edificios, de carreteras, de presas, de ferrocarriles, de puertos, de oleoductos y gasoductos, de regadíos, canales y abastecimiento de aguas o de infraestructuras eléctricas, actualmente en curso. La mayor parte de las construcciones requieren de áridos para la cimentación y los hormigones de alta calidad, ayudando los mapas geológicos a la localización de yacimientos cercanos de áridos, que permiten reducir sustancialmente los costes de transporte. Las hojas geológicas asimismo ayudan a la predicción de las condiciones de construcción y excavación y permiten desarrollar planes de mitigación de riesgos para zonas con riesgos geológicos de consideración.

Asimismo, la Figura 5, dada la amplia base sectorial a la que corresponden las distintas aplicaciones representadas, sirve para reflejar la gran amplitud de utilidades de las hojas MAGNA y de las informaciones geológicas en la economía española.

La Figura 7, refleja las respuestas de los usuarios de las hojas 1:50.000 del Plan MAGNA para actividades de ordenación del territorio y urbanismo, destacando la localización de vertederos, con una respuesta del 53%, como la de mayor utilización. La valoración exhaustiva de las condiciones geológicas de los terrenos es imprescindible durante el proceso

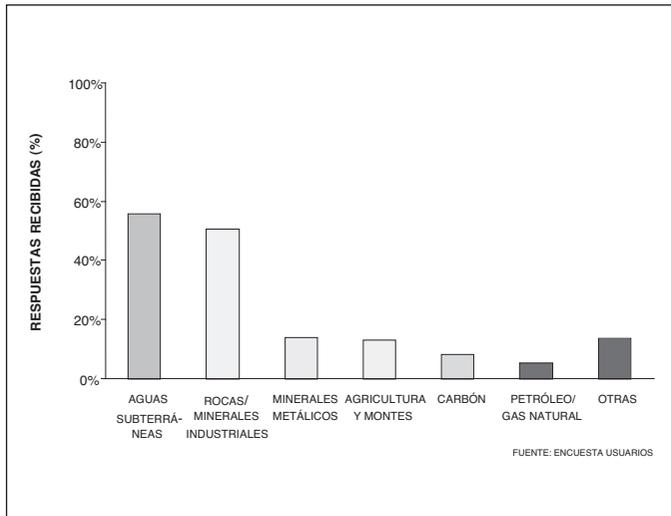


Fig. 4. Utilización de hojas MAGNA en actividades relacionadas con los recursos naturales

Fig. 4. Use of MAGNA sheets for activities relating to natural resources

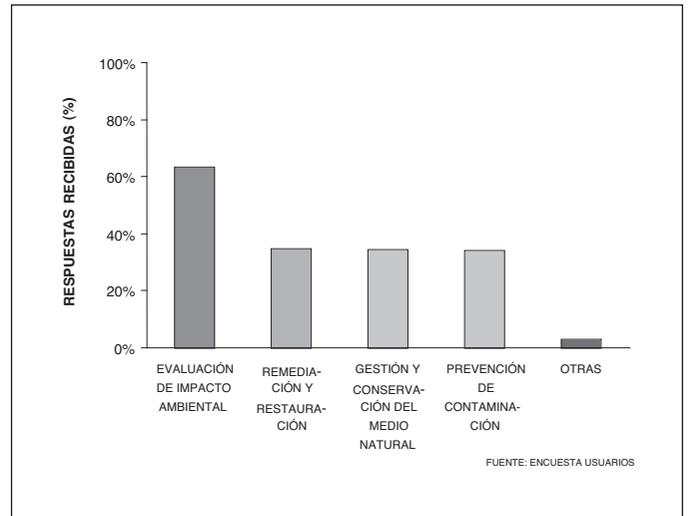


Fig. 5. Utilización de hojas MAGNA en actividades relacionadas con el medio ambiente

Fig. 5. Use of MAGNA sheets in environmental activities

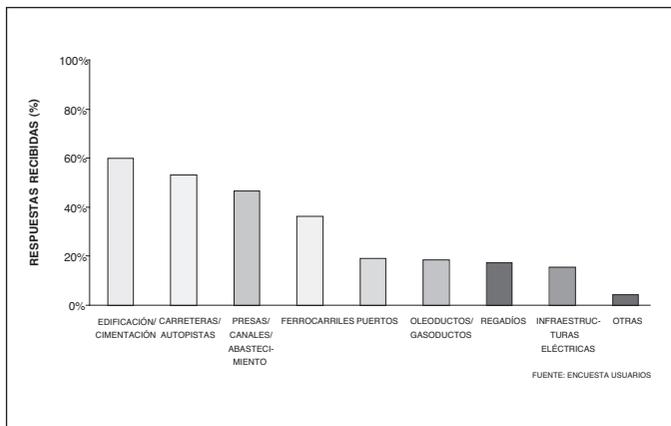


Fig. 6. Utilización de hojas MAGNA en actividades de ingeniería

Fig. 6. Use of MAGNA sheets in engineering activities

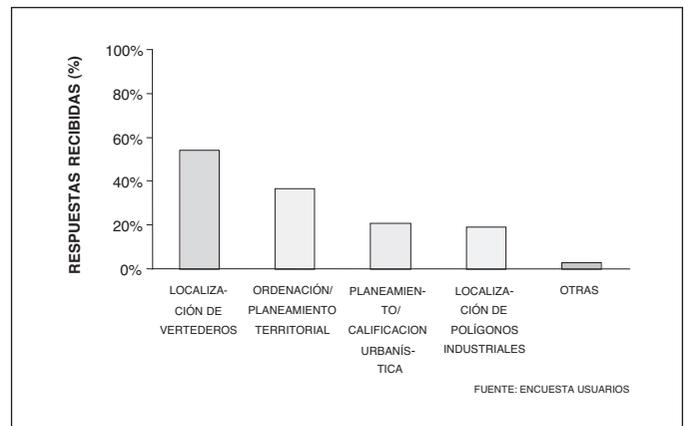


Fig. 7. Utilización de hojas MAGNA en actividades de ordenación del territorio y urbanismo

Fig. 7. Use of MAGNA sheets for land management and town planning

de evaluación ligado a la concesión de licencias, para poder acometer adecuadamente tanto la localización de vertederos, como de polígonos industriales, en los que pudieran desarrollarse actividades potencialmente contaminantes. Además durante los últimos años en España, como en la mayoría de los principales países económicamente más avanzados, han experimentado un fuerte desarrollo las zonas urbanas.

En el caso de que los mapas geológicos no existieran, la información debería obtenerse de fuentes alternativas, siempre que ello fuese posible y normalmente incurriendo unos costes económicos y unos plazos muy superiores. Tanto las tareas de ordena-

ción del territorio, como las de planeamiento urbano, son indispensables para evitar que el crecimiento de la población y los procesos migratorios o cambios demográficos puedan acarrear tensiones medioambientales de importancia, y más en particular en los casos en los que las condiciones geológicas de los terrenos afectados no fuesen compatibles con las posibles recalificaciones solicitadas.

Se podría por tanto resumir, que la utilización de los mapas geológicos en la planificación urbanística sirve para obtener las respuestas adecuadas a cuestiones clave relacionadas con la optimización de la utilización de los terrenos; habiendo asimismo permi-

tido el desarrollo de códigos constructivos y que los fenómenos geológicos como los terremotos, las subsidencias y colapsos tienen una incidencia directa en los requisitos necesarios para una construcción segura.

Precisamente la Figura 8 refleja la utilización de los mapas geológicos para la comprensión de las causas potencialmente generadoras de riesgos geológicos, al objeto de poder colaborar en las tareas de mitigación y prevención de sus posibles impactos.

Las tres principales utilidades de los mapas geológicos en actividades relacionadas con los riesgos naturales, tienen como objetivo el hacer frente a posibles desprendimientos/deslizamientos de terrenos, a posibles avenidas e inundaciones y a posibles subsidencias o colapsos de terrenos, fenómenos, por desgracia, relativamente frecuentes en España.

La Figura 9 indica las pautas de utilización de las hojas MAGNA para actividades de investigación y docencia, entre las que destaca su utilización para tareas de investigación, que alcanza un 32'8% de las respuestas recibidas.

Los informes periciales o las tasaciones de terrenos a efectos de su adquisición (Figura 10) también pueden requerir de la utilización de hojas MAGNA. En ciertos casos el conocimiento de las condiciones geológicas de un terreno, que podrían indicar futuros problemas o contingencias/responsabilidades, puede ser de gran interés, conteniendo obviamente los mapas geológicos las informaciones básicas al respecto (vulnerabilidad a la contaminación, existencia de recursos mineros, etc...).

Valoración de la oferta actual y posibles mejoras del MAGNA

El soporte papel de las hojas MAGNA es considerado de utilidad para el 95'8% de las respuestas obtenidas (véase Figura 11). Como resumen de los comentarios recibidos sobre la utilidad del soporte papel de las hojas MAGNA se podría señalar que dicho soporte es considerado como imprescindible para las consultas en campo y en el desarrollo de proyectos docentes o de investigación.

En la misma figura puede observarse que la versión digital de las hojas MAGNA obtiene la aprobación del 91'6% de las respuestas obtenidas. Los mapas digitales son considerados muy necesarios ya que permiten una mayor agilidad tanto en la combinación/modificación de documentos como en las consultas. Sin embargo, sus precios son todavía percibidos como elevados, citándose asimismo cierta

limitación en las informaciones contenidas, y más en particular la carencia de bases topográficas.

Las aplicaciones con funcionalidades de análisis son requeridas por el 86'6% de los usuarios interesados en la utilización del formato digital de las hojas MAGNA (véase Figura 11). Se demanda unas funcionalidades sencillas sobre temas básicos y compatibles con SIG.

No obstante algunos usuarios demandan funcionalidades más complejas, difícilmente realizables, como la posibilidad de obtener cortes geológicos de forma automática.

La escala 1:50.000, utilizada actualmente en las hojas MAGNA, con la excepción de los territorios insulares, cuya escala de representación es 1:25.000, está considerada como la de mayor utilidad únicamente para el 23'2% de las respuestas recibidas (véase Figura 12). Sin embargo la escala 1:25.000, que ha sido utilizada en algunos programas de cartografía geológica a nivel autonómico, es considerada como la escala de mayor utilidad para el 75'8 de las respuestas obtenidas. Es curioso que sólo el 30% de las respuestas consideren las escalas superiores al 1:25.000 las de mayor utilidad. Es seguro que los encuestados conocen que a nivel de proyecto son necesarias cartografías de mayor detalle pero no las demandan a un Organismo estatal probablemente conscientes de la inviabilidad de la propuesta. Esta autolimitación en la demanda de escalas mayores da sin duda más fuerza a la solicitud de los usuarios que plantean la necesidad de abordar programas a escala 1:25.000.

Para la planificación de los nuevos programas cartográficos del IGME, es asimismo de gran importancia conocer los tipos de informaciones adicionales, no reflejadas actualmente en los mapas, que son de interés para los usuarios, al objeto de poder ser incluidas en los productos futuros. La Figura 13 pretende dar respuesta a la anterior cuestión, destacando como las informaciones adicionales del máximo interés para los usuarios aquellas relativas a los puntos de interés geológico y los datos de recursos minerales, hidrogeología y posibles riesgos naturales. Es importante destacar que, de alguna forma, en la normativa diseñada para la actualización del MAGNA los cinco aspectos que más interesan ya se habían recogido, así como otros cuatro aspectos más de la zona media del gráfico (señalados en la Figura 13 con asteriscos).

La Figura 14 nos indica la valoración del mapa geomorfológico que se está publicando conjuntamente con los mapas geológicos, siendo considerado como muy útil o bastante útil por el 78'8% de las respuestas recibidas. Asimismo se recogen en la

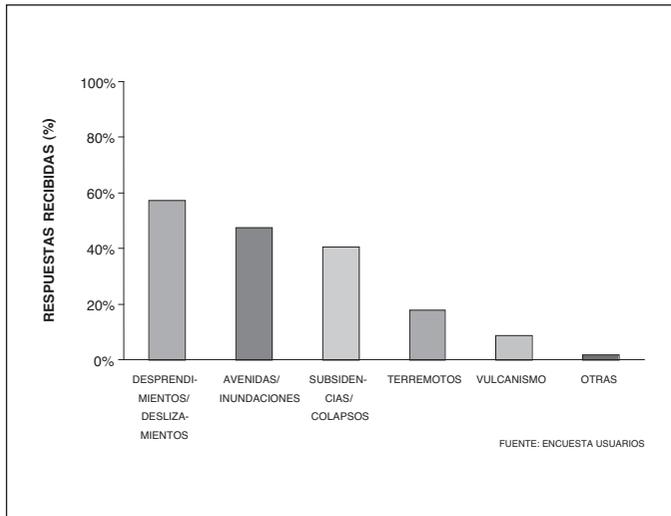


Fig. 8. Utilización de hojas MAGNA en actividades relacionadas con los riesgos naturales

Fig. 8. Use of MAGNA sheets for activities associated with natural hazards

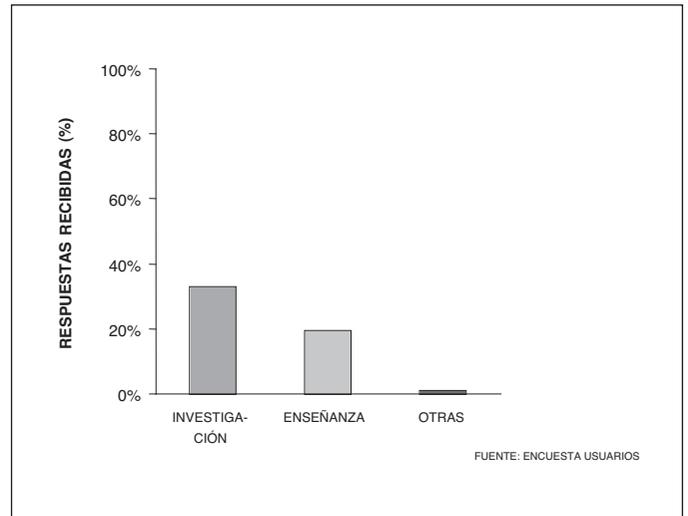


Fig. 9. Utilización de hojas MAGNA en actividades de investigación y docencia

Fig. 9. Use of MAGNA sheets for research and teaching

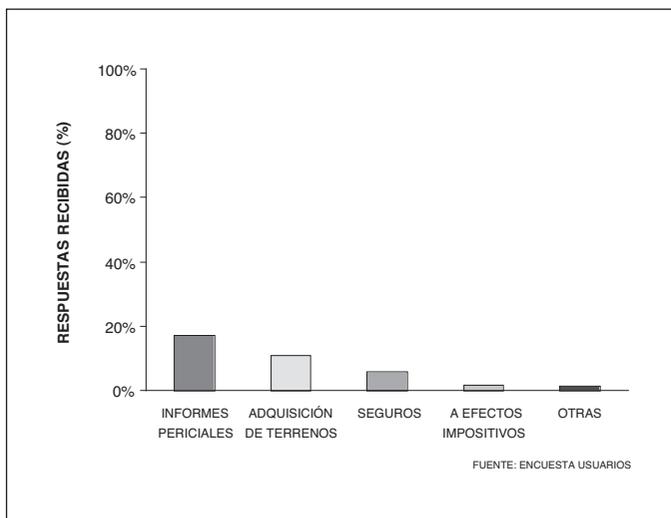


Fig. 10. Utilización de hojas MAGNA en la tasación de terrenos, seguros e informes periciales

Fig. 10. Use of MAGNA sheets for evaluation of land, insurance and expert reports

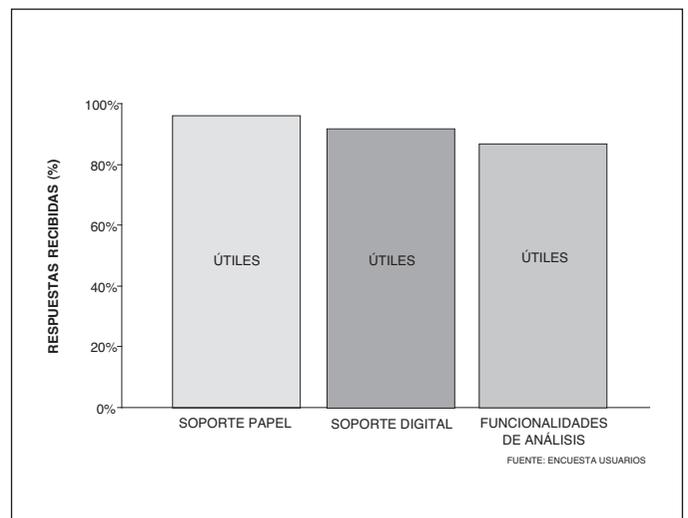


Fig. 11. Utilidad de los soportes papel/digital y de funcionalidades de análisis

Fig. 11. Use of paper and digital formats and of analysis functions

Figura 15, las respuestas correspondientes a las informaciones adicionales no incluidas actualmente en dichos mapas geomorfológicos que los usuarios agradecerían fueran incluidas, destacando principalmente las informaciones sobre posibles riesgos naturales, puntos de interés geomorfológico y suelos. También aquí el IGME se ha anticipado a la demanda recogiendo en la nueva normativa que se está diseñando los aspectos señalados con un asterisco en la Figura 15.

Valoración cuantitativa del Plan MAGNA

Estimación empírica del valor económico unitario de las hojas MAGNA

Una primera aproximación al valor económico de las hojas MAGNA se deriva de la respuesta de los usuarios a la pregunta octava del cuestionario "En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los

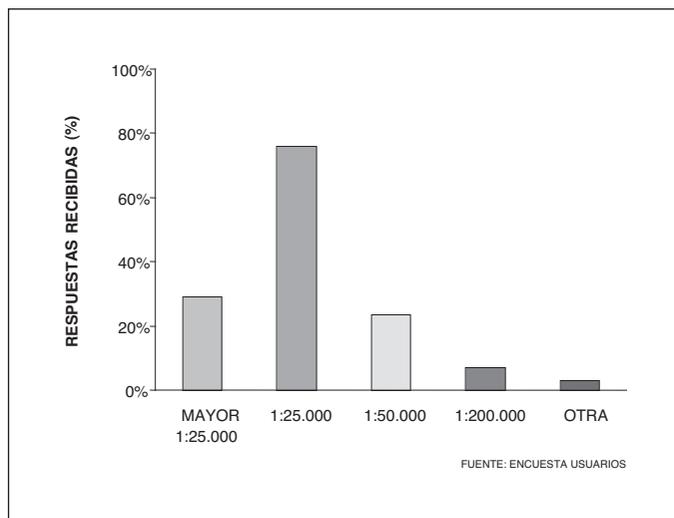


Fig. 12. Escalas de mayor utilidad en los mapas geológicos
Fig. 12. *Most useful scales of the geological maps*

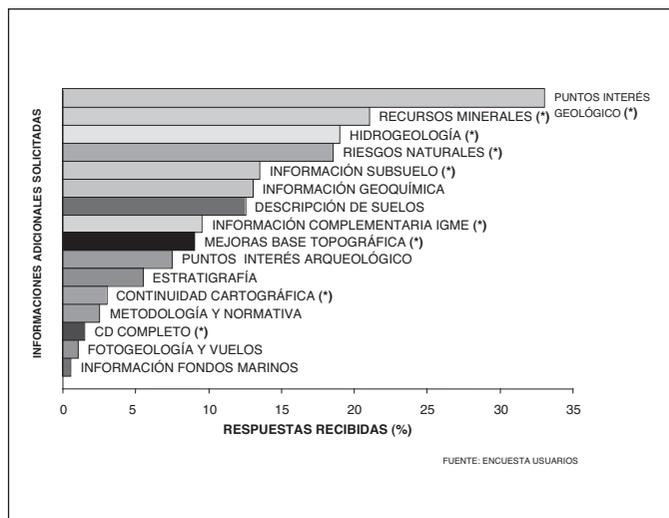


Fig. 13. Informaciones adicionales de posible interés a incluir en las hojas MAGNA
Fig. 13. *Additional information that could be included on the MAGNA sheets*

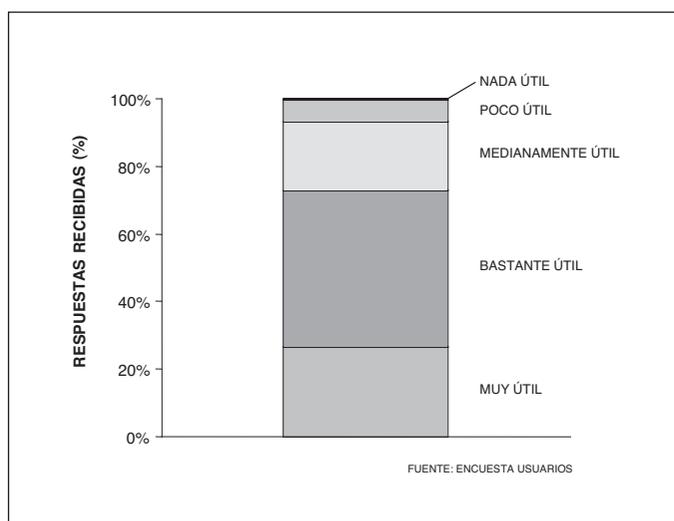


Fig. 14. Utilidad del mapa geomorfológico incluido en las hojas MAGNA
Fig. 14. *Usefulness of the geomorphological map included in the MAGNA sheets*

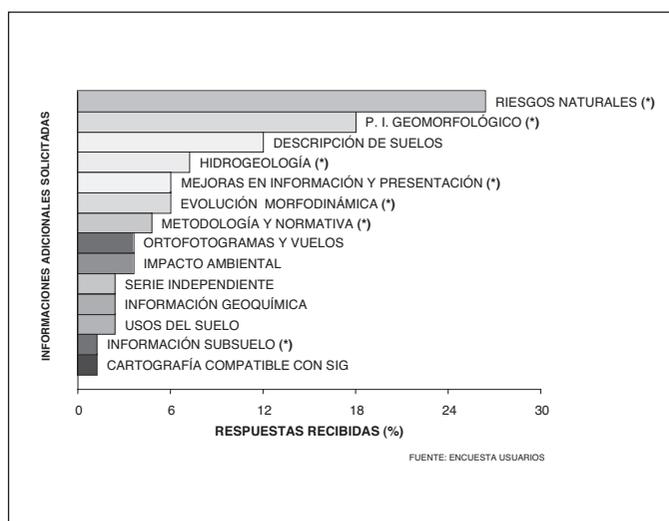


Fig. 15. Informaciones adicionales de posible interés a incluir en los mapas geomorfológicos
Fig. 15. *Additional information that could be included in geomorphological maps*

presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitutiva mediante trabajo propio o contratada?. Esta pregunta está basada en la premisa de que los usuarios ante la ausencia de hojas MAGNA, deberían hacer de manera directa inversiones en la recogida de la información geológica necesaria para su toma de decisión.

Entre las 212 respuestas a esta pregunta recibidas, 105 indicaban que se invertiría hasta un 10% del presupuesto global del proyecto correspondiente para

recabar las informaciones geológicas necesarias, en el caso de que los mapas geológicos no estuvieran disponibles. Una inversión de entre 10 y 20% es reflejada en 59 de las respuestas y 24 respuestas indicaban un rango entre 20 y 30% de la inversión (Figura 16). Las 24 respuestas restantes estimaban unas necesidades superiores al 30%. Como estimación de la inversión directa requerida para poder recopilar e investigar las distintas informaciones geológicas necesarias para un adecuado desarrollo del proyecto

en realización, para el caso de que éstas no se encontrasen disponibles, se obtienen una media ponderada del 4'38% del presupuesto de los proyectos.

En el apartado B de la cuestión 11 se preguntaba a los usuarios sobre el presupuesto global de un proyecto típico, obteniéndose para las 182 respuestas recibidas como media aritmética del presupuesto de un proyecto 3.899.662 €. Adicionalmente en el apartado C se preguntaba por el número aproximado de distintas hojas geológicas MAGNA utilizadas, obteniéndose una media aritmética para las 202 respuestas conseguidas de 12'7 hojas MAGNA por proyecto.

Una primera valoración de los ahorros obtenidos por la utilización de las hojas MAGNA podría indicarse mediante el cálculo siguiente:

$$\text{Ahorros por hoja} = \frac{\text{presupuesto medio} \times \text{media información geológica}}{\text{Media hojas MAGNA utilizadas por Proyecto (número)}}$$

$$= \frac{3.899.662 \text{ €} \times 4'381\%}{12'71 \text{ hojas}} = 13.441 \text{ € /hoja}$$

Posteriormente la cuestión 11, en su apartado D preguntaba a los usuarios y para un proyecto real determinado, su mejor estimación de la inversión necesaria para poder obtener la información geológica contenida en las hojas geológicas MAGNA utilizadas, caso de no haber existido éstas. En el apartado E se preguntaba asimismo a los usuarios y para el mismo proyecto específico, sobre su mejor estimación de los ahorros generados por la existencia de las hojas MAGNA y por último en el apartado F se les solicitaba nuevamente para el mismo proyecto real, una estimación sobre su mejor disposición de pago respecto de las hojas MAGNA utilizadas, en función de la utilidad de la información contenida en ellas. El resumen de los resultados obtenidos viene reflejado en la tabla siguiente:

	Valor agregado	Nº de hojas	Por hoja (€)
Valor máximo	29.176.170	1.446,50	20.170,00
Valor mínimo	10.963.045	1.446,50	7.579,00
Disposición de pago	1.446.770	934,00	1.549,00

Tabla 1. Estimación del valor económico de las hojas MAGNA
Table 1. Calculation of the economic value of the MAGNA sheets

El valor estimado mínimo de una hoja MAGNA para los distintos usuarios obtuvo respuestas en un rango que osciló entre 0 y 500.000 €. Para el caso del valor estimado máximo de una hoja MAGNA el rango osciló entre 0 y 3.000.000 € y por último en el caso de la disposición de pago de los diferentes usuarios por una hoja MAGNA el rango osciló entre 0 y 26.667 €.

Es importante destacar que el cuestionario se dise-

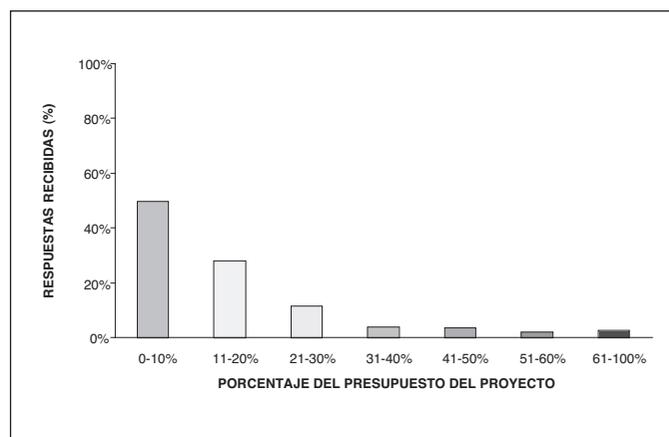


Fig. 16. Inversión en investigación geológica sustitutiva ante la inexistencia de hojas MAGNA

Fig. 16. Investment in substitute geological research when MAGNA sheets do not exist

ñó de manera que hubiese algún sistema de validación de las respuestas a estos aspectos de valoración cuantitativa. Con la pregunta 8 y los apartados B y C de la pregunta 11 se obtuvo una primera valoración de los ahorros obtenidos por hoja (13.443,00 €). En los apartados D y E de la pregunta 11 los propios encuestados estimaban el valor máximo y mínimo de los ahorros generados en un proyecto tipo que, dividido por el número de hojas empleadas, permitía obtener cifras máximas y mínimas de 20.170 € y 7.579 €, lo cual encaja perfectamente con el dato medio obtenido por vía independiente.

Estimación empírica de los beneficios agregados del plan MAGNA

El valor agregado de los beneficios anuales del Programa MAGNA ha sido estimado mediante la multiplicación del número de usuarios de cada uno de los años por el número de hojas MAGNA utilizadas por cada usuario y por los valores estimados medios de las hojas MAGNA reflejadas en la Tabla I. Una importante aclaración a realizar es que el número de usuarios por el número de hojas MAGNA utilizadas se ha hecho corresponder, como primera aproximación, con la estimación de ventas de Hojas MAGNA. Como una hoja vendida puede utilizarse en varios proyectos, los resultados obtenidos basándose en las hipótesis anteriores generarán obviamente una estimación conservadora de los beneficios agregados.

La segunda variable a considerar en la estimación de los beneficios totales del Plan MAGNA es la acumulación de dichos beneficios a lo largo de los dis-

tintos años. En nuestro caso sólo se ha podido estimar el valor de las hojas MAGNA sobre la base de respuestas de usuarios recopiladas durante 2003. Las estimaciones de los valores de 2003 pueden reflejar o no los valores de años anteriores, a causa de la evolución de los mercados y de las situaciones legales y económicas, y asimismo pueden variar con el tamaño y los costes de los proyectos en los que se utilizan las hojas MAGNA. Por lo tanto y fundamentalmente por un criterio de simplicidad, tomamos como hipótesis que el valor relativo de las hojas MAGNA utilizadas en los proyectos de los distintos años, sería similar al de su valoración económica actual, con las lógicas correcciones por depreciación del poder adquisitivo de la unidad monetaria.

Resumiendo, podríamos indicar que las anteriores simplificaciones, nos llevan a obtener la estimación del valor agregado del programa MAGNA a lo largo del tiempo, mediante la multiplicación de las estimaciones del valor económico de las Hojas MAGNA en 2003 por el número de hojas vendidas a lo largo de todos los años de vigencia del Plan.

Por otro lado, las hojas MAGNA se comercializan por el propio IGME, por el Instituto Geográfico Nacional y por muy diversas librerías de distintas ciudades, lo cual hace prácticamente imposible la recopilación de estadísticas fiables de ventas a lo largo del tiempo y para los distintos colectivos de usuarios.

Asimismo, no existe una certeza total sobre el tamaño de las ediciones de las distintas hojas MAGNA realizadas hasta los años ochenta, habiéndose además producido diversas incidencias en los almacenes del servicio de publicaciones del IGME a lo largo del tiempo, que han obligado a desechar cierta cantidad de ejemplares disponibles como inutilizables. Por lo tanto ha sido necesario la realización de un muestreo analítico de cada una de las facturas correspondientes a ventas de hojas durante el año 2002. Los resultados obtenidos están reflejados en la Tabla 2.

Entidad	Total ventas (Nº ejemplares)	Ventas a empresas (Nº ejemplares)	(%)
IGME	1.909	1.165	61,0
IGN	1.272		
Librerías	10.264		
Total	13,445	8.205*	61,0
Hojas disponibles	924	924	
Ejemplares vendidos por hoja	14,55	8,88*	
*Estimación		Fuente: IGME	

Tabla 2. Estimación de ventas de hojas MAGNA en 2002
Table 2. Calculation of sales of MAGNA sheets in 2002

Asimismo hay que considerar que la edición de las distintas hojas MAGNA fue realizada de manera gradual a lo largo del tiempo, de acuerdo con el avance del Plan, según se refleja en la Tabla 3. Utilizando el valor medio obtenido por el muestreo del IGME de las facturas de 2002 (8'88 ejemplares vendidos a empresas por hoja editada) llegamos a la estimación de ventas acumuladas totales de las hojas MAGNA a las empresas a lo largo de los 32 años de vigencia del Plan. La cantidad obtenida es 165.576 unidades y será la que nos sirva de base para realizar los cálculos de valor económico agregado del Plan MAGNA.

En un informe sobre la demanda de cartografía MAGNA a escala 1:50.000 de marzo de 1997, elaborado por la Dirección de Geología y Geofísica del IGME, se estimaba la demanda media para todos los usos y para todo el conjunto de hojas MAGNA disponibles incluyendo la demanda interna, la de los funcionarios y la de otras instituciones oficiales, además de la demanda para bibliotecas, individuos y empresas. Los resultados de ventas medios por hoja de 40 ejemplares por año que se obtenían, son 4'5 veces las ventas a empresas de 8'88 ejemplares considerados; por lo que valoramos la hipótesis de ventas totales retenida como razonablemente conservadora.

Utilizando por tanto el valor de 165.576 unidades obtenido en la Tabla 3 como la estimación total de ventas de hojas MAGNA para el período 1972 a 2003, juntamente con los valores de la tabla 1, obtendríamos las siguientes estimaciones para el valor económico global del Plan MAGNA:

- El valor agregado mínimo estimado del Plan MAGNA sería 165.576 hojas X 7.579 € = 1.254'90 millones de € de 2003.
- El valor agregado máximo estimado del Plan MAGNA sería 165.576 X 20.170 € = 3.339'67 millones de € de 2003.
- La disposición agregada de pago estimada del Plan MAGNA sería 165.576 hojas X 1.549 € = 256'48 millones de € de 2003.

Partiendo de la contabilización ya anteriormente referida, de que la inversión necesaria equivalente para la realización de la totalidad del Plan MAGNA fue de 121'27 millones de euros de 2003, los resultados acumulados anteriores de estimación del valor total en términos económicos del Plan MAGNA a lo largo de estos 32 años, indican un mínimo de 10'35 veces la totalidad de la inversión necesaria para su realización. El valor acumulado máximo estimado del Plan MAGNA representaría asimismo 27'54 veces los costes necesarios para su desarrollo. Pudiendo por tanto resumirse que la estimación mínima del valor añadido generado por el Plan MAGNA es de 1.133'63 millones de euros de 2003.

Como se ha comentado, una manera de confirmar la adecuación de las valoraciones obtenidas anteriormente, es mediante la estimación del valor agregado del Plan MAGNA basada en las inversiones geológicas sustitutivas necesarias para el caso de no existencia de hojas MAGNA (Tabla 1). Dicho cálculo nos refleja el siguiente resultado para el Plan MAGNA:

- Valor agregado medio estimado del Plan MAGNA: 165.576 hojas vendidas (Tabla 3) X 13.443 € = 2.225,84 millones de € de 2003.

Utilizando el anterior valor obtendríamos una cifra para el valor económico del Plan MAGNA de 18'35 veces superior las inversiones realizadas, lo cual viene a confirmar y reforzar la validez de las anteriores estimaciones, realizadas a partir de datos diferentes.

Otra fórmula de análisis de las distintas estimaciones de valor obtenidas, es considerar el precio medio de recuperación de las inversiones requeridas para la realización del Plan MAGNA, en términos del número de ocasiones en que una hoja MAGNA debe ser adquirida por un usuario empresarial. El coste ya citado de realizar las 924 hojas MAGNA disponibles ha sido de 121'27 millones de euros de 2003, equivalente por tanto a 131.245 € por hoja. Para la estimación media mínima del valor de una hoja MAGNA de 7.579 €, el punto neutro medio del proyecto cartográfico ocurriría cuando cada una de las hojas MAGNA fuese utilizada para proyectos empresariales en 17'32 ocasiones. Si por el contrario se tomase la estimación media máxima del valor de una hoja MAGNA, 20.170 €, el número de utilizations medio necesario para la recuperación de la inversión se reduciría a 6'51 veces para cada una de las distintas hojas (véase Tabla 4).

Asimismo el valor estimado de la disposición de pago de los distintos usuarios, 256'48 millones de euros, representaría 2'11 veces el coste total de la elaboración del programa de cartografía geológica. Estos resultados son, a pesar de lo conservador de las cifras de ventas consideradas, sorprendentemente positivos al tratarse de un bien público. Por lo tanto, considerando los distintos beneficios intangibles adicionales anteriormente reflejados y que el 39% de las adquisiciones de hojas MAGNA son realizadas por bibliotecas e individuos, cuyo valor eco-

Año	Hojas disponibles	Ventas a empresas	
		Anuales	Acumuladas
1972	1	9	9
1973	29	258	266
1974	71	630	897
1975	130	1.154	2.051
1976	164	1.456	3.508
1977	205	1.820	5.328
1978	269	2.389	7.717
1979	302	2.682	10.398
1980	336	2.984	13.382
1981	427	3.792	17.174
1982	504	4.476	21.649
1983	545	4.840	26.489
1984	572	5.079	31.568
1985	588	5.221	36.790
1986	601	5.337	42.127
1987	629	5.586	47.712
1988	661	5.870	53.582
1989	681	6.047	59.629
1990	720	6.394	66.023
1991	767	6.811	72.834
1992	797	7.077	79.911
1993	797	7.077	86.988
1994	825	7.326	94.314
1995	837	7.433	101.747
1996	843	7.486	109.233
1997	867	7.699	116.932
1998	887	7.877	124.808
1999	901	8.001	132.809
2000	921	8.178	140.988
2001	921	8.178	149.166
2002	924	8.205	157.371
2003	924	8.205	165.576

Tabla 3. Estimación de la evolución temporal de las ventas de hojas MAGNA

Table 3. Calculation of the evolution of the sales of magna sheets

nómico no ha sido contabilizado, se puede concluir que el programa de cartografía geológica conocido como Plan MAGNA, ha sido una excelente inversión del sector público para la sociedad española en su conjunto. Además debe considerarse que los beneficios obtenidos continuarán incrementándose en el futuro, si bien a un ritmo decreciente por la lógica obsolescencia de las hojas que irá disminuyendo su aplicabilidad.

	Por hoja (€)	Total (€ mm)	Valor añadido (€ mm)	Múltiplo inversión	Punto muerto (Nº hojas)
Valor máximo	20.170	3.339'67	3.218'40	27'54	6'51
Valor mínimo	7.579	1.254'90	1.133'63	10'35	17'32
Disposición de pago	1.549	256'48	135'21	2'11	84'73
Inversión geológica sustitutiva	13.443	2.224'84	2.104'57	18'35	9'76

Tabla 4. Resumen del valor económico del plan MAGNA

Table 4. Summary of the economic value of the MAGNA plan

Conclusiones

Este estudio ha podido realizarse una vez concluido en 2002 el Plan MAGNA de cartografía geológica de España a escala 1:50.000, basándose en las experiencias sobre la utilización de las hojas MAGNA desde su inicio. Pensamos que el tiempo transcurrido, más de tres décadas, puede ser considerado como suficiente para poder evaluar la utilización sectorial de las hojas MAGNA, las razones de su utilización y el valor económico que les pueden otorgar sus distintos usuarios.

Un total de aproximadamente 1.200 usuarios actuales o potenciales de mapas geológicos fueron encuestados. El ratio de respuestas obtenido, aproximadamente un 26% (311 cuestionarios recibidos), consideramos aporta una muestra suficientemente representativa de los usuarios de las hojas MAGNA. Entre los distintos expertos encuestados se encuentran principalmente técnicos activos en los sectores de ingeniería, universidades y minería e hidrocarburos además en la Administración Pública, el medio ambiente, la construcción y la agricultura. Aunque no sería fácil la identificación de la totalidad de los usuarios de las hojas MAGNA, consideramos que dada la gran diversidad de fuentes utilizadas para elaborar las listas de contactos, una alta porción de dicha población ha tenido la oportunidad de participar en la encuesta.

Se solicitó de los distintos usuarios encuestados la cumplimentación de un cuestionario diseñado al objeto de obtener informaciones y datos sobre la utilización de las hojas MAGNA, posibles informaciones adicionales de interés a incluir en futuros programas y una evaluación subjetiva de su valor económico.

Gracias al análisis de las respuestas recibidas, el mayor conocimiento del espectro de usuarios de las hojas MAGNA y de sus demandas concretas permitirá afianzar las decisiones ya tomadas sobre innovaciones y futuras actuaciones cartográficas, como por ejemplo avanzar en la cobertura del territorio con cartografía geomorfológica, mejorar el tratamiento de la información sobre Patrimonio Geológico, indicios minerales y puntos de agua, mantener los formatos papel y digital, este último con ciertas funcionalidades de análisis y con toda la información complementaria de las hojas, mejorar el tratamiento de la geología del subsuelo y, por último, avanzar en la continuidad cartográfica y en la mejora de las bases topográficas.

Pero también las respuestas recibidas, dando la preferencia a la escala 1:25.000 y demandando cartografías de suelos, pueden replantear algunas decisiones tomadas. Ciertamente con los recursos hoy dis-

ponibles es difícil concebir actuaciones generalizadas a escala 1:25.000 así como el inicio de la producción de mapas de suelos, pero en esa línea se dirige la demanda.

En cuanto a la evaluación económica los beneficios del Plan MAGNA, entendidos como el ahorro que la utilización de las hojas ha generado en los usuarios, se han evaluado en 1.255 millones de euros, como valor mínimo, y 3.340 millones de euros, como valor máximo, lo que permite afirmar que el ratio beneficio/coste del Plan MAGNA se encuentra en una horquilla comprendida entre 10'35 y 27'54. Es cierto que el cálculo está sometido a las incertidumbres propias del resultado de la encuesta y de la estimación del número de ejemplares de mapas vendidos a empresas. También es cierto que se ha simplificado la evaluación asumiendo que la valoración de las hojas realizadas por los usuarios en 2003 es extrapolable al resto de ejercicios. A pesar de todo el resultado es sin duda conservador ya que, como se explicó anteriormente, en dos aspectos importantes se han adoptado decisiones "a la baja": la estimación del número de hojas vendidas y la asunción de que cada ejemplar adquirido por las empresas se utiliza en un solo proyecto.

Si comparamos estos valores con los valores obtenidos en otros países para sus programas de cartografía, puede concluirse que salvo en el estudio del estado de Kentucky, el ratio beneficio/coste obtenido en España es mayor. Sin duda puede explicarse porque, de acuerdo con lo expuesto en el epígrafe de antecedentes, los estudios realizados en otros países contemplaban tan sólo una o dos aplicaciones concretas de la cartografía geológica y no la totalidad de sus múltiples usos.

Sin embargo, si comparamos el ratio beneficio/coste del MAGNA con el del programa de cartografía geológica del Estado de Kentucky, éste es sensiblemente mayor (el centro de la horquilla estaría en torno a 32 frente a 19 del MAGNA). Este hecho puede tener dos explicaciones: la primera que la cartografía de Kentucky se elabora a escala 1:24.000, por lo que de acuerdo con las contestaciones a la pregunta 5 del cuestionario sería de mayor utilidad que el MAGNA a escala 1:50.000 y, por tanto, produciría mayores ahorros. Otra explicación puede consistir en el menor grado de ocupación del territorio en Kentucky, que la convierte en una región menos conocida y en cierta medida más virgen que el territorio español, por lo que una cartografía geológica de detalle puede resultar de mayor utilidad para solventar las lagunas de conocimiento y para localizar nuevos recursos naturales.

En cualquier caso puede concluirse que el Plan

MAGNA, con un ratio beneficio/coste del 19 ha resultado ser una excelente inversión pública superando con creces las expectativas contempladas en los informes de evaluación económica del PNIM que estimaban ratios considerablemente menores.

Agradecimientos

Los autores agradecen las acertadas sugerencias formuladas por los revisores de este trabajo, que sin duda han contribuido a mejorarlo, y en especial a D. Xavier Berástegui, del Institut Cartogràfic de Catalunya y D. José Antonio Espí, de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid.

Referencias

- Barrera, J.L. 2000. Demanda científica, técnica y social de la Cartografía Geológica del ITGE y evolución futura. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 85-94.
- Berástegui, X. y Puig, C. 2000. Evaluación crítica de las hojas MAGNA de Cataluña publicadas (1972-1999). Perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 73-84.
- Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., McKee, M.J. y Soller, D.R. 1997. Estimating the Social Value of Geologic Map Informations: A Regulatory Application. *Journal of Environmental Economics and Management*, 32, article n° EE960963, 204-218.
- Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., Soller, D.R., McKee, M.J., Sutter, J.F., Matti, J.C. y Campbell, R.M. 1993. *Societal Value of Geologic Maps*. U.S. Geological Survey Circular 1111, 53 pp.
- Bernknopf, R.L., Campbell, R.M., Brookshire, D.S. y Shapiro, C.D. 1998. A Probabilistic Approach to Landslide Hazard Mapping in Cincinnati, Ohio, with Applications for Economic Evaluation. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*, XXV (1). 39-56.
- Bernknopf, R.L., Forney, W., Lucas, S., St-Onge, M., Dinitz, L., Halsing, D. y Einaudi, M. 2001. *The Value of Government Geologic Maps to the Mineral Exploration Industry—Two Case Studies Based on Multidisciplinary Geoscience Mapping Projects*. U.S. Geological Survey; Strategic Planning and Coordination Branch Natural Resources Canada; Geological Survey of Canada; Dept. of Earth and Environmental Sciences, Stanford University, Borrador final, 59 pp.
- Bhagwat, S.B. y Berg, R.C. 1991. *Benefits and Costs of Geological Mapping Programs in Illinois: Case Study of Boone and Winnebago Counties and its State wide Applicability*. Illinois State Geological Survey, Circular 549, 40 pp.
- Bhagwat, S.B. e Ipe, V.C. 2000. *Economic Benefits of Detailed Geologic Mapping to Kentucky*. Illinois State Geological Survey, Special Report 3, 39 pp.
- Ecominsa. 1983. *Estudio de la rentabilidad y valoración de la cartografía básica infraestructural realizada por el IGME*. Informe IGME, 94 pp.
- Ellison, R.A. and Calow, R. 1996. *The economic evaluation of BGS geological Mapping in the U.K.* British Geological Survey unpublished report, 28 pp.
- García-Cortés, A. 2000. La Cartografía geológica del IGME: líneas de actuación futura. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 94-95.
- Goy, L.L. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: finalidad y evolución. *Boletín Geológico y Minero*, número especial 2000, 59-64.
- Ministerio de Industria. 1971. *Plan Nacional de la Minería*. Edición Resumida Tomo I.
- Portero, J.M. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: la cartografía MAGNA en terrenos sedimentarios. *Boletín Geológico y Minero*. Número especial 2000. 65-72 pp.
- Rodríguez Fernández, L.R. 2000. Los mapas geológicos producidos por el ITGE: evolución, actualidad y futuro. *Boletín Geológico y Minero*, número Especial 2000, 15-36.
- Scott, M. 1999. *Valuing Australian State Geological Surveys: Quantitative Analysis for Strategic Planning*. Tesis Doctoral, WH Bryan Mining Geology Research Center, University of Queensland, 452 pp.
- Watson, W., Shapiro, C. and Bernknopf, R.L. 1984. Costs of geologic information in the exploration for minerals: a case study of porphyry copper. *Journal of Resource Management and Technology*, 13 (2), 97-110.

Recibido: mayo 2005.

Aceptado: noviembre 2005.

ANEXO II

Á. García-Cortés, J. Vivancos y J. Fernández-Gianotti. Madrid 2005. Economic and social value of the MAGNA Plan. Instituto Geológico y Minero de España. ISBN: 84-7840-613-1 (Pág 92-146)

ECONOMIC AND SOCIAL VALUE of the **MAGNA Plan**

geological map of Spain at a scale of 1:50.000



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España

Economic and Social Value of the MAGNA Plan

Edited by:

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA 2005

EVALUACIÓN económica y social del Plan AMGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000 = Economic and social value of the MAGNA Plan geological map of Spain at a scale of 1:50.000.- Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2005

54 pgs; ils; 24 cm.

ISBN 84-7840-613-1

1. Mapa geológico 2. Perspectiva. 3. Dato económico. 4. España
I. Instituto Geológico y Minero de España, ed.
551:528.9(460)

Reasonable efforts have been made to publish information fitting the standard quality requirements of the scientific publications. Each paper has been reviewed by two international specialists. Nevertheless, both the validity of the information published and the possible consequences of its use are the responsibility of the authors and not of the editors.

©INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es

NIPO: 657-05-036-0

ISBN: 84-7840-613-1

Depósito Legal: M - 49572 - 2005

Diseño de cubierta: Fraile de Tejada. Princesa, 76. 28008 MADRID

Fotocomposición: Fotocomposición: Inforama, S.A. Príncipe de Vergara, 210. 28002 MADRID

Imprime: Ibergraphi 2002, S.L.L. Mar Tirreno, 7 bis. 28830 SAN FERNANDO DE HENARES (Madrid)

Aknowledgements

The Geological and Mining Institute of Spain would like to thank the **Fundación Gómez-Pardo**, the **Illustrious Official College of Geologists** and the **Higher Council of Mining Engineering Colleges** for their help in researching and disseminating this study. We are also grateful for the support of the organizations listed below, whose experts contributed data to the questionnaire to evaluate the MAGNA Plan

A.S.T.M. CONTROL Y MEDIO AMBIENTE
ALJIBE CONSULTORES
ANADE RECURSOS NATURALES
ARCILLAS BOU, S.L.
ARICAM 2001, S.L.
ARNO
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE PIEDRA NATURAL DE CASTILLA Y LEÓN - PINACAL
ASTURAGUA, S.A.
AUTONOMA EN INGENIERIA GEOLOGICA
AYUNTAMIENTO DE GIJON
AYUNTAMIENTO DE MOTRIL
AYUNTAMIENTO DE VALLADOLID
BGH, S.L.
BIOQUAT (CONSULTORÍA ENERGETICA I MEDIAMBIENTAL S.L.)
CARBALLAL DE ROCAS, S.L.
CARTOCANARIAS, S.L.L.
CENTRO TECNOLÓGICO DEL MÁRMOL - CTM
CIESM
CIVIS CONSULTORES
COMPAÑÍA MINERA FUENTE DEL PERAL, S.A.
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL EBRO
CONGEO, CONSULTORIA GEOLOGICA, S.L.
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CONSULTORES TÉCNICOS ASOCIADOS
CRN, S.A.
CTA CONSULTORES TECNICOS ASOCIADOS, S.A.
DIPUTACION FORAL DE GUIPUZCOA
DRAGADOS OBRAS Y PROYECTOS, S.A.
E.I.C., ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL, S.L.
E.U.I.T.OBRAS PUBLICAS.UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
EID CONSULTORES
EMPRESA CEMENTOS GOLIAT, FINANCIERA Y MINERA
EMPRESA NACIONAL HULLERAS DEL NORTE, S.A.
ENDESA GENERACIÓN, S.A.
ENGIME, S.L.
ENVIROS QUANTISCI
ENXEÑEIROS E ARQUITECTOS CONSULTORES
EPTISA
EPTISA INTERNACIONAL
ESTEYCO, S.A.
ESTUDIO 7 EMPRESA DE INGENIERIA Y CONSULTORIA
ETSI CAMINOS. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
EUROCONSULT
EUROCONSULT GEOTECNIA, S.A.
EUROESTUDIOS SA
EVREN - EVALUACION DE RECURSOS NATURALES, S.A.
EXPLOTACIONES MINERAS DE CÓRDOBA, S.A.
FACSA, S.A.
FACULTAD DE CIENCIAS GEOLOGICAS . UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE GEOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE BARCELONA
FACULTAD DE GEOLOGÍA. UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FCC CONSTRUCCION, S.A.
FREDERIC FOS CARBAJOSA
GABINETE DE INGENIERÍA
GABINETE MINERO T.E.Y., S.L.
GARRIGUES MEDIO AMBIENTE
GENERALIDAD DE CATALUÑA. DEPARTAMENTO DE MEDIOAMBIENTE
GEOCONSULT, INGENIEROS CONSULTORES, S.A.
GEOCONSULTORES

GEOLEN INGENIERIA
GEOLOGIA VALENCIANA, S.L.
GEOMA LEVANTE, S.L.
GEOMINA, S.L.
GEOPLANK, S.A.
GEOPRIN, S.A.
GEOTEC
GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.
GEOTERRA ESTUDIOS, S.L.
GESSAL
GESTION DE INFRAESTRUCTURAS DE ANDALUCIA (GIASA)
GINPROSA
GPO, INGENIERIA, S.A.
GREDA, S.C
HARRILUR
HUNOSA
I.E.S. ANTONIO GALÁN ACOSTA
IBERINSA - IBERICA DE ESTUDIOS E INGENIERIA, S.A.
ICYFSA
IDO GEOFISICA BALEAR, S.L.
IDOM INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y CONSULTORÍA
INGEOTEC, S.A.
INOCSA INGENIERIA, S.L.
INSERSA
INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCIÓN. S.A.
INTECSA - INARSA, S.A.
INTEMAC
INTERNATIONAL GEOPHYSICAL TECHNOLOGY, S.A.
INVESTIGACION Y CONTROL DE CALIDAD, S.A. INCOSA
IPD
IROSA
JUNTA DE CASTILLA Y LEON. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
JUNTA DE EXTREMADURA. DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE
JUNTA DE EXTREMADURA. CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y HACIENDA
JUNTA DE GALICIA. GABINETE DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO TERRITORIAL
LABORATORIOS PROYEX, S.A.

LITORAL CONSULT
MAGNESITAS NAVARRAS, S.A.
MINAS DE RÍO TINTO, S.A.L.
MINAYA, ESTUDIOS Y PROYECTOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S.L.
MINISTERIO DE FOMENTO. DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO (CÁCERES)
MINISTERIO DE FOMENTO. DEMARCACION DE CARRETERAS DEL ESTADO (GRANADA)
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE
PGMA, S.L.
PRINCIPADO DE ASTURIAS. CONSEJERÍA DE FOMENTO
PRINCIPADO DE ASTURIAS. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE
PRODITEC
PROINTEC, S.A.
PROMSA, S.A.
PROSPECCIÓN Y GEOTECNIA, S.A.
PROYECTOS Y SERVICIOS, S.A. (PROSER)
PYCSA, PROYECTO Y CONTROL, S.A.
REPSOL YPF EXPLOTACIÓN, S.A.
RIO NARCEA GOLD MINES, S.A.
RIOFRIO, S.A.
RODES MINERÍA Y AGUAS, C.B.
RODIO CIMENTACIONES ESPECIALES, S.A
S.A. HULLERA VASCO-LEONESA
SABOREDO, S.A.
SACYR, S.A.
SAMCA
SENER INGENIERIA Y SISTEMAS, S.A.
SERS, S.A., CONSULTORES EN INGENIERIA Y ARQUITECTURA
SIEMCALSA
SOCIEDAD DE HIDROCARBUROS DE EUSKADI
SOLUZIONA INGENIERIA
STEETLEY IBERIA, S.A.U.
TALLER DE INGENIERIA AMBIENTAL S.L.
TEAM, S.L.
TÉCNICA Y PROYECTOS, S.A.
TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.L.
TERRA NOVA

TRAGSA
TRAGSATEC, TECNOLOGIAS Y SERVICIOS AGRARIOS
TYPsa - TECNICAS Y PROYECTOS, S.A.

Preface

At the end of 2003 the Instituto Geológico y Minero de España (IGME) celebrated the completion of the Geological cartographic Plan named MAGNA. The Geological and Geophysical Division proposed for that event an interesting study of the social and economic evaluation of this 1:50.000 scale geological mapping Plan. The scarcity of this type of studies, at national and global levels, allows to consider this one as absolutely original, without forgetting the pioneer study done by Bernknopf and collaborators of the USGS in 1983 about the societal value of geological maps.

It was considered of high interest the publication of this "ex-post" evaluation of a systematic cartographic program that shows the great usefulness of this type of thematic mapping. This utility is shown not only close to the geological sciences surroundings but also at the Public Administrations and institutions in charge of this type of mapping production or as potential users. In order to have a better diffusion this study is published in a bilingual (Spanish-English) edition.

It is a pleasure for me to write the preface of this publication for all aforementioned. It presents not only the methodology and results of the economic evaluation of the MAGNA Plan but, also the users reception, their opinions and suggestions. Firstly, in order to put the study within its context, the reader is introduced to the knowledge of the historic and future perspective of the MAGNA Plan.

It is certainly complex to face the evaluation of an intangible asset such as geological mapping produced by the IGME during the last third of the century. Without any doubt the results have many uncertainties. Nevertheless, the seriousness of the study and the positive results obtained (corroborating previous initiatives, of more partial nature, carried out mainly in USA) allows to warrant the profitability of a systematic cartographic program.

For an institution like the IGME, whose main purpose along its history was the production of our country's geological maps, it is gratifying to verify the usefulness and profitability generated in the society by this activity. But, we must also congratulate ourselves because

this study has allowed us to contemplate ways of improving the cartographic program in line with the needs of the users and, therefore, granted us to move this infrastructure activity forward and sharpen the product currently offered to our citizens, which is the priority for a Public Organisms like the Instituto Geológico y Minero de España.

José Pedro Calvo Sorando
Director General

Contents

THE MAGNA PLAN: HISTORICAL DEVELOPMENT AND FUTURE PERSPECTIVES	13
<i>Luis Roberto Rodríguez Fernández</i>	
ECONOMIC AND SOCIAL VALUE OF THE MAGNA PLAN	27
<i>Ángel García-Cortés, José Vivancos y Jorge Fernández-Gianotti</i>	
APPENDIX: Polling questionnaire.....	53

THE MAGNA PLAN: HISTORICAL DEVELOPMENT AND FUTURE PERSPECTIVES

THE MAGNA PLAN: HISTORICAL DEVELOPMENT AND FUTURE PERSPECTIVES

Luis Roberto Rodríguez Fernández | Geological Survey of Spain

Summary

The MAGNA plan (National Geological Map) is the most ambitious cartographic plan drawn up in the entire history of the Geological Survey of Spain (IGME). This study analyses the MAGNA's scientific content, formal aspects and the social demand for its different series of maps. Several new are proposed for the future:

- Continuous and Digital Geological Map (GEODE Plan)
- Update of the Geological Map of Spain at 1:50,000
- Geological Map of Spain at 1:200,000
- Geological guides to the National Parks

The MAGNA Plan: its background, content and historical development.

The clear forerunner of the MAGNA Plan was the first series of the Geological Map of Spain at a scale of 1:50,000. This series was developed by the Spanish Geological Survey (IGME) from 1927 onwards. A thorough series of geological maps at a scale of 1:50,000 had already been programmed in 1866, but it was not until 1928, with the publication of the Alcalá de Henares sheet and four others, that this first series of maps can be said to have begun. It survived all the political ups and downs of the first half of the twentieth century in Spain, and by the end of the 1960s, 40% of the 1,180 sheets had been completed. When the last sheet of this first series was printed in 1971, a total of 442 sheets had been published.

The MAGNA Plan is therefore the second series of the Geological Map of Spain at a scale of 1:50,000. This new plan of systematic geological mapping was drawn up between 1968 and 1970. The aim was to give the country a geological infrastructure that was homoge-

neous in quality, worked out with the most up-to-date methods, and published in a format and with norms that were homogeneous (Rodríguez Fernández 2000). It was thought that the whole country could be mapped in 16 years. The MAGNA was part of the National Mining Research Plan (PNIM), set up by law in February 1969 as part of the II Development Plan.

In the evaluation and budgeting of the MAGNA, new and homogeneous criteria were used (García Cortés 2000), including factors such as geological difficulty, accessibility and climate. The program was in line with the priorities of the sectors for which such a modern geological infrastructure was designed. As stated by the Royal Decree which gave birth to the Institute, these sectors continued to be Mining, Public Works, Agriculture, Economic Planning and Land Planning. Hence, in 1970, 84 public institutions and 45 private companies were consulted. The same questionnaire then used was repeated nine years later to confirm or, if appropriate, change the initial program.

The format and norms of the maps in this series were developed in a series of documents, published under the general title "*National Geological Map at the scale of 1:50,000, MAGNA*". These documents specify the format of sheets and reports, the symbols to be used for all kinds of contacts and structural elements, the model of stratigraphic columns and sample files, etc. In brief, the complete norms for the MAGNA Plan (Rodríguez Fernández 1991, 1992).

Each sheet of the MAGNA has three distinct documents: the *Geological Map*, the *Geomorphological Map* and the explanatory *Report*, along with *Complementary Documents* filed at the Documents Centre of IGME, which consists of a map of sampling locations, detailed stratigraphic columns, thin sections, hand specimens, and fossil samples, with files for every study, photograph album, complementary reports and chemical analyses. The Geological Map contains the following elements, in addition to the geological map itself (Figure 1): a *chronostratigraphic* and a *lithostratigraphic* legend, with mapped units identified on the map by their colour, indicating not only the chronostratigraphy of the lithostratigraphic units, but their lateral and vertical relationships. To the right of the legend is a brief description of the lithology of every unit on the map. The bottom right of the sheet shows representative *stratigraphic columns* for the units or areas that appear on the map. Along the bottom of the sheet, 2 or 3 geological sections are also included. These make it easier to grasp the three-dimensional structure of the geological sheet. In some cases, these sections include information from the sub-soil (Figure 2), although in most cases the information is restricted to that obtained from surface layers. Each sheet includes a *tectonic* or *morpho-structural* scheme at a scale of 1:200,000, a *hydrogeological* scheme, and a geological scheme of the *region* at a scale of 1:1,000,000, each with their explanatory legend.

The MAGNA Plan also included a *synthesis of the geological maps* available at a scale of 1:200,000, which pointed out deficiencies in geological mapping and was a further powerful argument in favour of a basic geological infrastructure of homogeneous quality. The

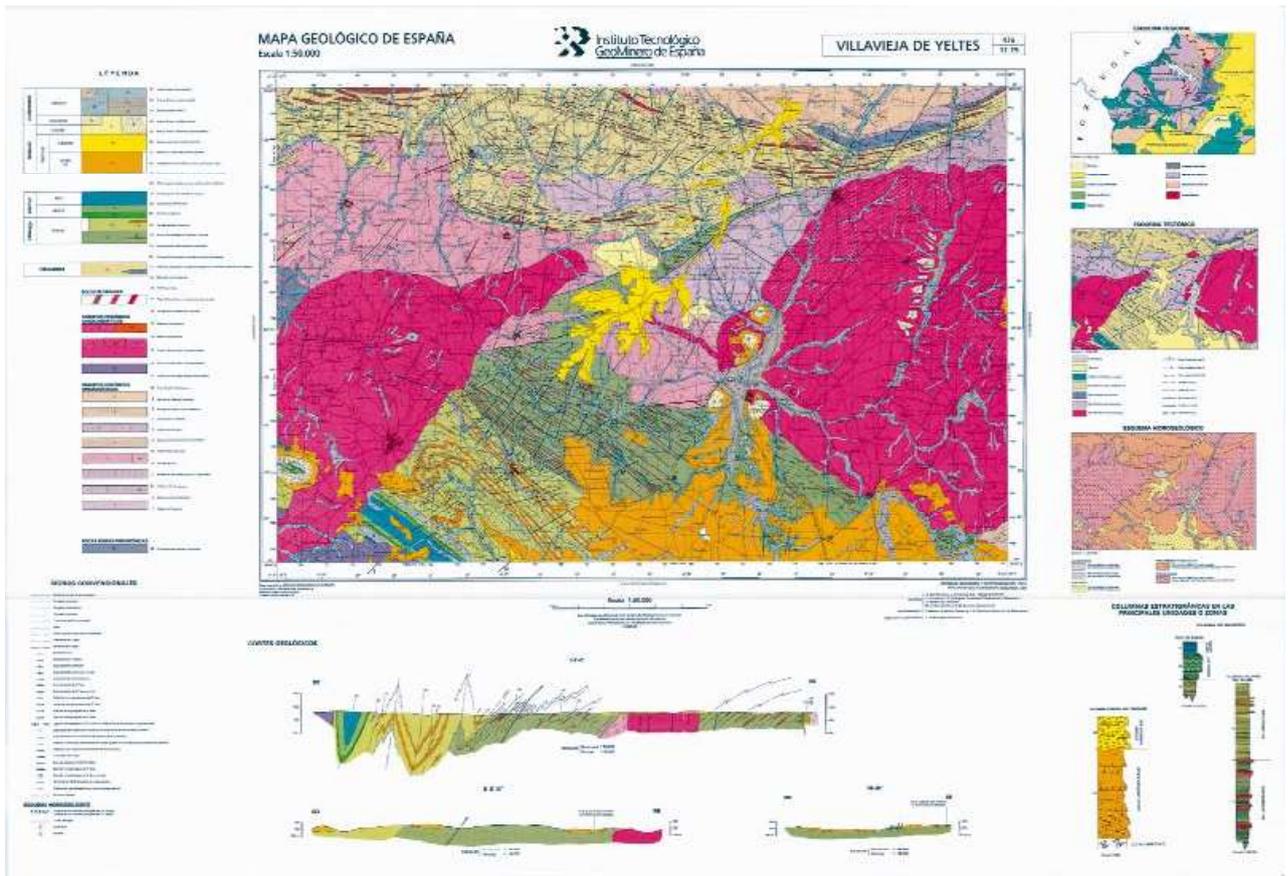


Fig. 1: Example of a MAGNA sheet, with the various items that it contains.

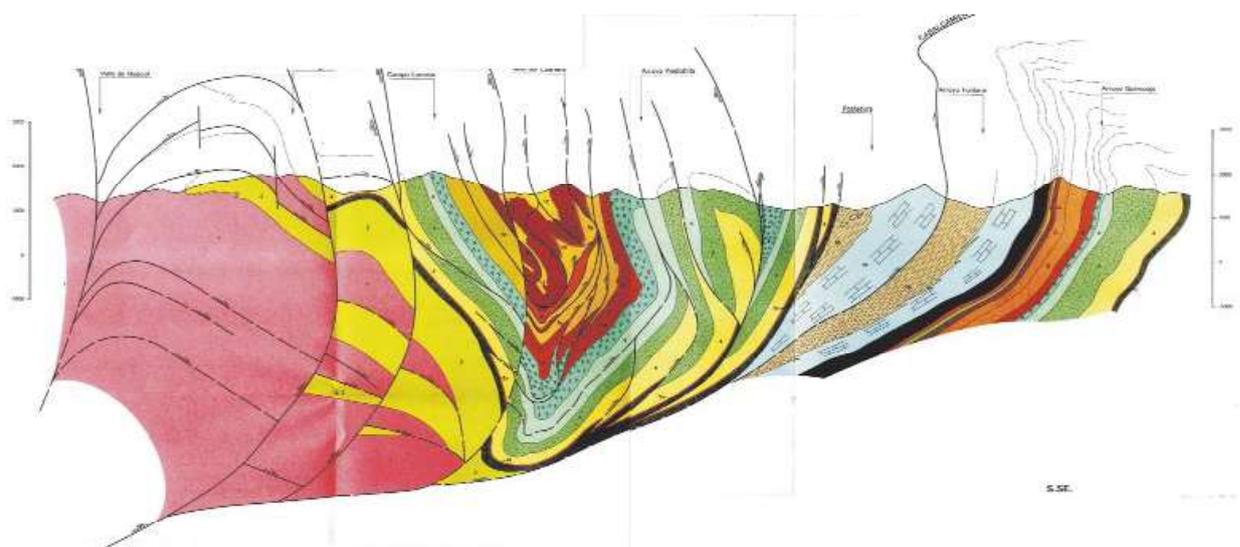


Fig. 2: Example of a deep Geological Section.

1:200,000 series was conceived as a geological synthesis of existing information, with the sole objective of homogenising the previous mapping carried out by the Institute itself and by the Universities, Public Research Bodies, and mining and oil companies. In addition, the 1:200,000 series made clear the gaps and deficiencies in information, which helped improve the programming of the MAGNA Plan at a scale of 1:50,000. Between 1971 and 1972, all the maps covering Spain at a scale of 1:200,000 were published. Such rapidity can only be explained by the vigorous involvement of Spanish universities working alongside the Institute's own teams.

Later, in 1971, eight 'pilot' sheets, each from a different geological region, were begun. These enabled specially designed norms and methods to be fine-tuned. They included not just scientific and technical methods for drawing up the Geological Map, but also the quality control procedures for these maps.

In 1980, these norms were reviewed in order to update the samples' study archives and lab reports. In addition, all the structural symbols were changed and expanded, as well as the system for identifying the mapped units, which until then had consisted of an alphanumeric combination of initials with indices, subscripts and superscripts. The new system aimed to achieve just one system of names for the entire country. The complication that this introduced into the reading and referencing of the units led to a radical simplification, so that from then on the units were identified on each sheet with a correlative number from the oldest units and leading to the more modern ones.

1991 saw the most recent change in the norms of the MAGNA Plan. The colour Geomorphological Map at a scale of 1:50,000 was introduced, and the treatment of aspects of applied geology, such as hydrogeology, mineral resources, points of geological interest and geotechnology, were regulated.

During the years that the MAGNA Plan took to be completed, about 638 geologists and mining engineers, and over 400 specialists belonging to more than 20 engineering firms, 11 Schools of Geology or Mining Engineering, and two regional geological services, as well as the staff of the Institute itself, took part in its development (Figure 3).

The rhythm of work was not steady over the 30 years of the MAGNA Plan (Figures 4 and 5). In the early years, the sheets were drafted rather fast, though right from the start there was a trend towards slowing down. If the output of the first three years (75 to 80 sheets a year) had been maintained, the MAGNA would have been completed in the 16 years originally estimated. The rhythm slowed considerably after 1980 down to some 30 sheets a year, with some ups and downs, until 1989.

The budget cuts after 1992 again reduced the output between 1993 and 1995 to the lowest figures of the entire Plan. 1995 saw the nadir of output with only seven sheets. After 1996, output increased to some 20 sheets a year, due to the IGME increasing the commitment of its own staff.

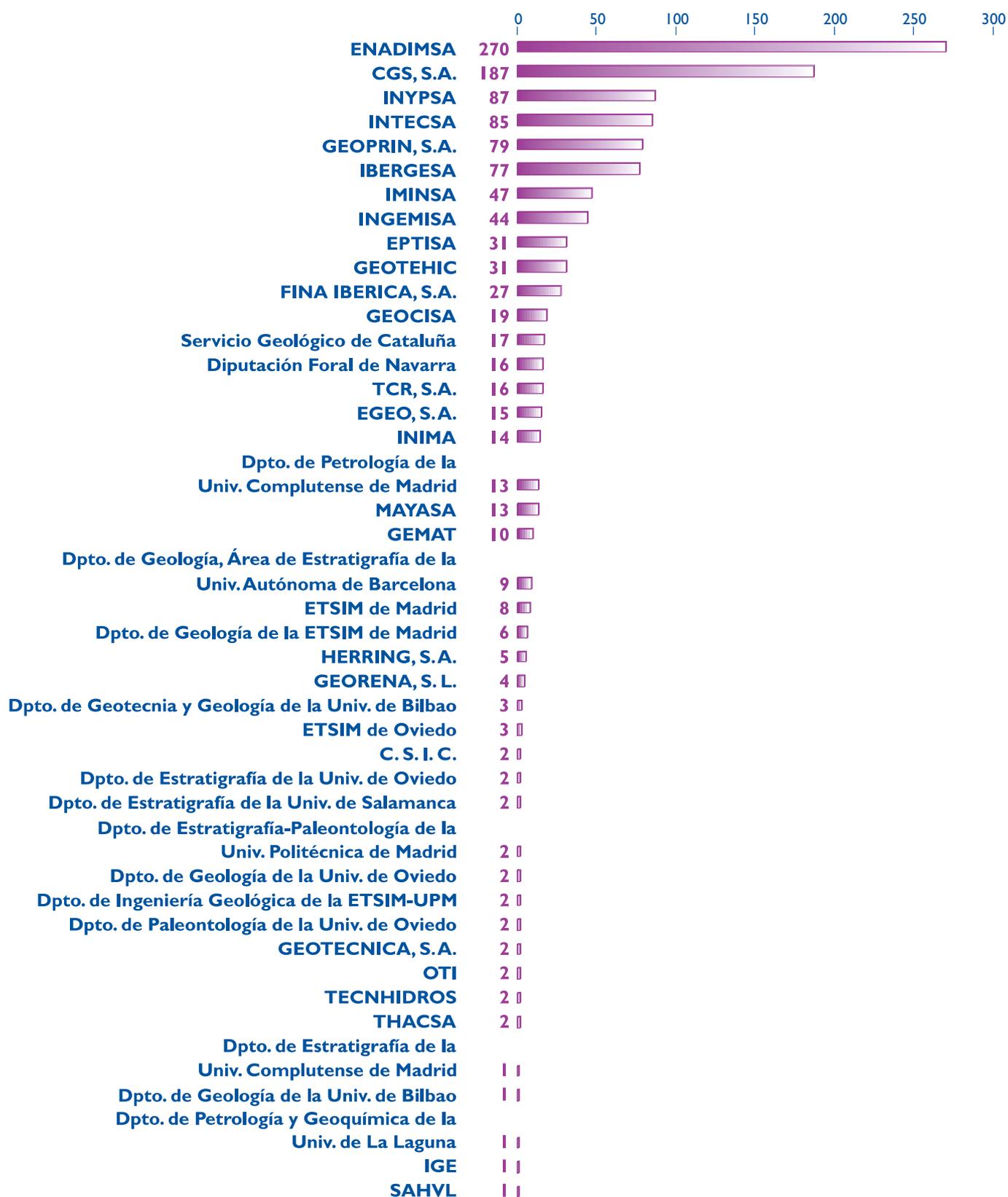


Fig. 3: Participants in the MAGNA Plan by work place.

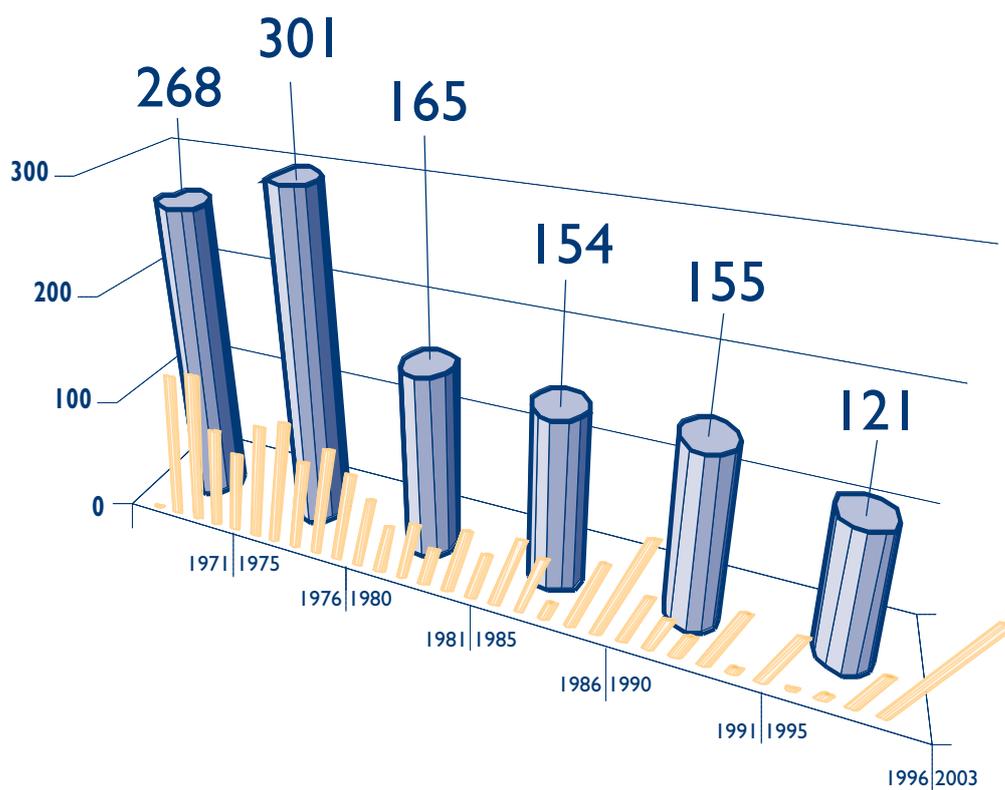


Fig. 4: Sheets completed per year and every five years.

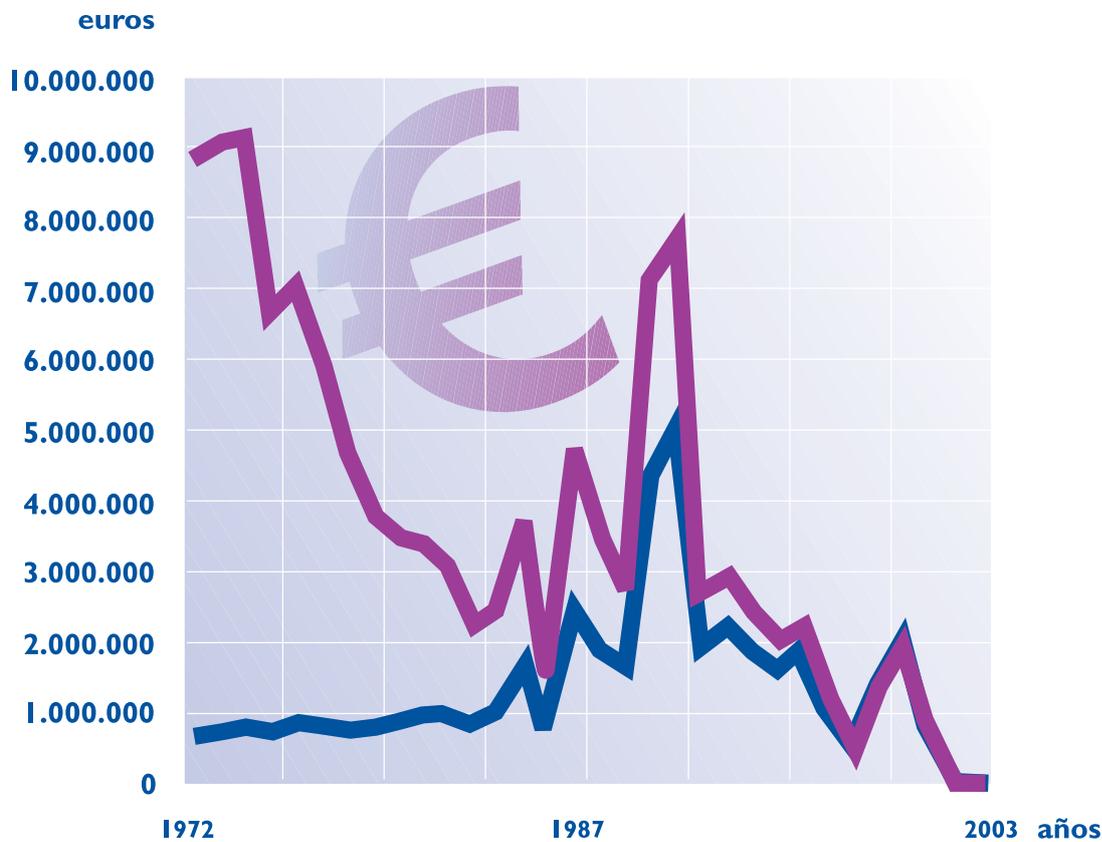


Fig. 5: Evolution of investment in euros, at today's values and allowing for inflation.

Finally, it should be noted that each geological sheet of average difficulty requires the full-time dedication of 1.8 geologists per year. This figure includes laboratory and field work and back-up from experts in the various geological disciplines. All this input implies a cost per sheet of around 100,000 euros, making the total investment in the Plan 121.27 million euros (about 20,000 million older "pesetas").

Perspectives for the future of Geological Mapping plans at IGME

When working out plans for the future of the geological maps of IGME, the demand for the current series has to be taken into account, and possible future markets need to be identified. The needs of society have to be satisfied and the deficiencies in the current series have to be pinpointed if they are to be corrected in the future.

There is a certain number of sheets that are more frequently sold. In general, these sheets are of areas covered by the plan during its early days. These maps are over 20 years old, so they lack a Geomorphological Map.

The Geological Map of Spain at a scale of 1:200,000 will be improved in quality by a substantial change in its contents and format.

Finally, the identification of a growing demand for geological maps of protected natural spaces, both from park management institutions and from the general public engaging in active tourism, poses the need for a specific map initiative in this area.

In order to meet the social demands identified, the following regular series of maps have been planned:

- DIGITAL CONTINUOUS GEOLOGICAL MAP (GEODE PLAN)
- UPDATE OF THE GEOLOGICAL MAP OF SPAIN AT A SCALE OF 1:50.000
- GEOLOGICAL MAP OF SPAIN AT A SCALE OF 1:200,000
- GEOLOGICAL GUIDES TO THE NATURAL AND NATIONAL PARKS

Digital Continuous Geological Map (Geode Plan)

The aim of this programme is to achieve a continuous, homogeneous map of the entire country. Based on the MAGNA plan, this new series would homogenize the variability of geological units and the heterogeneity of information that is unavoidable in such a programme developed for 32 years by more than 600 geologists, particularly given the changes that the science of Geology has seen in these three decades.

Each sheet will consist of a geological map with a unified legend for the large Geological Units of the region. This will provide users with partially updated map information in digital format, complementary to that of the published MAGNA sheet and report.

Updating of the Geological Map of Spain at a scale of 1:50,000

Once the MAGNA Plan was finished, the updating of the oldest 1:50,000 sheets, which are now out of print, was implemented (Figure 6).

The format of the new updated sheet will be similar to the current format, except for those aspects that the experience of the MAGNA Plan has enabled us to identify as most deficient, which have to be changed. These include:

- Systematic introduction of geomorphological maps, and maps of active processes.
- Introduction of geological data on the sub-soil and deep geological sections.

Various factors make it advisable to maintain the current paper back-up for the new geological and geomorphological maps. These include the possibility of using it in the field, the full view of the entire sheet when it is not limited to the size of a computer screen, and its ease of carrying and handling.

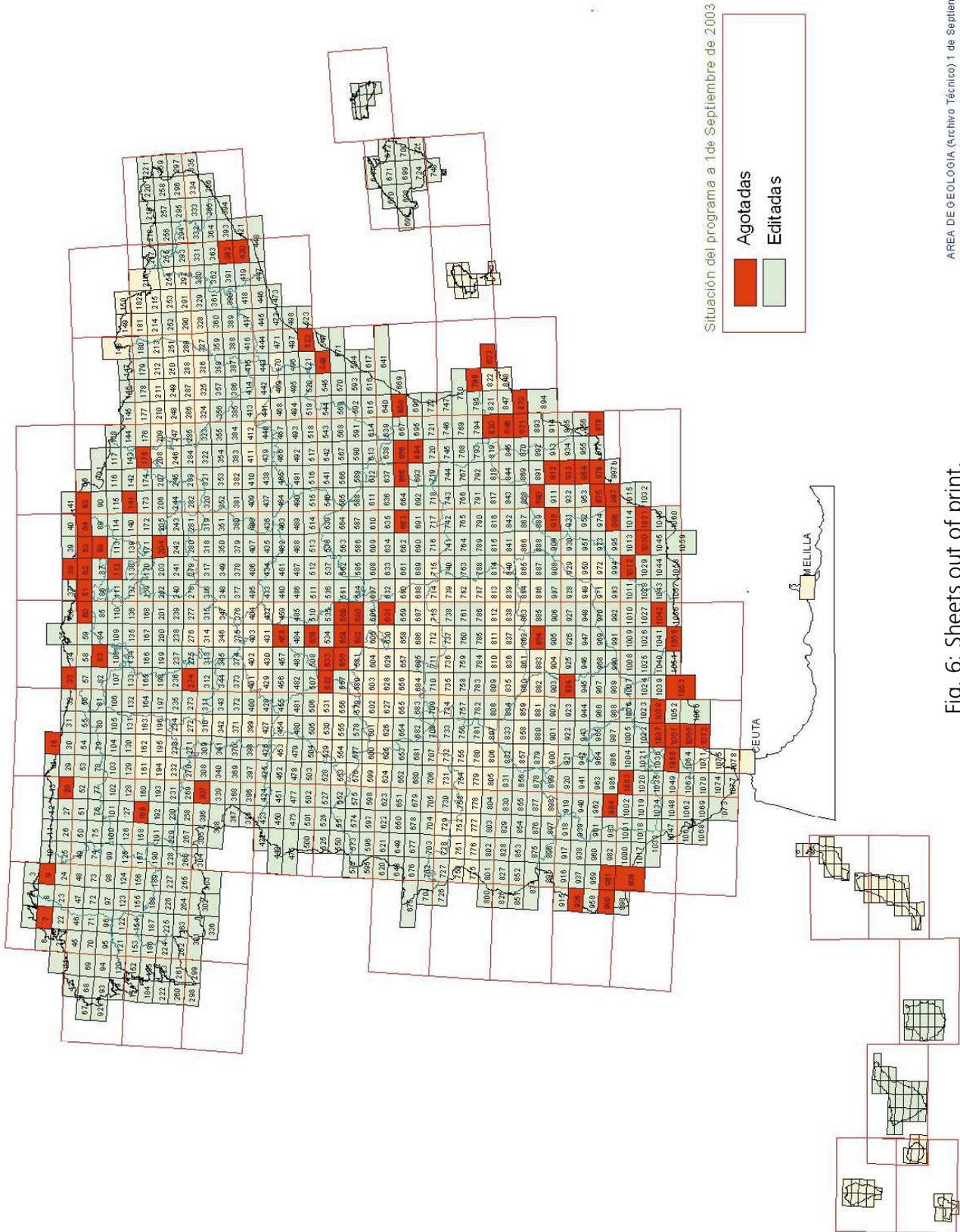
The current explanatory report, with detailed descriptions of the stratigraphic or plutonic units, the tectonics, petrology, geomorphology and economic geology, along with most of the documents in the current “complementary documentation” (stratigraphic columns, samples map, descriptions of the samples, photos, lists of chemical data, etc.), will be put onto an interactive CD. This information (description of units, columns, photos, sections and sample files) can be accessed from the map itself, which will contain the necessary commands in its own environment (Fig. 7).

The Geological Map of Spain at a scale of 1:200,000

The reason for producing the series of geological maps at a scale of 1:200,000 is to provide society in general and the geological community in particular with homogeneous mapping documents that can tackle geological problems on a ‘regional’ scale. Its basic features are as follows:

- *Systematic*. This series aims to cover the entire country, which means that the mapped units must be representative and correlated at ‘regional’ scale. The methodology for this programme is to tackle all sheets belonging to a large geological unit jointly, which will enable us to have preliminary documents in a digital format before the definitive paper version. This conventional edition will not be printed until the study of the large geological unit in question is complete.
- *Synthetic*. This objective implies an effort of synthesis and interpretation and attempts to avoid the reproduction of the 1:50,000 sheets to a smaller scale by simply eliminating small areas. The most significant tectonic, tectono-sedimentary and magmatic units, as well as the large regional structures, must be identifiable on the map.

MAPA GEOLOGICO NACIONAL E. 1:50.000 Y 1:25.000



Situación del programa a 1 de Septiembre de 2003

- Agotadas
- Editadas

Fig. 6: Sheets out of print.

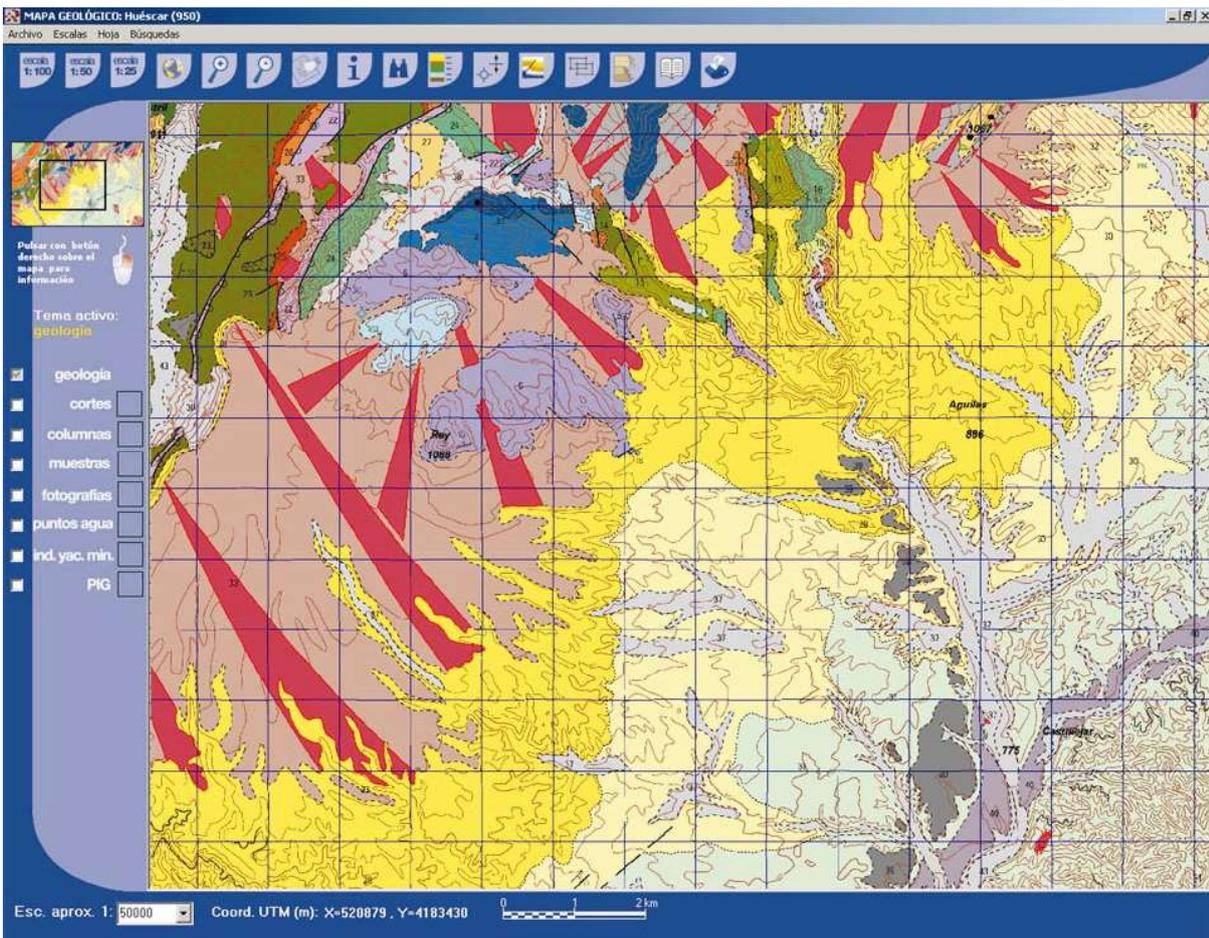


Fig. 7: CD format of the new Geological Maps in the MAGNA Updating Plan.

- *Scientific*. Unlike the 1:50,000 series, which includes more infrastructure, the 1:200,000 sheets take particular care with the scientific character of the explanatory report, as well as a more interpretative map. The aim of the report is to summarize the geological knowledge about the area covered by the sheet. This means that the scientific community needs to be involved in it. Each report will have an editor and different chapters may well have different authors, depending on their area of expertise. The final text will be revised by experts both from IGME and other institutions before its publication.

The format, whilst keeping a design similar to the current one, will also contain important changes. For instance, the new legend show stratigraphic correlations in a better way, clearly pointing out each structural unit, basin or palaeogeographic domain displayed in the sheet. A diagram with the mapping sources, similar to the one in the “Geological synthesis” series, is also included. The stratigraphic columns of specific units or zones are no longer shown, so schematic maps of the morphostructure, metamorphism and sedimentary facies can also be included in the added space, in addition to the classical regional and tectonic framework maps. The explanatory report will be published in A4 size, in two columns, with abundant graphics and figures, and with photographs.

Conclusions

The completion of the systematic geological mapping of the entire country at a scale of 1:50,000 places Spain in a privileged position internationally. An spin-off of IGME's achievements in this field is the success obtained in mapping projects in Latin America and Morocco, where the "MAGNA model" has been exported, even though it had to compete with other foreign geological services.

The usefulness of geological mapping is fully justified and its social utility already demonstrated, even though its use is basically limited to experts in the field because of the complex graphic language of geological and geomorphological maps.

The future of IGME in this field must include responding to society's demands by working out a "continuous" geological map in digital format, based on the MAGNA. Also proposed are the updating of the oldest and most frequently requested 1:50,000 geological sheets, the completion of the 1:200,000 series, and the spreading of geological knowledge to those segments of society that are most sensitive to this kind of information. This will be achieved by means of a new series of Geological Guides to the Natural Parks and other protected or relevant natural spaces.

Acknowledgements

The author is grateful for a great many comments and suggestions that have undoubtedly helped to improve the original draft, and in particular to Angel García Cortés, Angel Martín-Serrano, Enrique Díaz Martínez, Francisco Nozal and Nemesio Heredia.

References

- García Cortés, A. (2000): La Cartografía Geológica y Geotemática del ITGE, una experiencia sesquicentennial con vigencia actual y vocación de futuro. In "150 años del ITGE: estudio e investigación en Ciencias de la Tierra". Special publication of the 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. June 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. (2000): Los mapas geológicos producidos por el ITGE: evolución, actualidad y futuro. *Boletín Geológico y Minero, special number*. 15-36.
- Rodríguez Fernández L.R. (2000): Actualidad y futuro de los mapas geológicos del ITGE. *Tierra y Tecnología* 20. 21-32.

ECONOMIC AND SOCIAL VALUE OF THE MAGNA PLAN

ECONOMIC AND SOCIAL VALUE OF THE MAGNA PLAN

Ángel García-Cortés | Geological and Mining Institute of Spain.

José Vivancos | International Development Management Española, S.A.

Jorge Fernández-Gianotti | Geological and Mining Institute of Spain.

Abstract.

This paper reports the social and economic evaluation (conducted in 2002 and 2003) of the MAGNA Plan. The authors adopted a very similar methodology to that used by the Illinois Geological Survey (USA) in 2000 for the evaluation of the detailed geological maps of the State of Kentucky. Many interesting points concerning the demands of users of geological maps in Spain and the excellent returns on the public investment in the MAGNA Plan, given the savings made by the various users of the maps, were highlighted by the evaluation.

Introduction.

Somewhat before the completion of the MAGNA Plan, the Geological and Mining Institute of Spain (IGME) faced the need to programme its geological mapping for the immediate future. Decisions could not be based on merely continuing what had gone before. Nor could the innovations to be introduced with the new proposals only be based on the Institute's own internal views, although much experience had been accumulated after the extraordinary collective task lasting almost 33 years of the development of the MAGNA.

As early as November 1999, coinciding with the six hundredth anniversary of the founding of the Institute, a *Workshop on Geothematic Mapping* was organized in order to assess the maps produced by the IGME. For reasons of efficacy, the number of experts invited to this technical assessment of the various maps produced by the Institute was limited to 25. The results were published in a special issue of the Mining and Geological Bulletin of Spain (Goy, 2000; Portero, 2000; Berastegui & Puig, 2000; Barrera, 2000). Undoubtedly relevant conclusions, that to some degree affected subsequent decisions, were reached in the discussions (Rodríguez Fernández, 2000 and García-Cortés, 2000). However, the limited attendance at the workshop prevented a broader pulse being taken, as would have been

desirable, of the views of the majority of the users of the geological maps completed under the MAGNA Plan.

These drawbacks to the findings of the 1999 workshop and the imminent completion, with 100% coverage of the country, of the MAGNA Plan led the Geology and Geophysics Director of the IGME to initiate in mid-2002 an ambitious general evaluation of the Plan, with two main objectives. The first aim was to evaluate the Plan socially, identifying the users, their requirements and whether the MAGNA Plan had satisfactorily met their requirements. The second aim was to conduct the first *ex post* evaluation of the economic profitability of a plan that had consumed a very large part of the resources of the Institute over the preceding 33 years. This evaluation influenced the scope and intensity of the tasks of updating the maps and the introduction of changes or possible new maps that would respond to the needs detected.

The Institute wanted an independent company, skilled in the assessment of investments and markets, to conduct this economic and social evaluation. After the appropriate public tendering, the company chosen was International Development Management Española, S.A.

Background

The first task of the company was to look into the background, i.e. examine similar studies conducted by other geological services or analogous bodies.

The National Programme of Mining Research (PNIM) of 1972, of which the MAGNA Plan was a part, estimated in advance its possible gross profits at the equivalent of 277.89 million euros at 2003 values. Once the investments required were deducted, this gave net profits of 193.83 million euros, at a benefit/cost ratio of 3.3. The estimate included solely the profits generated by the use of geological mapping in the underground waters, mining research, public works and agricultural sectors, and by a higher rate of employment of geologists.

In 1982, the company Ecominsa conducted, on behalf of the IGME, a new evaluation of the possible economic benefits of the MAGNA Plan, again using an *ex ante* methodology. This included, in addition to the profits already included in the PNIM evaluation, environmental and urban planning profits. The evaluation gave gross profits of 93.52 million euros in 2003 terms, which was reduced to net profits of only 19.82 million euros, with a benefit/cost ratio of just 1.3.

There have also been attempts at economic appraisals of geological mapping in other countries. In the United States, the initial bibliography published by the U.S. Geological Survey (USGS) is always linked to real cases and supported by specific empirical calculations, though the extrapolation of general assessments is not possible. The following studies stand out:

- Costs of geological information in mining exploration: case of *porphyry Copper* (1984).
- The societal value of geological maps (1993).
- Calculation of the social value of geological maps: regulatory use (1997).
- A probabilistic application to the mapping of risks of landslides in Cincinnati (Ohio), with economic evaluation (1998).
- The value of the government's geological maps for mining exploration: two cases based on multi-disciplinary geoscientific mapping (2001).

Of all such studies, the one with the greatest international repercussions was the Bernknopf *et al.* (1993) study (1993), in which the benefits were calculated for Loudon county (Virginia) of geological mapping on a bigger scale (1:100,000) than the pre-existing one (1:500,000), through calculation of the savings generated by the location of a rubbish dump and the design of a road. More detailed maps helped locate the rubbish dump so that losses due to land pollution were eliminated, thanks to better understanding of the permeability of the land. The better lay-out of the road avoided the need for works to retain slopes and to clear up landslides. All these data gave the more detailed new map a benefit/cost ratio of between 2.11 and 4.03.

Another example was the study of the British Geological Service (BGS) on *The economic value of the geological maps of the BGS in the United Kingdom* (Ellison and Callow, 1996). This was calculated on the basis of the percentage saving on the total economic volume of the various user activities, with the outcome of annual savings of 27 million euros. Two real cases were studied before arriving at this figure: the benefits of geological mapping for gravel works at Garstang and the control of urban subsidence in Ripon caused by gypsum dissolution. In addition, in 2002 the BGS carried out a cost/benefit analysis of a programme of geological mapping in the State of Benue (Nigeria), which included the benefits that the geological knowledge expressed in the map would bring to an ambitious campaign of prospecting for underground water supplies. With this single aim, the benefit/cost was calculated at 1.47.

A final example comes from Australia, with Scott's *Evaluation of the State Geological Services* (1999). The aim here was to assess the programmes of the various Australian states at the time to improve their geological information, based on the analysis of risk reduction in mining exploration (the case of *porphyry Copper* deposits in Yarrol, Queensland) and on the improvement in the management of mineral resources thanks to better and more informed political decisions. In the State of Queensland, depending on the scenarios used, it was found a NPV of 117 to 166 million Australian dollars, with a 6% discount rate.

All the cases mentioned up to now were based on greatly simplified empirical calculations or cost/benefit analyses focused on specific applications of the geological maps. However, in 1991 the Illinois State Geological Service (ISGS) attempted to evaluate its geological mapping programme with a new methodology based on a major user survey, though its

cost-benefit analysis was focused on the reduction of future costs of cleaning up pollution in Boone and Winnebago counties by better siting of rubbish dumps. Extrapolating the results to the entire state of Illinois, the benefit-cost ratio of its geological mapping ranged between 0.46 and 14.11.

Finally, the (Bhagwat and Ipe, 2000) ISGS conducted the study *Economic benefits of the detailed geological maps of Kentucky*, in which it greatly improved its user-polling methodology, covering a wide variety of potential users, this time in order to determine the value of the state's detailed geological mapping. The benefit/cost ratio for the 1:24,000 Kentucky geological map was 24.99 to 39.16. The ISGS' methodology will not be detailed now as it served as the basis for the economic and social evaluation of the MAGNA Plan, once it had been adapted to the Spanish context and improved by the contributions of the IGME and of IDM company, adjudicated the study.

Work methodology

To tackle this study, a list of over 1,200 potential contacts of experts in companies and institutions who were very likely to have used the 1:50,000 (MAGNA) geological maps, was compiled. This list included environmental consultants, members of various local government bodies, technicians from mining, construction and engineering companies, town planners, researchers and university teachers.

These various groups filled out a carefully worked out questionnaire, drawn up with the help of the Colleges of Geologists and of Mining Engineers. The aims of the questionnaire were as follows:

- a) To determine the various kinds of activities for which MAGNA sheets are needed.
- b) To find what importance the various kinds of user give to the MAGNA sheets in the development of their projects.
- c) To find the views of the various users on additional information not currently included in the MAGNA sheets, on the geomorphological maps now being published, on the various possible scales and on the two kinds of format (digital or paper).
- d) To determine the contribution of MAGNA sheets to improving the quality, credibility and costs of their users' activities.
- e) To calculate the economic value of MAGNA sheets to their various users.

The answers to the first three questions will help plan the IGME's future mapping programmes and publications. The other two questions will be used to determine, both qualitatively and quantitatively, the economic value of the MAGNA geological sheets.

To assess the MAGNA sheets quantitatively or economically is an extremely complex problem, as the maps have very different kinds of users, new users and also unknown users, and also allow for repeated uses over time. Therefore, the methodology of evaluation developed was, first, to calculate the economic value of the MAGNA sheets for each pos-

sible business user, then calculate a mean economic value and extrapolate this to all possible business users over time. This would lead to a calculation of the aggregate profits generated by the MAGNA Programme.

The questionnaire contained 12 detailed questions, as well as the optional data of identification and category of the organization of each respondee, with over 50 numerical or Yes/No replies and 9 descriptive replies. The questionnaires were posted in June 2003 and followed up by phone calls from ICOG and Valgrande Remain S.L.. The exercise was closed mid-August with 311 questionnaires received back (26% reply rate).

Of all the received questionnaires, 118 could be taken as complete, with the remaining 193 reasonably or not very complete. These results enabled a minimum reply of over 200 observations for the non-economic questions. As for the various economic questions, between 156 and 205 replies that included some degree of description of experience of use of 934 to 2,567 MAGNA sheets could be counted.

In summary, the classification of the above replies involved the entry of over 8,400 numerical or identifying data and over 1,200 descriptive replies for subsequent analysis.

The qualitative assessment of the MAGNA Plan

Geological information, and by extension the MAGNA sheets, is required in various areas, which in fact covers almost the entire spectrum of business activities in society. In the sample of replies to the questionnaire, an average of 40.9% of the activities of the various respondees used geological maps in the previous 5 years. It is an indicator of the correct selection of the people the questionnaire.

It is worth noting that the break-down of the kind of organization from which questionnaires were received back showed that over 63% of the experts/companies were from engineering, university and Public Research Bodies, mining and hydrocarbons. The remaining 37% were from such disparate sectors as government at its several levels, environmental consultants, building, agriculture and forestry and a long list of 'others'. These others included geological consultants, water supply services, quality control, mapping, independent consultants and iron alloy production.

The following figures (Figures 2 to 9) give the first general countrywide evaluation of the reasons why the various user groups use the MAGNA sheets. In the Figures, each one corresponding to the 7 great areas of economic and environmental activity in which MAGNA sheets are needed, each bar indicates what percentage of those answering the questionnaire said they really did use the MAGNA sheets. All the replies may add up to more than 100%, as in most replies more than one use was indicated.

The fact that management, extraction and development of natural resources (see Figure 2) is the main area of use of MAGNA sheets indicates, as was expected, their huge effect on

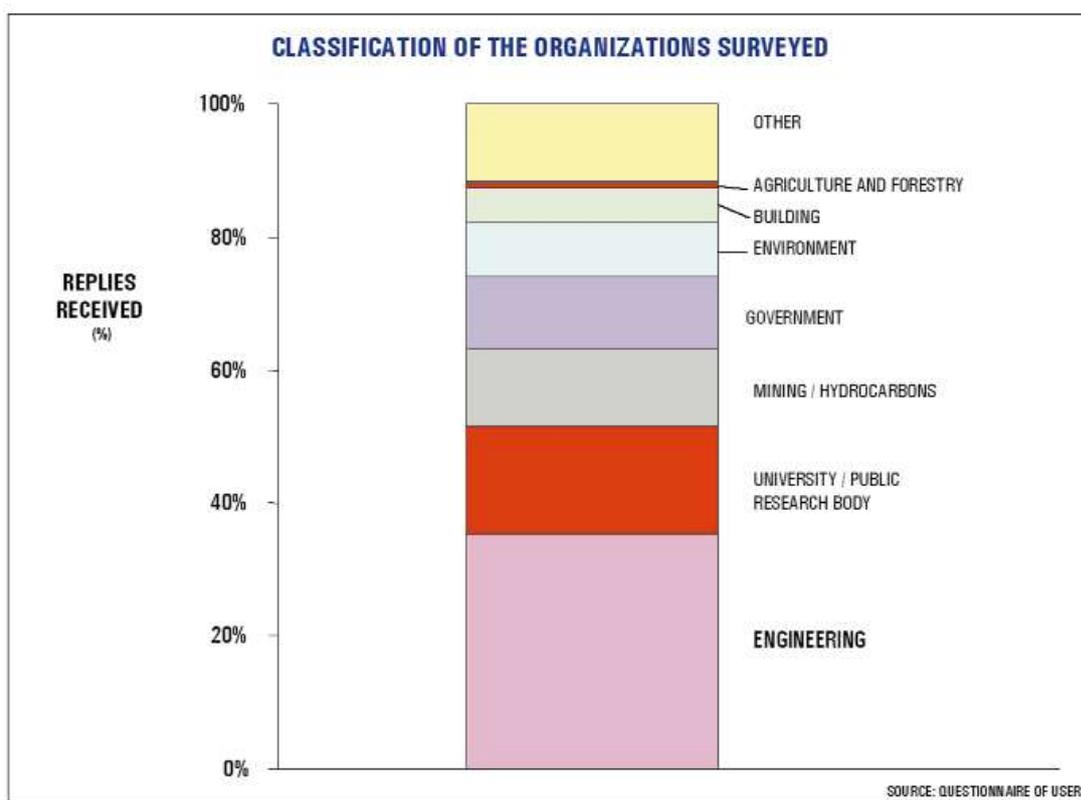


Figure 1

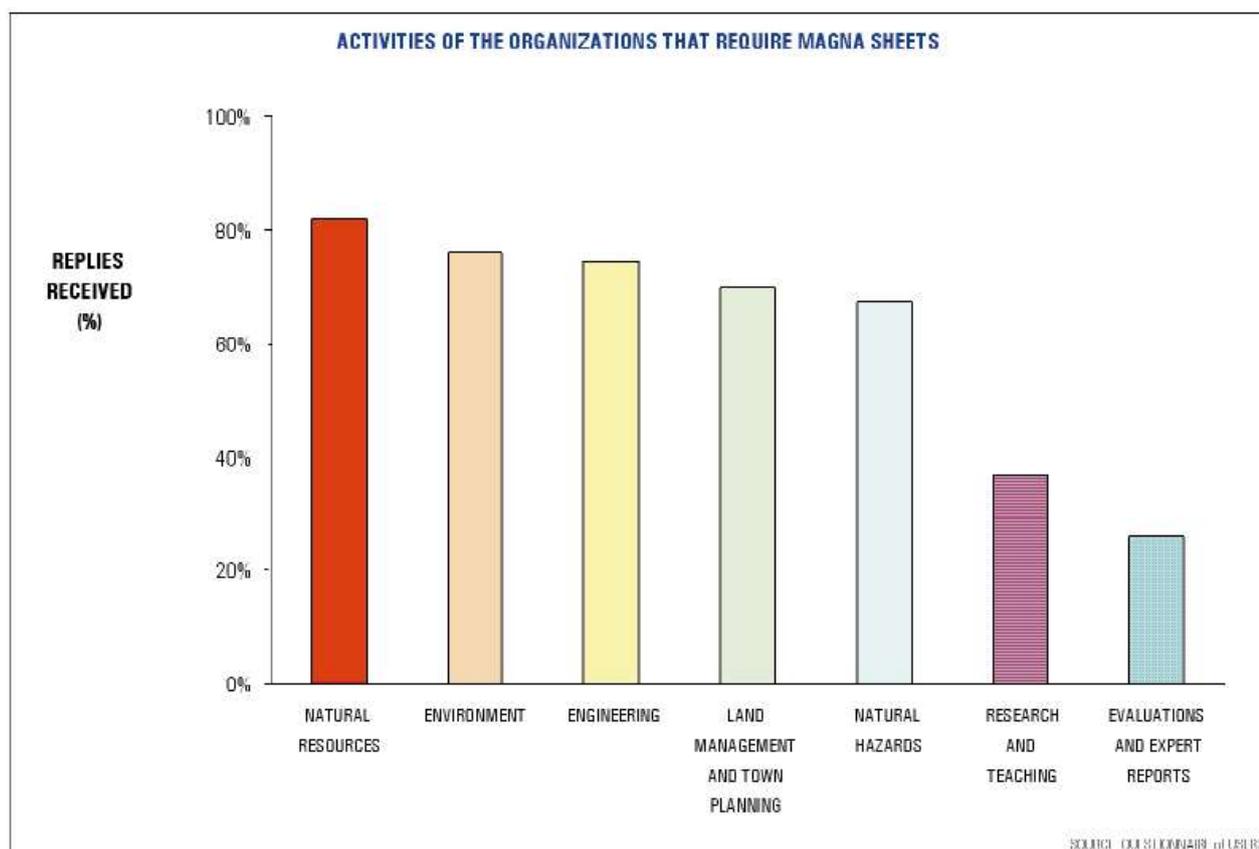


Figure 2

the management of underground waters and mining activities in all their aspects. Similarly, the relevance of geological maps to the development of environmental, engineering and town planning projects, all with use over or equal to 70% in the questionnaires received back, reflects the enormous resources that Spanish society has put in recent years into the thorough modernization of all kinds of infrastructure investments, such as motorways, high-speed trains, urban planning etc..

Within the category of management of natural resources, the fact that underground waters are the most common category of use of MAGNA sheets (Figure 3) indicates both the importance of underground waters as a fundamental resource for human life and the importance of the MAGNA sheets in the development, sustainable use and protection of these resources.

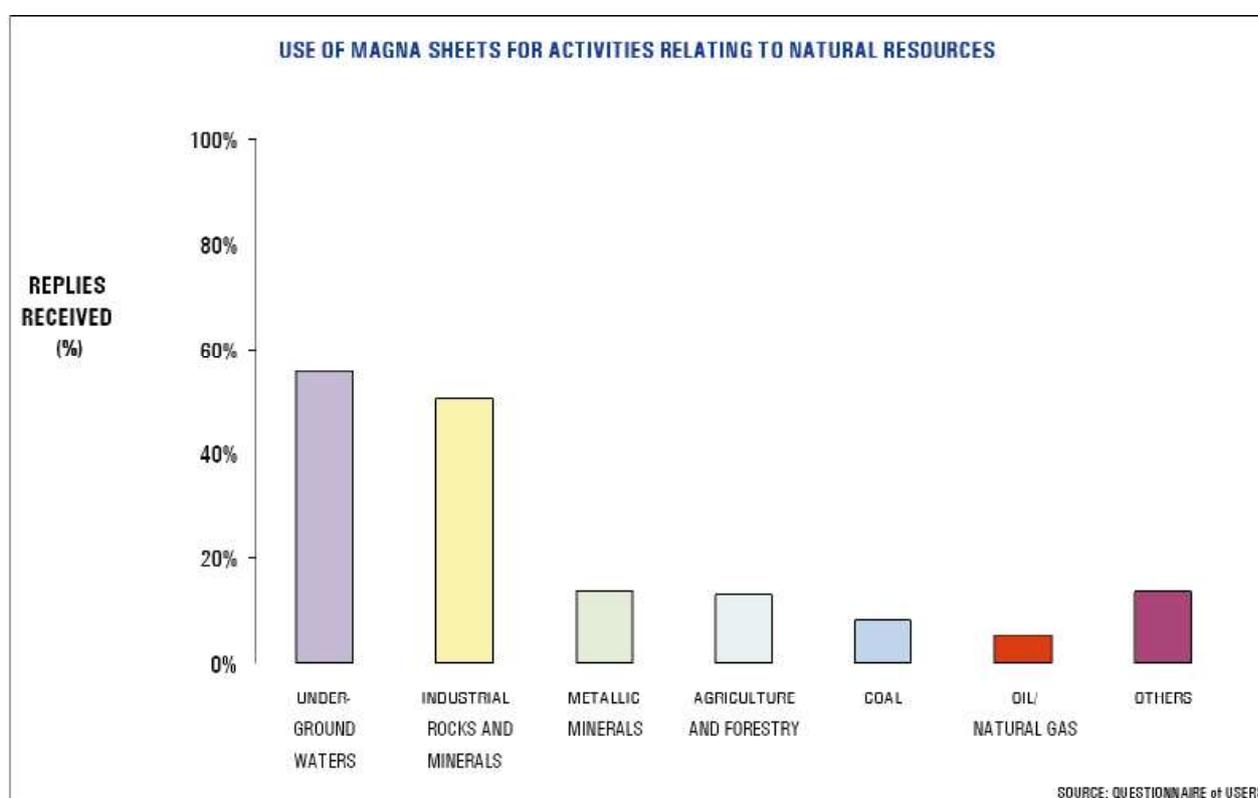


Figure 3

The second greatest use of MAGNA sheets in the area of management, exploration and development of natural resources concerns rocks and minerals for industry, another major element of the economy. The strong growth of the industrial rocks/minerals sector is based essentially on two factors: the considerable investment mentioned above in infrastructure in recent years and the huge boom in construction.

The use in over 63% of the replies of MAGNA sheets in environmental impact assessment (Figure 4) reflects the major emphasis in recent regulations on environmental impact studies, along with, once again, the rapid development of investment in these areas.

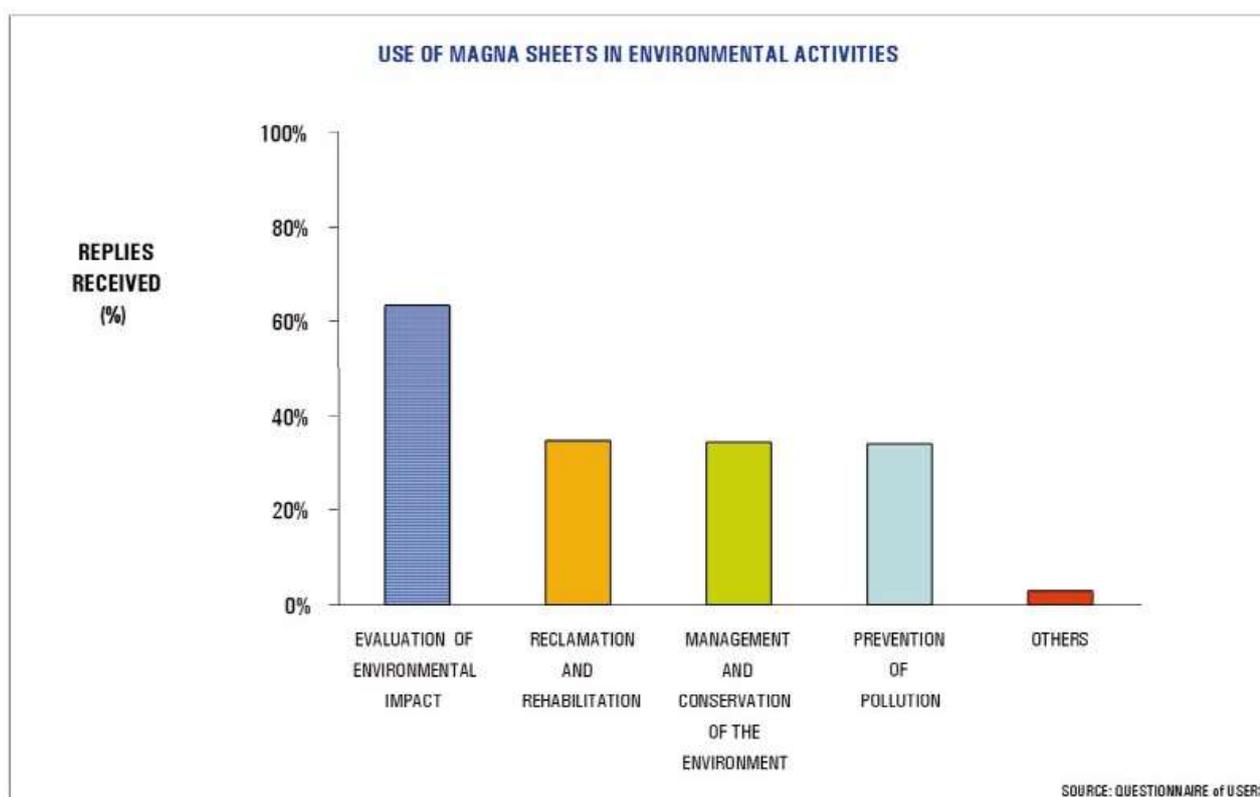


Figure 4

At the same time, over 34% of those answering the questionnaire employed MAGNA sheets for traditional environmental activities, such as reclamation and rehabilitation, management and conservation of the environment and prevention of its pollution.

The Figure Nr 5 shows the use of MAGNA sheets both in maintenance of public infrastructures and in today's highly active sectors of construction of buildings, roads, dams, railways, ports, oil and gas pipelines, irrigation, canals and water supplies, and electrical installation. Most construction projects require aggregates for cements and high-quality concrete, and geological maps are used to locate deposits for extracting these aggregates, which helps reduce transport costs considerably. Geological sheets also help predict construction and excavation conditions and enable plans to reduce risks in areas of high geological hazard.

The same Figure Nr 5 also shows the wide range of uses of MAGNA sheets and geological information in so many areas of the Spanish economy.

The Figure Nr 6 shows the replies from users of the 1:50,000 sheets of the MAGNA Plan in town planning activities. They were commonly used in location of rubbish dumps (53% of replies). Exhaustive assessment of the geological conditions of land is essential in the process of evaluation needed before permits are issued. This is not only for the location of rubbish dumps, but also of industrial estates, on which polluting activities may take place.

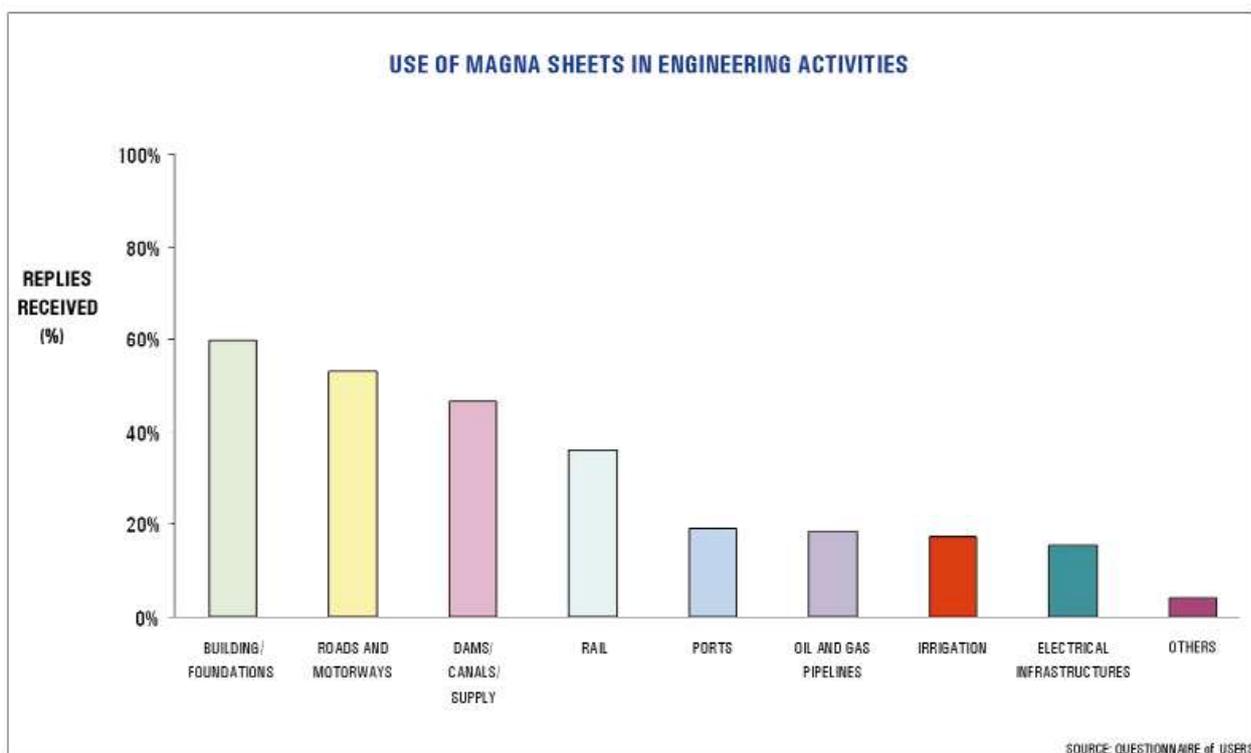


Figure 5

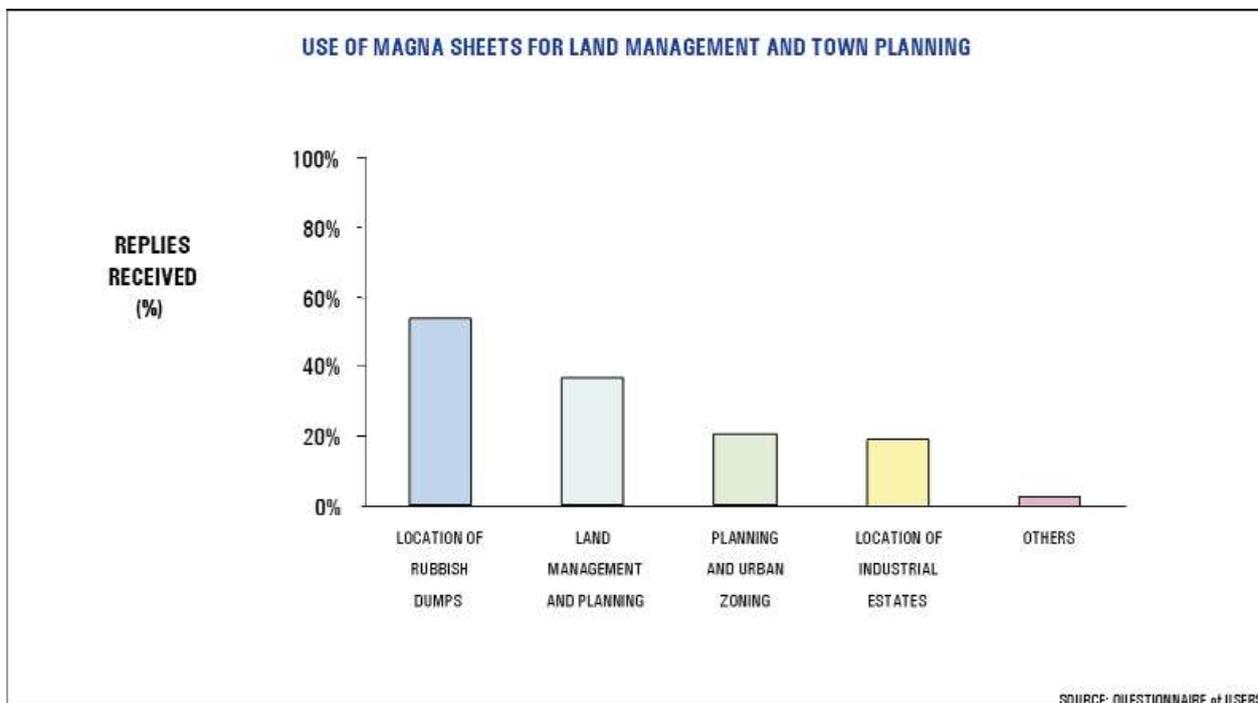


Figure 6

In addition, in recent years Spain, like most advanced countries, has seen big growth in its urban areas.

If geological maps did not exist, the information contained on them would have to come from, where possible, alternative sources, which normally would be much more expensive and very much slower. Both, management of the land and town planning, are indispensable in avoiding population growth and migratory processes or demographic changes causing major environmental stress, particularly in cases in which the geological conditions of the land affected is incompatible with the re-zoning requested.

In summary, therefore, geological maps in town planning help ensure that land is used in the best possible way. They also enables building codes to be developed and help make sure that geological phenomena such as earthquakes, landslides and subsidence are taken into full consideration when building safely.

In Figure Nr 7 is shown this use of geological maps to understand factors that might generate geological risk, with a view to mitigating or preventing their impact.

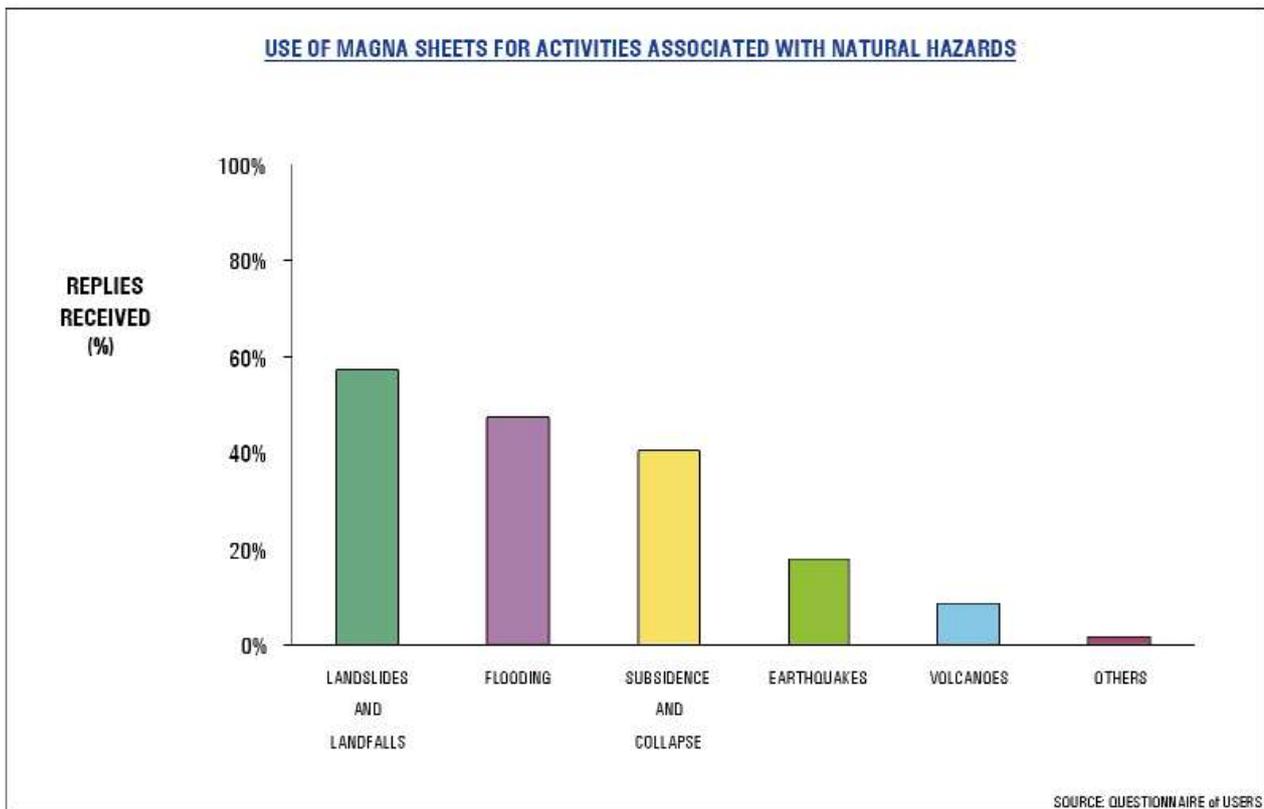


Figure 7

Geological maps protect from and prevent natural disasters in three main areas: potential landslides or landfalls, flooding and subsidence or collapse of land, all of which are unfortunately relatively common in Spain.

In Figure Nr 8 are indicated the patterns of usage of the MAGNA sheets in research and teaching activities. They are used for research, mentioned in 32.8% of the replies, much more than teaching.

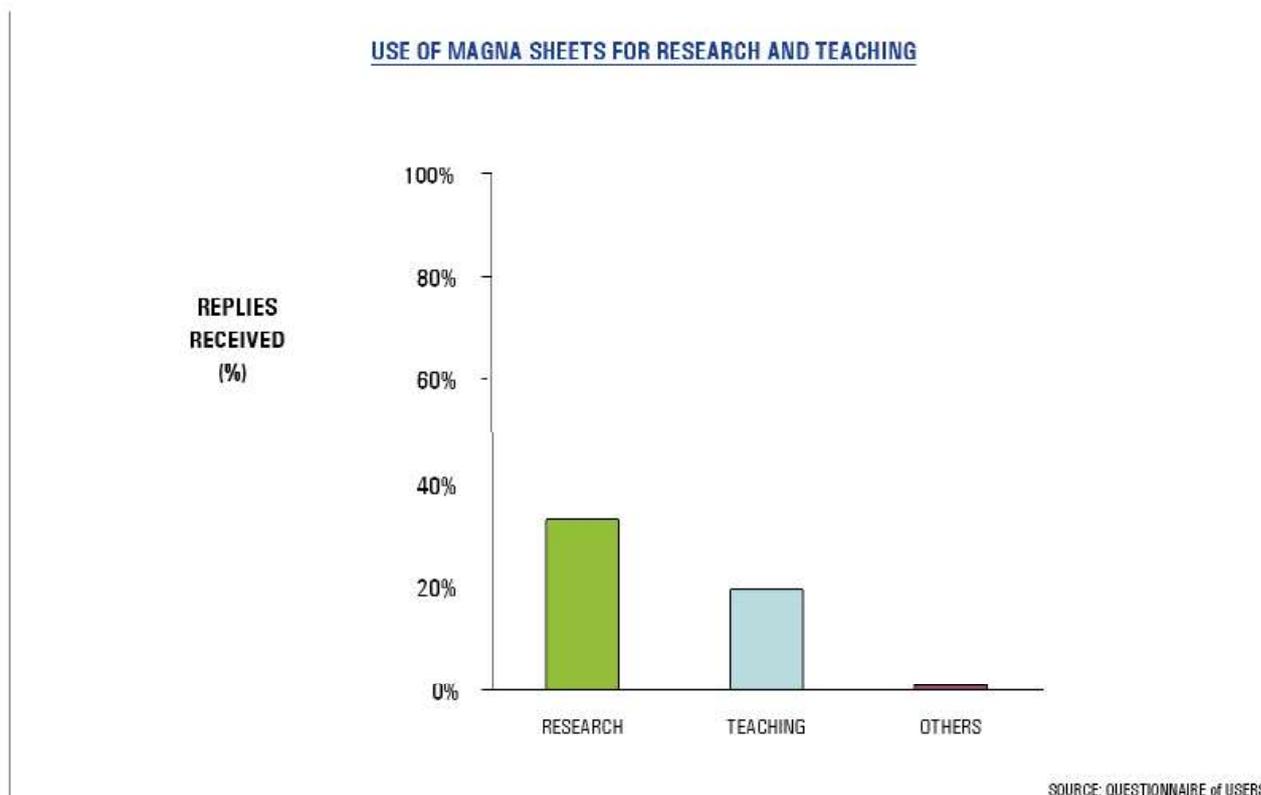


Figure 8

Expert land reports or valuations before purchase (Figure 9) may also require use of MAGNA sheets. In some cases, knowing the geological conditions of a plot of land can be very important because it indicates future problems or eventualities and responsibilities. Geological maps obviously contain these essential information, such as vulnerability to pollution, existence of resources that could be mined, etc..

Appraisal of MAGNA's current status and possible improvements

The MAGNA sheets on paper are thought useful in 95.8% of the answers received (see Figure 10). This printed format is considered indispensable for field consultations and for developing teaching or research projects.

The digital format is seen as satisfactory in 91.6% of replies (see Figure 10). Digital maps are thought absolutely essential, as they allow greater agility both when modifying or combining documents and in consultations. However, they are still perceived as expensive and both certain limitations in their information and, especially, the lack of topographic bases were highlighted.

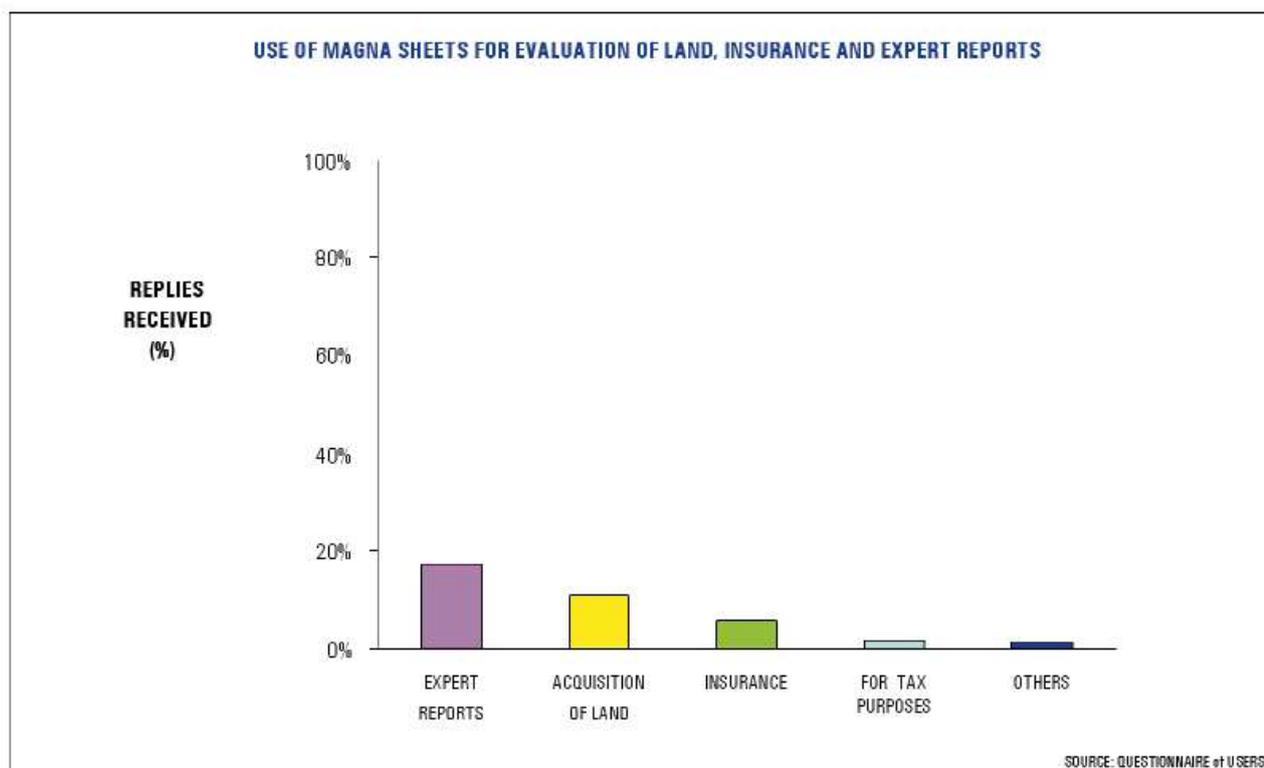


Figure 9

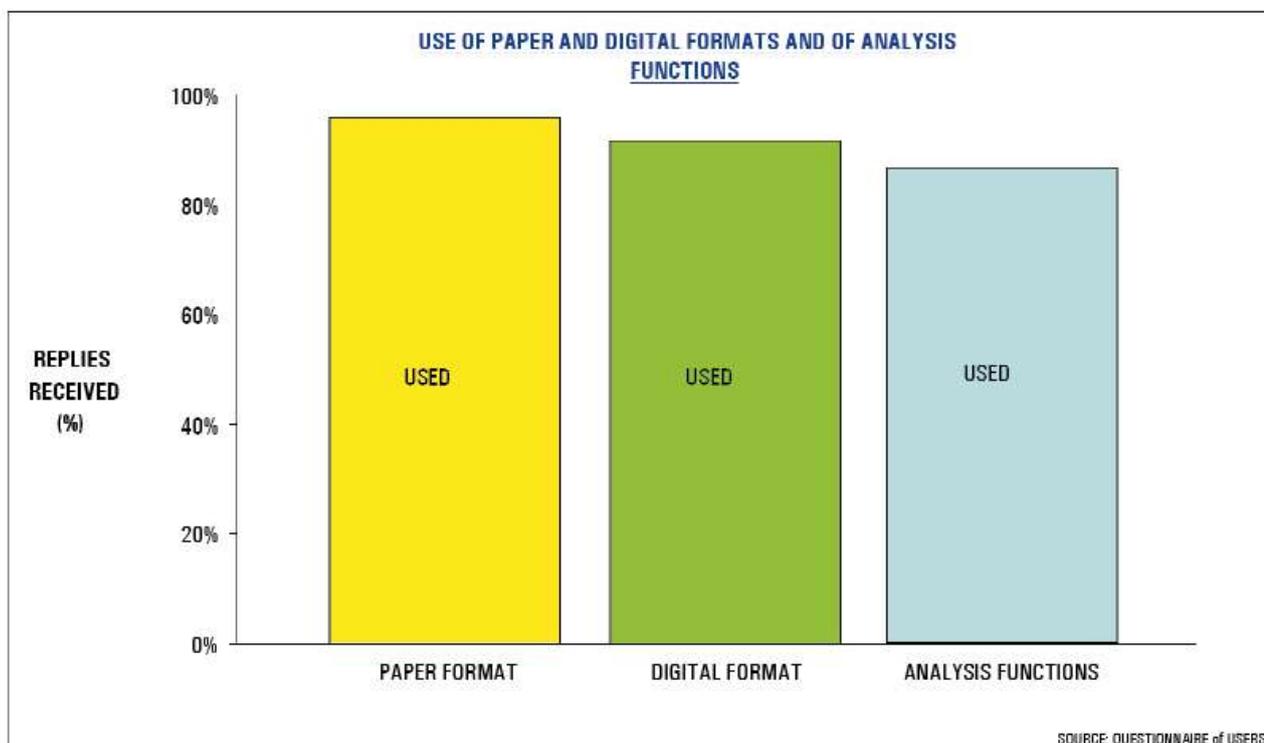


Figure 10

Uses with functions for analysis were wanted by 86.6% of users interested in using MAGNA sheets in digital format (see Figure 10). Simple GIS-compatible functions on basic questions were requested.

Some users, however, want more complex functions, which are difficult to incorporate, such as obtaining geological sections automatically.

The scale of 1:50,000 that is currently used in the MAGNA sheets, except for Spain's island territories, which are at 1:25,000, was thought to be the most useful only by 23.2% of replies received (see Figure 11). The 1:25,000 scale, which has been used in some Autonomous Communities in certain geological mapping programmes, is thought to be the most useful scale in 75.8% of the replies received. It is odd that only 30% think that the scales bigger than 1:25,000 are the most useful. It is true that the respondents know that a project may require more detailed maps, but they do not demand them from a State body, probably because they know the proposal is not feasible. This self-limitation on the demand for bigger scales undoubtedly supports those users who pose the need for more 1:25,000 programmes.

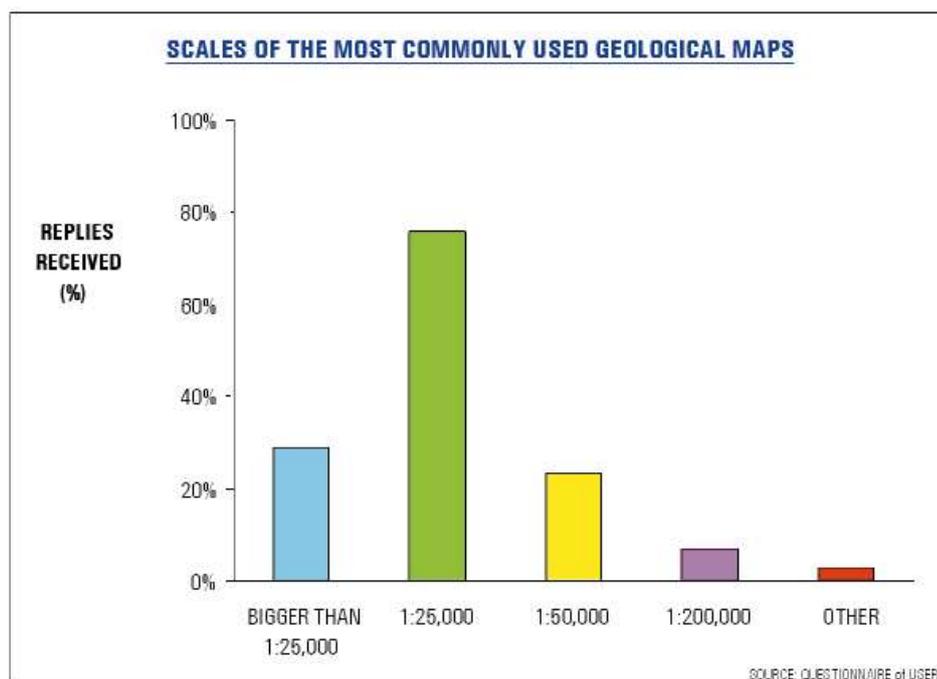


Figura 11

To plan the IGME's new mapping programmes, it is also very important to identify the kind of additional information that is not currently found on the maps, but which users want included in the future. Figure 12 seeks to answer this question and pinpoints hydrogeology and potential natural hazards as the main additional information wanted by users in geology and mineral resources. It should be emphasized that, in the norms established for the updating of the MAGNA, the five questions thought most relevant had already been included, as had four others in the middle of the graph (marked with asterisks in Figure 12).

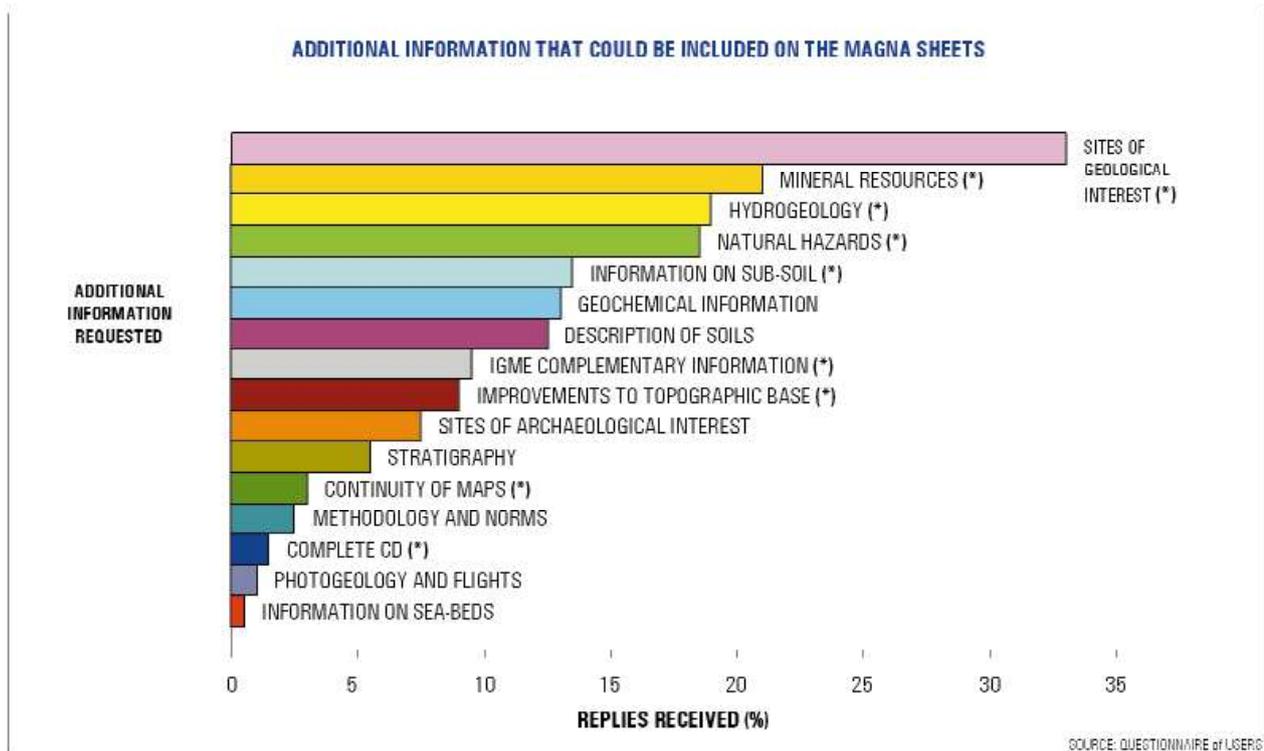


Figure 12

The Figure Nr 13 shows us the appraisal of the geomorphological map published jointly with the geological maps, with 78.8% of replies finding them very useful or fairly useful. Figure 14 shows the replies on additional information not currently included in these geomorphological maps, but which users would like to see included. Mainly, this is informa-

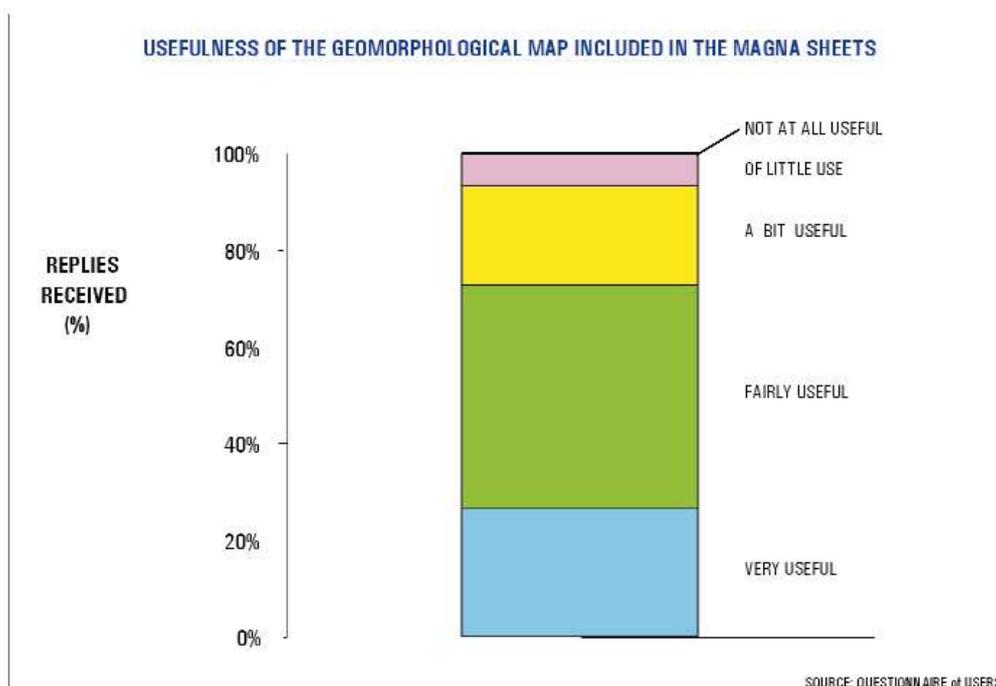


Figure 13

tion on potential natural hazards, geomorphological points of interest and soils. In this case too, the IGME anticipated the demand by including in their new norms all those points marked with an asterisk in Figure 14.

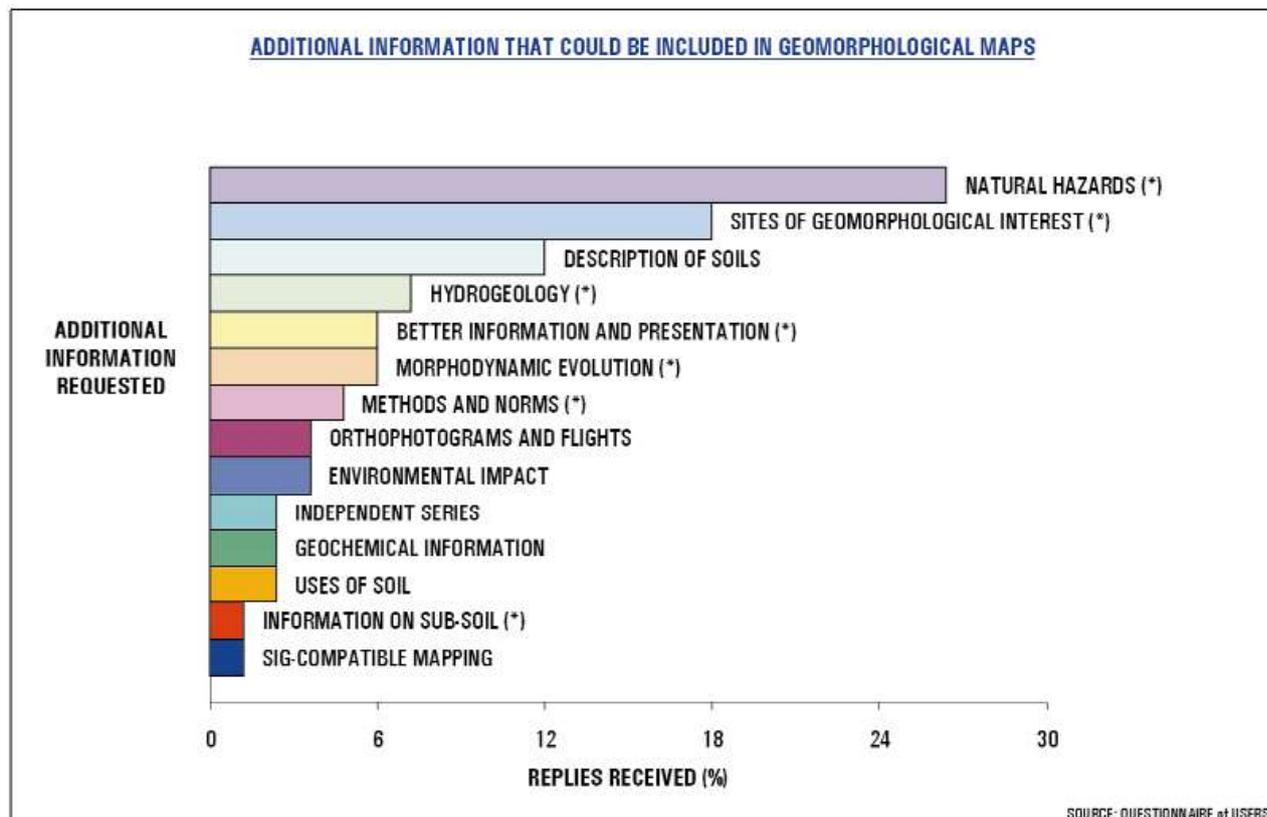


Figure 14

Quantitative evaluation of the MAGNA Plan

Empirical calculation of the unit economic value of the MAGNA sheets.

A preliminary idea of the economic value of the MAGNA sheets can be gained from the replies to the eighth question in the questionnaire: *"In a typical project by your organisation, when no MAGNA geological maps exist, how much of the project budget has to be invested in substitutive geological research, either in-house or contracting out?"* This question is based on the premise that users without MAGNA sheets have to invest directly in collecting the geological information needed before they can take a decision.

Out of the 212 replies to this question received, 105 indicated that they would invest up to 10% of the general budget of the project to find the geological information they needed, if geological maps were not available. An investment of between 10% and 20% was given in 59 replies; of 20-30% in 24 replies (Figure 15); and over 30% in the remaining 24 replies. The overall direct investment required to compile and research the geological infor-

mation needed to develop their project properly (when the information was not available) was calculated at a 4.38% weighted mean of the project budget.

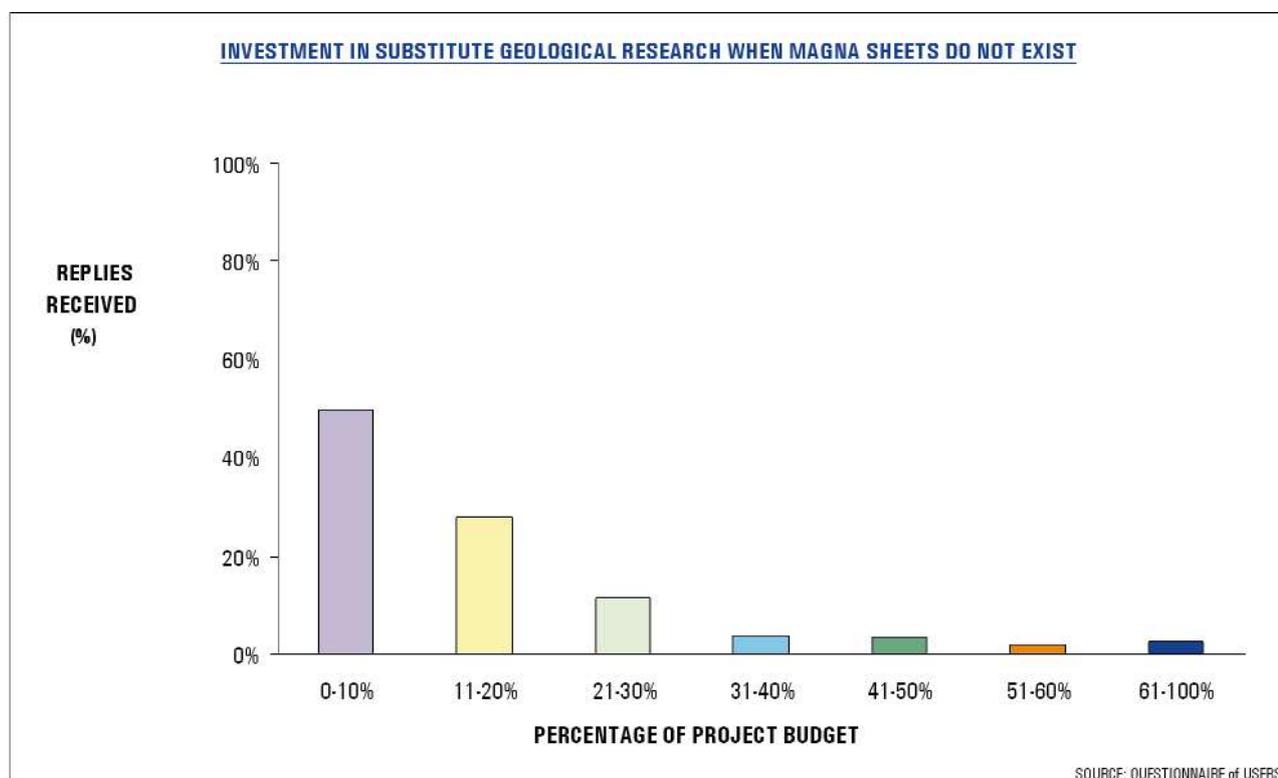


Figure 15

In Section B of question 11 users were asked on the general budget of a typical project. The 182 replies returned put the arithmetical mean of a budget project at 3,899,662 euros. In addition, in Section C, the rough number of different MAGNA sheets used was asked, with the arithmetical mean, in the 202 answers received, of 12.7 MAGNA sheets per project.

Thus, a first assessment of the savings achieved through the use of MAGNA sheets can be seen in the following calculation:

$$\text{Savings per sheet} = \frac{\text{mean budget} \times \text{mean geological information}}{\text{Mean MAGNA sheets used per project (number)}} = \frac{3.899.662 \text{ €} \times 4,381\%}{12,71 \text{ sheets}} = 13.441 \text{ €/sheet}$$

Subsequently, question 11, in its section D, asked users for their calculation of the investment needed in a specific real project to obtain the geological information given on the MAGNA sheets used, should these not have existed. In Section E, users were asked, for the same specific project, for their best calculation of the savings generated by the existence of the MAGNA sheets, and finally in Section F they were asked, for the same real project,

to calculate the maximum amount they would be willing to pay for the MAGNA sheets used, as a function of the usefulness of the information they contain. The results are summarized in the following table:

CALCULATION OF THE ECONOMIC VALUE OF THE MAGNA SHEETS			
	TOTAL VALUE	NUMBER OF SHEETS	PER SHEET (€)
MAXIMUM VALUE	29,176,170	1,446.50	20,170.00
MINIMUM VALUE	10,963,045	1,446.50	7,579.00
WILLINGNESS TO PAY	1,446,770	934.00	1,549.00

Table 1

The minimum value of a MAGNA sheet, as calculated by the various users, ranged between 0 and 500,000 €. Then, the estimated maximum value of a MAGNA sheet varied between 0 and 3,000,000 euros; and finally, the willingness to pay of various users for a MAGNA sheet varied between 0 and 26,667 euros.

It is important to emphasize that the questionnaire was designed in such a way that there was a system of validation of the replies on these factors of quantitative assessment. In question 8 and sections B and C of question 11, a preliminary assessment of the savings per sheet (13,443 euros) was made. In sections D and E of question 11, the respondents themselves calculated the maximum and minimum savings in a project, such that, on dividing by the number of sheets used, maximum and minimum figures of 20,170 and 7,579 euros were found. This fits perfectly with the mean figures obtained independently.

Empirical calculation of the aggregate benefits of the MAGNA Plan

The aggregate value of the annual profits of the MAGNA Programme was calculated by multiplying the number of MAGNA sheets used by each user and the mean values calculated of the MAGNA sheets seen in Table 1. It is important to make clear that the number of users per number of MAGNA sheets used corresponded roughly with the estimated sales of MAGNA sheets. As one sheet sold can be used in various projects, the results based on the suppositions above are clearly a conservative estimate of the aggregate profits.

The second variable to be borne in mind in calculating the total profits of the MAGNA Plan is the accumulation of profits over several years. We could only calculate the value of MAGNA sheets on the basis of users' replies collected in 2003. The calculations for 2003 values may or may not reflect previous years too, as both the market and the legal and economic framework have changed. Similarly, the size and the costs of the projects using MAGNA sheets may vary. Therefore, basically for the sake of simplicity, we hypothesized that the relative value of the MAGNA sheets used in projects over several years is similar to their current economic value, with the logical corrections for depreciation in purchase power due to inflation.

In short, these simplifications lead us to obtain the calculation of the aggregate value of the MAGNA programme over time by multiplying the estimates of the economic value of the MAGNA sheets in 2003 by the number of sheets sold throughout the years the Plan existed.

Another point is that, as the MAGNA sheets are sold by the IGME itself, by the National Geographical Institute and various bookshops in several cities, it is practically impossible to compile reliable statistics on sales over time and to the varied groups of users.

Similarly, the size of the print-runs of the various editions of the MAGNA sheets up to the 1980s is not entirely clear because various mishaps in the IGME's publications service warehouse at different times meant that a certain amount of maps had to be thrown away. Therefore, each of the invoices for sheet sales in 2002 was analyzed, the results of which are shown below in Table 2:

SALES OF MAGNA SHEETS IN 2002			
ORGANIZATION	TOTAL SALES (N° COPIES)	SALES TO BUSINESSES	
		(N° COPIES)	(%)
IGME	1,909	1,165	61.0
IGN	1,272		
BOOKSHOPS	10,264		
TOTAL	13,445	8,205 *	61.0
SHEETS AVAILABLE.			
COPIES SOLD PER SHEET.	92414.55	924	8.88 *

* Estimated
Source: IGME

Table 2

It should also not be forgotten that the MAGNA sheets were published gradually over many years, as the Plan advanced (see Table 3). The mean value of the 2002 invoices found in the IGME sampling (8.88 copies of each sheet published sold to companies) enabled the total cumulative sales of the sheets to companies over the 32 years of the Plan to be calculated as 165,576 sheets sold, which serves as the basis for the calculation of the aggregate economic value of the MAGNA Plan.

In a March 1997 report on the demand for MAGNA mapping at 1:50,000, drawn up by the Geology and Geophysics Department of the IGME, the mean demand for all uses and all MAGNA sheets available, including internal demand, demand from civil servants and other official bodies, and demand from libraries, individuals and companies, was calculated. The finding of mean sales of 40 copies per sheet per year was 4.5 times higher than the figure of 8.88 copies to companies that we used, which makes us think that our hypotheses of total sales are relatively conservative.

CALCULATION OF THE EVOLUTION OF THE SALES OF MAGNA SHEETS			
YEAR	SHEETS AVAILABLE	SALES TO COMPANIES	
		ANNUAL	CUMULATIVE
1972	1	9	9
1973	29	258	266
1974	71	630	897
1975	130	1,154	2,051
1976	164	1,456	3,508
1977	205	1,820	5,328
1978	269	2,389	7,717
1979	302	2,682	10,398
1980	336	2,984	13,382
1981	427	3,792	17,174
1982	504	4,476	21,649
1983	545	4,840	26,489
1984	572	5,079	31,568
1985	588	5,221	36,790
1986	601	5,337	42,127
1987	629	5,586	47,712
1988	661	5,870	53,582
1989	681	6,047	59,629
1990	720	6,394	66,023
1991	767	6,811	72,834
1992	797	7,077	79,911
1993	797	7,077	86,988
1994	825	7,326	94,314
1995	837	7,433	101,747
1996	843	7,486	109,233
1997	867	7,699	116,932
1998	887	7,877	124,808
1999	901	8,001	132,809
2000	921	8,178	140,988
2001	921	8,178	149,166
2002	924	8,205	157,371
2003	924	8,205	165,576

Table 3

By taking, therefore, the figure of 165,576 units as the total sale of MAGNA sheets between 1972 and 2003 (Table 3), we reach the following calculations for the general economic value of the MAGNA Plan:

The minimum aggregate value of the MAGNA Plan would be 165,576 sheets X 7,579 € = 1,254.90 million euros at 2003 values.

The maximum aggregate value of the MAGNA Plan would be 165,576 sheets X 20,170 € = 3,339.67 million euros at 2003 values.

The aggregate willingness to pay for the MAGNA Plan would be 165,576 sheets X 1,549 € = 256.48 million euros at 2003 values.

If we take the necessary investment, at 2003 values, to carry through the entire MAGNA Plan as 121.27 million euros, as already discussed, then the cumulative total value in economic terms of the MAGNA Plan over these 32 years is a minimum of 10.35 times the total investment needed to complete the Plan. Its maximum cumulative value reaches 27.54 times the investment required. Therefore, it can be summarized that the minimum added value generated by the MAGNA Plan is 1,133.63 million euros at 2003 values.

A way to confirm the correctness of the calculations is, as mentioned above, to work out the aggregate value of the MAGNA Plan from the geological investment that would be needed to replace the MAGNA sheets if they did not exist. This calculation gives us the following:

The mean aggregate value of the MAGNA Plan would be 165,576 sheets X 13,443 € = 2,225.84 million euros at 2003 values.

This gives for the economic value of the MAGNA Plan a figure 18.35 times greater than the investments in it, which tends to confirm the validity of our calculations based on different data.

Another formula to analyze these varying estimates is to take the mean cost of the recovery of the investments in the MAGNA Plan, in terms of the number of times that a MAGNA sheet has to be acquired by a business user. The already quoted figure for producing the 924 MAGNA sheets available was 121.27 million euros (2003 values), which is equivalent to 131,245 euros per sheet. For the minimum mean value of one MAGNA sheet at 7,579 euros, the mapping project would break even when each of the MAGNA sheets had been used for business projects on 17.32 occasions. If, however, the maximum mean cost of one MAGNA sheet of 20,170 euros is used, then the project breaks even after each sheet is used 6.51 times (see Table 4).

Likewise, the estimated value of the willingness to pay of the various users, 256.48 million euros, represents 2.11 times the total cost of drawing up the geological mapping programme. Despite the conservative sales figures used, these results are remarkably positive for a public good. Therefore, if we include the various additional intangible benefits alluded to above and if we remember that 39% of MAGNA sheet purchases are made by libraries and individuals, and their value has not been worked out, the conclusion has to be that the MAGNA geological mapping Plan was an excellent public sector investment benefiting Spanish society as a whole. In addition, it must not be forgotten that the prof-

SUMMARY OF ECONOMIC VALUE OF THE MAGNA PLAN					
	PER SHEET (€)	TOTAL (millions of €)	ADDED VALUE (millions of €)	INVESTMENT MULTIPLE	BREAK-EVEN POINT (N° SHEETS)
MAXIMUM VALUE	20,170	3,339.67	3,218.40	27.54	6.51
MINIMUM VALUE	7,579	1,254.90	1,133.63	10.35	17.32
WILLINGNESS TO PAY	1,549	256.48	135.21	2.11	84.73
REPLACEMENT GEOLOGICAL INVESTMENT	13,443	2,224.84	2,104.57	18.35	9.76

Table 4

its will continue to increase in the future, though they will gradually drop off due to the sheets becoming increasingly obsolescent.

Conclusions

This study could only be carried out once the 1:50,000 series of the MAGNA Plan for geologically mapping Spain was completed in 2002. It looked at the use of the MAGNA sheets right from the start. We think that the more than three decades elapsed is a sufficient period for evaluating the use of the MAGNA sheets in several sectors, the reasons for their use and the economic value their varied users may place on them.

A total of approximately 1,200 current or possible users of geological maps were asked to fill in a questionnaire. We think that the reply ratio of about 26% (311 questionnaires returned) gives a sufficiently broad sample of MAGNA sheet users. The various users polled included mainly experts active in engineering, universities, mining and hydrocarbons, and also in Government bodies and the environmental, construction and agricultural sectors. Although it would be difficult to identify all MAGNA sheet users, we think that, given the wide range of sources used to draw up the contact lists, a high proportion of users did have the opportunity to take part in the survey.

The various users polled were asked to fill in a questionnaire designed to find information and data on the use of the MAGNA sheets, to suggest additional information that they thought it would be useful to include in future programmes and to make a subjective evaluation of their economic value.

Analysis of the replies received deepened our knowledge of the range of users of MAGNA sheets and their specific needs, which will consolidate the decisions already taken on innovations and future cartography. These include extending geomorphological coverage of the country, improving the processing of information on geological resources, indications of minerals and water points, maintaining the paper format alongside the digital version, with the latter given some analytical functions and all the complementary information of

the MAGNA sheets, improving the treatment of geology in the sub-soil and, lastly, advancing in the questions of mapping continuity and better topographical bases.

However, the replies received, which preferred the scale of 1:25,000 and wanted soil mapping, may also make us reconsider certain decisions previously taken. It is clear that, with the resources available today, it is difficult to imagine full mapping at 1:25,000 or a start on soil maps. Nevertheless the demand is pushing along these lines.

The profits or benefits from the MAGNA Plan, understood as the savings that users made on account of their use of the sheets, were assessed at a minimum of 1,255 million euros and maximum of 3,340 million euros. These figures confirm that the cost/benefit ratio of the MAGNA Plan runs in a range from 10.35 to 27.54. It is true that the calculation was subject to the intrinsic uncertainties of such a survey and to not knowing for sure how many copies of the maps had been sold to companies. It is also true that the evaluation was simplified by the assumption that users' appraisal of the sheets in the year 2003 can be extrapolated to other years. Despite all this, the result is undoubtedly a conservative estimate since, as it was explained above, on two major points decisions were taken to calculate "downwards": the calculation of the number of sheets sold and the supposition that each copy bought by a company was used on just one project.

If we compare these figures for mapping programmes with those found in other countries, it can be concluded that, with the exception of the state of Kentucky, the cost-benefit ratio in Spain was better. This can be explained because, as it was exposed in the section on background, studies in other countries only looked at one or two particular uses of their geological maps and not all their multiple uses.

However, if we compare the cost-benefit ratio of the MAGNA Plan with the Kentucky State geological mapping programme, the ratio in the latter is markedly bigger: the centre of the range established is at about 32 as against 19 for the MAGNA Plan. This could be explained in two ways: first, that Kentucky maps were at a scale of 1:24,000, which, in line with the answers to question 5 of the questionnaire, would be more useful than the MAGNA project at 1:50,000 and would, therefore, save more money. The second explanation could be that Kentucky is a more sparsely populated territory, so that less was known about it and it was to some extent more virgin than Spain, which means that detailed geological maps could be more useful in solving gaps in knowledge.

At any rate, it can be concluded that the MAGNA Plan, with a cost-benefit ratio of 19 was an excellent public investment. It greatly exceeded the expectations projected in the PNIM's original economic evaluation reports. The PNIM calculated a considerably smaller ratio.

References

Barrera, J.L. 2000. Demanda científica, técnica y social de la Cartografía Geológica del ITGE y evolución futura. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 85-94.

- Berastegui, X. and Puig, C. 2000. Evaluación crítica de las hojas MAGNA de Cataluña publicadas (1972-1999). Perspectivas de futuro. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 73-84.
- Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., McKee, M.J. and Soller, D.R. 1997. Estimating the Social Value of Geologic Map Informations: A Regulatory Application. *Journal of Environmental Economics and Management* 32, Article nº EE960963. 204-218.
- Bernknopf, R.L., Brookshire, D.S., Soller, D.R., McKee, M.J., Sutter, J.F., Matti, J.C. and Campbell, R.M. 1993. *Societal Value of Geologic Maps*. U.S. Geological Survey Circular 1111. 53 pp.
- Bernknopf, R.L., Campbell, R.M., Brookshire, D.S. and Shapiro, C.D. 1988, A Probabilistic Approach to Landslide Hazard Mapping in Cincinnati, Ohio, with Applications for Economic Evaluation. *Bulletin of the Association of Engineering Geologists*. Vol XXV, nº 1. 39-56.
- Bernknopf, R.L., Forney, W., Lucas, S., St-Onge, M., Dinitz, L., Halsing, D. and Einaudi, M. 2001. *The Value of Government Geologic Maps to the Mineral Exploration Industry - Two Case Studies Based on Multidisciplinary Geoscience Mapping Projects*. U.S. Geological Survey; Strategic Planning and Coordination Branch Natural Resources Canada; Geological Survey of Canada; Dept. of Earth and Environmental Sciences, Stanford University, Final draft. 59 pp.
- Bhagwat, S.B. and Berg, R.C. 1991. *Benefits and Costs of Geological Mapping Programs in Illinois: Case Study of Boone and Winnebago Counties and its State wide Applicability*. Illinois State Geological Survey, Circular 549. 40 pp.
- Bhagwat, S.B. and Ipe, V.C. 2000. *Economic Benefits of Detailed Geologic Mapping to Kentucky*. Illinois State Geological Survey, Special Report 3. 39 pp.
- Ecominsa. 1983. *Estudio de la rentabilidad y valoración de la cartografía básica infraestructural realizada por el IGME*. IGME report, 94 pp.
- Ellison, R.A. and Calow, R. 1996. *The economic evaluation of BGS geological Mapping in the U.K.* British Geological Survey, unpublished report. 28 pp.
- García-Cortés, A. 2000. La Cartografía geológica del IGME: líneas de actuación futura. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 94-95.
- Goy, L.L. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: finalidad y evolución. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 59-64.
- Ministerio de Industria. 1971. *Plan Nacional de la Minería*. Summary edition, Volume 1.
- Portero, J.M. 2000. Evaluación crítica de la cartografía geológica del ITGE: la cartografía MAGNA en terrenos sedimentarios. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 65-72.
- Rodríguez Fernández, L.R. 2000. Los mapas geológicos producidos por el ITGE: evolución, actualidad y futuro. *Boletín Geológico y Minero*. Special number, 2000. 15-36.
- Scott, M. 1999. *Valuing Australian State Geological Surveys: Quantitative Analysis for Strategic Planning*. Doctoral thesis. WH Bryan Mining Geology Research Center, University of Queensland. 452 pp.
- Watson, W., Shapiro, C. and Bernknopf, R.L. 1984. Costs of geologic information in the exploration for minerals: a case study of porphyry copper. *Journal of Resource Management and Technology*. Vol. 13, nº 2. 97-110.

APPENDIX:
Polling questionnaire

CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL PLAN MAGNA

Las informaciones solicitadas en este cuestionario tienen como objetivos tanto la correcta evaluación económica de los beneficios generados por el Plan MAGNA, como la mejora de los futuros planes cartográficos del IGME. Agradeceríamos por tanto todas sus opiniones/informaciones sin reservas, pues nos serán de gran utilidad.

Asimismo, pero únicamente si lo considerase oportuno, agradeceríamos sus datos de contacto al objeto de poder consultarle sobre posibles propuestas/soluciones/ mejoras.

D. (D^a) _____ Empresa _____
Cargo _____ Ciudad _____
Teléfono _____ Correo electrónico _____

Clasificación de su organización (Poner una cruz en lo que corresponda).

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Minería e hidrocarburos. | <input type="checkbox"/> Arquitectura/Urbanismo. |
| <input type="checkbox"/> Agricultura y Montes. | <input type="checkbox"/> Administración Pública. |
| <input type="checkbox"/> Medio Ambiente. | <input type="checkbox"/> Universidad/OPI. |
| <input type="checkbox"/> Constructora. | <input type="checkbox"/> Ingeniería. |
| <input type="checkbox"/> Otros _____ | |

1. Actividades de su organización que pueden requerir del uso de mapas geológicos de la serie MAGNA

Recursos Naturales

- Rocas/Minerales Industriales Minerales metálicos Petróleo/Gas natural
 Carbón Aguas Subterráneas Agricultura y Montes Otros _____

Medio Ambiente

- Prevención de contaminación Remediación y restauración
 Gestión y conservación del medio natural Evaluación de impacto ambiental
 Otros _____

Riesgos Naturales

- Desprendimientos/Deslizamientos Subsidiencias/Colapsos Terremotos
 Avenidas/Inundaciones Vulcanismo Otros _____

Ingeniería

- Edificación/Cimentación Carreteras/Autopistas Ferrocarriles Puertos
 Oleoductos/Gasoductos Infraestructuras eléctricas Regadíos
 Presas/Canales/Abastecimiento Otros _____

Ordenación del Territorio y Urbanismo

- Ordenación/Planeamiento territorial Planeamiento/Calificación urbanística
 Localización de vertederos Localización de polígonos industriales
 Otros _____

Tasaciones de terrenos, seguros e informes periciales

- A efectos impositivos Adquisición de terrenos Seguros
 Informes periciales Otros _____

Investigación y docencia

- Investigación Enseñanza Otros _____

2. ¿Qué porcentaje de sus actividades durante los últimos cinco años, dependió de la utilización de mapas geológicos? _____ %

3. ¿Qué informaciones adicionales no actualmente reflejadas en los mapas geológicos MAGNA le interesaría que se incluyeran?. Por favor enumérelas.

4. En su opinión, ¿qué grado de utilidad tiene el mapa geomorfológico que se está incluyendo últimamente en los mapas geológicos MAGNA?

Muy útil Bastante útil Medianamente útil Poco útil Nada útil

¿Qué informaciones adicionales actualmente no contenidas en dicho mapa geomorfológico le interesaría que se incluyeran?

5. ¿Qué escala de los mapas geológicos sería de mayor utilidad para Vd.?

Mayor de 1:25.000 1:25.000 1:50.000 1:200.000 Otra _____

Por favor explíquelo:

6. ¿El soporte papel del mapa geológico es de utilidad para Vd.?

Si No → Comentarios _____

7. ¿Son los mapas geológicos digitales de utilidad para Vd.?

Si No → Comentarios _____

En caso afirmativo ¿requeriría que el mapa viniese acompañado de una aplicación con funcionalidades de análisis?

Si No → Comentarios _____

8. En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitativa mediante trabajo propio o contrata? _____ %

Presupuesto global aproximado de un proyecto típico Euros/Pts. _____
(Táchese lo que no proceda)

-
9. Cite los ejemplos que le sea posible, sobre cómo los mapas geológicos MAGNA mejoraron la calidad y/o credibilidad de su trabajo (Use espacio adicional si fuese necesario).

10. Describa proyectos en los cuales la falta de mapas geológicos MAGNA generó un mal planeamiento o costes adicionales. (Use espacio adicional si fuese necesario).

11 Ejemplo de un caso real:

- A. Título descriptivo de un proyecto determinado en el que Vd. utilizó mapas geológicos MAGNA.

- B. Presupuesto global del proyecto Euros/Pts. _____
(Táchese lo que no proceda)

- C. Número aproximado de diferentes hojas geológicas MAGNA utilizadas: _____

- D. Si los mapas geológicos MAGNA no hubieran existido ¿qué cantidad hubiera sido necesario invertir para obtener la información contenida en ellos?

Mejor estimación del gasto necesario Euros/Pts. _____
(Táchese lo que no proceda)

- E. Si los mapas geológicos MAGNA existían, podría Vd. estimar los ahorros que les fueron generados por su disponibilidad.

Mejor estimación de ahorros Euros/Pts. _____
(Táchese lo que no proceda)

- F. En este último caso, dado el valor para Vds. de los mapas geológicos MAGNA. ¿cuánto se habría estado dispuesto a pagar por la información geológica contenida en ellos?

Mejor estimación del pago Euros/Pts. _____
(Táchese lo que no proceda)

12. Cualquier otro comentario sobre los programas de cartografía geológica del IGME que Vd. considere de interés reflejar:

ANEXO III

A Herrero de Egaña, J. Vivancos y Á. García-Cortés. 2020. Análisis del impacto y actualización hasta 2018 del valor económico y social del Plan MAGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000. Boletín Geológico y Minero, 131 (4): 817-829. ISSN: 0366-0176 (Pág 147-159)

Análisis del impacto y actualización hasta 2018 del valor económico y social del Plan MAGNA de cartografía geológica a escala 1:50.000

Alfonso Herrero de Egaña⁽¹⁾, José Vivancos⁽²⁾, Ángel García-Cortés⁽³⁾

(1) UNED. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada y Estadística. Despacho 3.12. Paseo del Rey, 11. 28040 Madrid.

alherrero@cee.uned.es

(2) UNED. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Doctorando del Programa Economía y Empresa. Paseo Senda del Rey, 11 2040 Madrid.

jvivancos7@alumno.uned.es

(3) Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.
garcia.cortes@igme.es

RESUMEN

En un trabajo publicado en 2005, García-Cortés y colaboradores realizaron una evaluación del valor económico y social del Plan MAGNA (García-Cortés *et al.*, 2005a) en base al valor que las empresas usuarias de mapas geológicos daban a este producto, a su disposición al pago por estos mapas y al coste de la inversión geológica sustitutiva necesaria, en caso de su no existencia. El presente estudio parte de este precedente, en primer lugar, analizando el impacto de la difusión en publicaciones científicas de aquel estudio, y en segundo lugar, actualizando el valor económico y social hasta 2018 del Plan MAGNA de cartografía geológica de España a escala 1:50.000. En el presente trabajo se aplica la metodología desarrollada en 2005 a los nuevos datos disponibles entre 2004 y 2018, con el objeto de obtener el valor actualizado de las ventas acumuladas de hojas MAGNA a empresas. Este nuevo proceso de evaluación ha permitido asimismo destacar varios puntos adicionales de interés, como los distintos perfiles de demanda correspondientes para cada diferente tipo de usuario de mapas geológicos en España, así como sobre la excelente rentabilidad obtenida por la inversión pública en dicho Plan MAGNA, gracias a los sustanciales ahorros generados a los distintos usuarios de dichos mapas en el desarrollo de sus actividades económicas, y finalmente sobre el impacto potencial de la actual descarga electrónica gratuita de las hojas geológicas del Instituto Geológico y Minero de España en su labor de diseminación del conocimiento geológico.

Palabras clave: análisis coste beneficio, descarga electrónica gratuita, divulgación científica, evaluación económica, mapa geológico.

Impact analysis and update to 2018 of the economic and social value of the MAGNA Plan (geological mapping at 1: 50,000 scale)

ABSTRACT

In a study published in 2005, García-Cortés and colleagues developed a social and economic evaluation for the MAGNA Plan (García-Cortés et al, 2005a) based on the value that user companies assigned to this product, their willingness to pay for these maps and if they are currently not available their willingness to pay for the necessary costs for the geological investment. This new study is based on the above precedent, first by analyzing the impact of its dissemination in scientific publications, and second by updating up to 2018 the economic and social value of the MAGNA Plan (Geological Map of Spain at 1:50,000 scale). The authors have applied the methodology developed in 2005 to the new data available from 2004 to 2018, in order to be able to update the value of the cumulative number of MAGNA geological survey sheets sold to companies. The new evaluation process has also allowed us to highlight some additional issues of interest, such as the different demand profiles for each of the various user types of geological maps in Spain and the excellent economic returns achieved by the Spanish public investment in the MAGNA Plan, thanks to the substantial savings generated by the different users of the maps in the development of their business activities, and finally regarding the potential impact of the current IGME (Spanish Geological Survey) free electronic downloading of the scientific dissemination of geological knowledge.

Keywords: cost/benefit analysis, free electronic downloading, economic valuation, geological map, scientific dissemination.

Introduction and methodology

The main aim of this study is the updating of the previous calculation of the economic and social value of the MAGNA Plan geological 1:50,000 scale survey, developed by some of the authors for the occasion of the practical completion by the geological Survey of Spain (IGME) of the 2005 programme. The previous report was first published in the *Boletín Geológico y Minero* (García-Cortés et al., 2005a) followed by an additional bilingual Spanish-English diffusion specific publication (García-Cortés et al., 2005b), considering the sales data for the geological maps available up to 2003. At the time it was considered of interest to economically assess both the sales and the uses of the geological sheets, first as a measure for the suitability of the products offered in the IGME MAGNA Plan, but also for the potential need for any updates, additional developments or amendments, in order for IGME not only to more adequately fulfil but also to understand in detail the very specific requirements of the different users of this geological cartography.

During a preliminary bibliographic review, carried out before addressing the valuation updating objective sought, the authors were very positively surprised by the discovery of the substantial scientific impact of the previous publications on the monetary valuation method of the geological 1: 50,000 cartography of the MAGNA Plan, a measure for its social value. Figure 1 shows the evolution of the number of citations of these publications for the 2005-2018 period. The time evolution of the citations received by both publications by García-Cortés et al. (2005a, b) and an estimate of its average life were also calculated to be able to assess its relevance. The average life for the previous article was estimated using two indicators: first by calculating the year in which 50% of the citations were reached and secondly by applying an equivalent to the finance duration method. Accordingly, 2011 was estimated as the year when 50% of the citations were achieved for an average article life of 10 years (Table 1).

The economic evaluation of the MAGNA Plan up to 2018 has allowed the authors to study both the evolution of the additional value generated for the 2004-2018 period under consideration and also, given the great worldwide economic crisis that has occurred, if this depression could lead to doubts about any of the previous 2005 results. The updating of the 2005 monetary valuation up to 2018 was calculated by very simply adding the additional value generated for the projects developed by companies between 2004 and 2018. Additionally to the analysis of this significant new period, the substantial new developments in the IGME geological map distribution channels, by starting to make the digitalised MAGNA Plan 1:50,000 scale sheets available globally and free of charge in 2007 have been considered. It was initially thought that this free electronic downloading might have had very critical implications through its effect on both the simultaneous wide-spreading and dissemination of the IGME cartography. By wide-spreading we understand the downloading of cartographic information by a general public with enough culture to be interested in these mapping products, but without any direct economic purposes in mind, allowing additionally for the understanding of the motivation and importance of these user profile types. These downloads are just for the illustration of its users, for their general curiosity or at most for the development of any open-air leisure activities. The remaining downloads that can be called diffusion, differ from the previous ones in that the uses for this cartographic information are either for scientific or technical purposes. The open, free and permanent access to the results of scientific and technical research, as is the case for the MAGNA Plan maps, is an important aspect of the dissemination of scientific knowledge. Dissemination commonly refers to the provision of scientific knowledge to a particular and specialized audience, made by a specific group of qualified and competent peers or experts in the scientific or technical community of a given field (Ramírez Martínez et al., 2012), an aspect covered specifically in the case of the MAGNA Plan sheets due to their demand by companies, universities, researchers and other professional users.

Table 2 shows the evolution, from 2007 to 2018, of the online consultations of the MAGNA maps, using the only indicator currently provided by the system: the number of unique page views and the average time per page spent by user for each specific query. Unfortunately, the currently available records at IGME, neither allow for the knowledge of the type of use for the maps, nor for company or individual entry types and do not even allow us to know whether connection times are just for map downloading or for alternative long-lasting online consultations. Therefore, with the currently existing data it is not possible to discriminate if the online distribution responds to real information dissemination for scientific and technical purposes for productive users or just for information wide-spreading for individual curiosity or leisure objectives. What is really

accountable is that the new additional on-line distribution of maps has generated a substantial decrease in paper copy sales from 2011 (the year when sales data for MAGNA paper sheets were available again) to 2018, as the latter are obviously being replaced by the growing on-line free downloading through the IGME web. This declining evolution on paper of MAGNA Plan geological sheets sales is shown in Table 3.

In the absence of any discriminating data for the MAGNA Plan sheet sales and downloads for economic purposes for the new studied period 2004-2018, an estimate of its annual uses by companies has been made by analysing its correlation with the evolution for this period of the Spanish construction industry (which includes building, public and private construction and other activities). Figure 2 shows the statistically significant correlation between the sales of the MAGNA maps over time and the natural logarithm of the 2004 to 2018 evolution of the Spanish construction industry.

Discussion and results

By using the relationship between the Spanish construction industry and the uses of companies of MAGNA Plan cartography for the previous 1972-2003 time series on map units used or sold to companies and on the accumulated sales to companies, built by García-Cortés et al. (2005a, b) it was possible to estimate and complete the results up to 2018 (Tables 4, 5 and 6). The authors were then able to quantify the monetary value equivalent to the aggregate social value of the MAGNA Plan, using for consistency both the same measurement variables and the methodology developed for the previous study. Table 7 shows the new estimates for the economic value for 2018 of the MAGNA Plan for all the different types of projects in which its maps have been used. A maximum valuation of about 7,901.62 million euros, a minimum valuation of 2,969.08 million euros, 606.82 million euros by company users willing to pay and 5,266.31 million euros as replacement costs for the equivalent geological investment required. These figures compare very favourably with all the investments required by the MAGNA Plan estimated and updated up to 2018 at 165.02 million euros. Additionally and by comparing with the equivalent valuations for 2003 (Table 8), we can conclude that because of the deep economic crisis suffered during the new study period, the monetary value equivalent to the social value for the MAGNA Plan has obviously increased but not as originally expected. The new estimates for the uses of the MAGNA maps account for only 81.7% in 2014 and for 87.4% in 2018 of the highest 2008 sales to companies. Logically some positive additional results are also obtained by comparing Tables 9 and 10 on generated added values, multiple on investments and break-even points for 2018 vs. 2003.

Whilst it is accepted that the equivalent monetary value of the MAGNA Plan involves a direct transfer of income from the general taxes collected, to the very specific group of companies involved in the development of infrastructure projects, which are the ones which have benefited from this geological survey; it is also very true that by reducing the costs of these developments they have had a positive impact on millions of people in a very wide general public, who have benefited all over the country from these new civil works, groundwater, housing construction, agriculture, mining, etc. Therefore we can summarize that the benefits calculated as the added value to the Spanish society of the MAGNA Plan geological 1:50,000 scale survey have really contributed one way or another to the well-being of the great majority of people living in Spain.

Introducción

En García-Cortés et al. (2005a, b) se analizó la valoración económica y social de las hojas geológicas de la serie MAGNA del Instituto Geológico y Minero de España (en adelante IGME), en base a una amplia encuesta dirigida a un gran número de empresas usuarias de estas cartografías, en la que se solicitaba información sobre el valor atribuido por estas empresas a los mapas geológicos, la disposición al pago por estos productos y el importe de las inversiones en investiga-

ción geológica sustitutiva de estos mapas en caso de su inexistencia. El seguimiento del impacto científico de estas publicaciones anteriores, mostró un elevado número de citas, con un número significativo de ellas procedentes de fuentes de gran credibilidad. De las dieciocho citas recogidas cabe destacar las siguientes: Comité de l'Académie pour les Applications de la Science (2007), Krenmayr (2009), Duke (2010), Andrews (2011), Berg et al. (2011), Morten (2011), Correia Romão y Arriaga e Cunha (2012), Satkunas (2013), Asch (2014), World Bank (2014), Häggquist and Söder-

holm (2015), Kruse *et al.* (2017), siendo todas las citas mencionadas de revistas o trabajos internacionales sobre geología y cartografía geológica.

Los resultados de este análisis, junto a la novedad que supuso la introducción en el año 2007 de la disponibilidad electrónica gratuita de dichas hojas MAGNA, con posterioridad a las dos publicaciones sobre el anterior estudio, animó a los autores de este artículo a actualizar la valoración económica de dicho Plan MAGNA. Estos nuevos análisis habrían de incluir, obviamente, tanto el incremento potencial en la divulgación de las hojas MAGNA generado por la facilidad de acceso debida a su descarga electrónica hasta 2018, como el impacto económico generado por sus utilidades hasta esa fecha, para permitir actualizar su valoración económica.

Este artículo se divide en seis apartados: tras esta introducción, se presenta brevemente la metodología adoptada, para posteriormente dedicar un tercer apartado al análisis de la repercusión obtenida por la difusión en el ámbito académico de la evaluación económica del Plan MAGNA realizada por García-Cortés *et al.* (2005a, b); en el cuarto apartado, se explica la construcción de la serie de datos utilizados para la valoración, comentando los datos disponibles, las dificultades encontradas y detallando la relación estadística que vincula el número de hojas vendidas o usadas con la variable causa; en el quinto, se valoran los recursos del Plan MAGNA del IGME a precios de 2018, al objeto de su posterior comparación con la valoración obtenida en las anteriores publicaciones; terminando con un último punto que recoge las conclusiones.

Metodología

La metodología utilizada en la evaluación económica y social realizada en los trabajos de García-Cortés *et al.* (2005a, b) se basó en una gran encuesta realizada a numerosas empresas usuarias de las cartografías geológicas de la Serie MAGNA y en la determinación del número de mapas adquiridos por estas entidades. Los registros actualmente disponibles en el IGME no permiten conocer con la suficiente precisión el tipo de usuario de estas cartografías, porque tan sólo se dispone de datos de las ventas de mapas en papel entre 2011 a 2018. A esto se suma que, desde 2007, se ha producido un cambio tecnológico radical, con la puesta a disposición del público, de manera gratuita en la web del IGME, de dichas cartografías geológicas en formato digital *ráster* (no vectorial) así como de las memorias e información complementaria en formato pdf. En este estudio no se han considerado las descargas de cartografía vectorial por coherencia

con el producto analizado durante el periodo 1972-2003 (cartografía en soporte papel). Dado que estas descargas vectoriales no son gratuitas, las cifras que arroje la actualización de la evaluación económica del Plan MAGNA que se aborda en este trabajo podrían por tanto considerarse como conservadoras. La metodología para llegar a una valoración precisa está condicionada por los datos disponibles sobre el servidor web de cartografía, que eran únicamente el número de páginas vistas, número de páginas vistas únicas y tiempos de permanencia por usuario, proporcionados por el IGME desde 2007 hasta 2018.

Una página vista hace referencia a la visualización de una página en un sitio web que el código de seguimiento de Google Analytics está controlando. Si un usuario vuelve a cargar la página después de que se haya cargado completamente, esto contará como una página vista adicional. Si un usuario navega a una página diferente y más tarde vuelve a la página original, también se registrará una segunda página vista. Una página vista única agrupa las páginas vistas que genera el mismo usuario durante la misma sesión y representa el número de sesiones durante las cuales se ha visto esa página al menos una vez.

En el intento de estimar con la adecuada precisión la utilización de las hojas MAGNA, partiendo de las estadísticas disponibles, nos encontramos con dificultades insalvables, específicamente sobre el uso dado a esos recursos de libre disposición por parte de los usuarios. Este problema incitó a los autores de este trabajo a desarrollar una investigación comparativa de los impactos obtenidos internacionalmente por la divulgación electrónica gratuita de la información científica, asimilando el valor obtenido por la divulgación de artículos científicos de forma gratuita al valor generado por las hojas MAGNA.

En primera instancia se analizó la posible valoración económica a través de estudios internacionales de la repercusión de la disposición gratuita y en línea de los recursos científicos. De este análisis destacan los trabajos de Nicholas *et al.* (2009), que revelan el gran impacto que han tenido los buscadores en el incremento del uso de los recursos de libre acceso. Aunque las estadísticas dicen mucho sobre el uso que se ha hecho de los recursos, nada pueden decir sobre quién los ha usado y para qué. Si bien el número de citas obtenidas por recursos científicos de descarga gratuita es la medida de su utilidad y por tanto del valor para sus usuarios, al ser las citas en revistas académicas un indicador muy fiable sobre su calidad y utilidad, se observa que, aunque exista un gran aumento del número de usuarios de estos artículos, esto ha tenido escasa influencia en el incremento en el número de citas en el año inmediatamente posterior a su publicación. Davis *et al.* (2003) y

Davis (2010 y 2011) abundan en la opinión anterior. Las investigaciones realizadas detectaban un incremento de solamente un 1% en el número de citas de los artículos con libre acceso virtual frente a los artículos de revistas por suscripción, mostrando que este libre acceso tiene poca influencia entre el mundo científico. Únicamente los artículos a disposición del público con libre acceso en la página web o recurso similar propiedad del autor del artículo, tuvieron un incremento en citas del 11%, aunque este dato no pudo considerarse estadísticamente significativo al tratarse únicamente de un 2% de los datos. Entre las conclusiones obtenidas por los mencionados autores, hay que destacar que en su opinión los verdaderos beneficiados por el libre acceso son los usuarios que están fuera de la comunidad científica. El público no especializado es el que se ha beneficiado del acceso gratuito, aunque se desconoce el grado y extensión de la difusión de ese conocimiento científico en las redes sociales. Aplicado al presente estudio, este análisis permitiría atribuir los incrementos y decrementos porcentuales de las páginas vistas únicas relacionadas con el Plan MAGNA al sector de otros usuarios distintos a las empresas sin poder precisar su valor.

McCabe y Snyder (2015) realizan un estudio entre las más importantes plataformas de divulgación del conocimiento científico, Elsevier's, ScienceDirect, EconLit, JSTOR, Ebsco y ProQuest y buscadores como Google. No encuentran un impacto significativo en las citas de los artículos de libre acceso electrónico que contienen las plataformas mencionadas, salvo en el caso de JSTOR, que lo atribuyen a que esta última plataforma permite tener acceso a artículos antiguos de gran calidad que son difíciles de encontrar físicamente. Aunque Ebsco y ProQuest también los proporcionan ahora, el hecho de que JSTOR tomase la iniciativa en este campo le ha dado una ventaja competitiva.

Existen otros estudios, como el de Archer y Croswell (1989) dedicado al análisis del libre acceso a recursos geográficos y que abunda en la idea del beneficio para el ciudadano, pero que no aporta aspectos cuantitativos interesantes para nuestro estudio. Se ha consultado también un estudio sobre los efectos del acceso en línea a artículos y su efecto en la versión escrita (Vaughan, 2003) que confirma el descenso en las versiones impresas de las revistas. Esto es compatible con el efecto detectado en el IGME de descenso en las ventas en papel de Hojas MAGNA.

Los resultados son enormemente concluyentes en dos aspectos principalmente:

- La divulgación electrónica gratuita aumenta de manera muy importante el número de usuarios que acceden a dichos artículos científicos, reduciéndose asimismo la utilización de los documentos impresos.

- Sin embargo, este hecho no ha producido ningún cambio significativo en el número de citas obtenidas en el mundo científico por dichos artículos.

Asimilando los resultados de la investigación internacional sobre los recursos científicos de libre disposición a los datos de páginas únicas vistas y tiempo de permanencia, se podría afirmar que el incremento de usuarios de las hojas MAGNA viene dado por el sustancial aumento de consultas bibliográficas breves que obviamente en su mayoría no prosperan posteriormente y que, por tanto, no podemos asegurar que generen algún valor económico. Esto se ha podido comprobar, ya que más de 80% de los accesos a las hojas MAGNA tienen una duración inferior a 0,5 min. Es razonable deducir, por tanto, que estos accesos, que obviamente no prosperan posteriormente, no generan ningún valor económico, coincidiendo con las conclusiones extraídas principalmente de los mencionados estudios de Davis *et al.* (2003) y Davis (2010 y 2011) sobre el valor económico generado por la gratuidad y facilidad de acceso a los recursos científicos.

Gracias a la investigación realizada se pudo asegurar el escaso o nulo valor económico del uso gratuito de los recursos por parte de los usuarios que no utilizan los recursos para uso profesional. Partiendo por tanto de que la utilización con valor económico real no se veía afectada por la facilidad que supone la disponibilidad electrónica gratuita de las Hojas MAGNA, se decidió estudiar si era posible encontrar una forma de estimar los valores de ventas a empresas para el período de 2004 hasta 2018. Por ello era necesario buscar alguna variable que hubiera tenido relación durante el período de 1972 hasta 2003 con las ventas de hojas a empresas. Se pensó entonces en la evolución de los sectores económicos principales usuarios y muy en particular de la construcción, que incluye edificación, obra civil privada o pública y otras actividades. Se trataba de determinar si existía una relación estadística contrastada entre el número de hojas vendidas por el IGME y la evolución del sector de la construcción (incluida la obra civil) durante los años 1972 a 2003. La hipótesis inicial que avalaba el estudio de esta relación se encontraba en los datos de García-Cortés *et al.* (2005a), págs. 295 y 296, en los que se establecía una relación de usuarios proveniente de las respuestas al cuestionario cuyas actividades profesionales tenían impacto en la construcción, ya fuera en la edificación o en obra civil. El hecho de que dicho sector sea uno de los que más ha sufrido los efectos de la crisis de manera más intensa añade la virtud de generar adicionalmente cierta tranquilidad sobre la prudencia de dichas estimaciones. Para poder realizar el análisis era necesario disponer de una serie de datos uniforme de la evolución del sector de la construcción para ese pe-

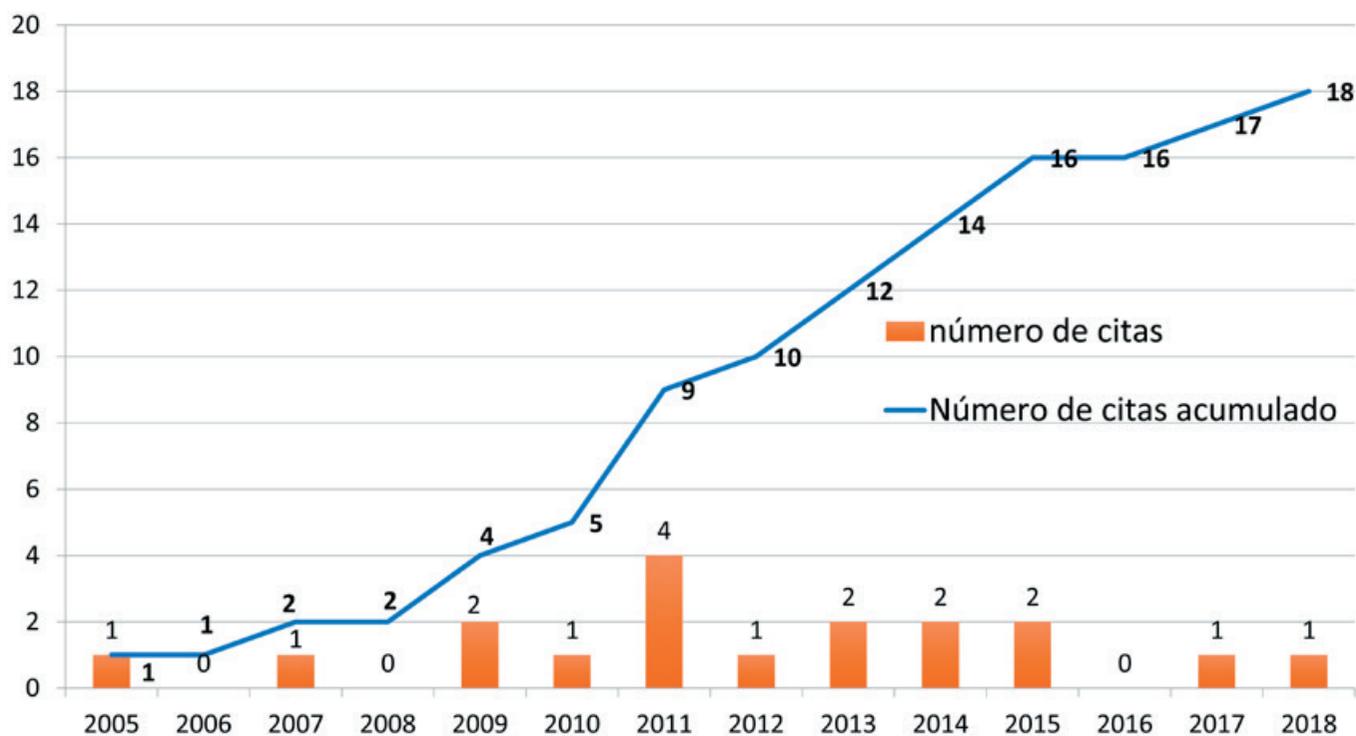


Figura 1. Evolución del número de citas en el período 2005-2018.
Figure 1. Evolution of the number of citations for the 2005-2018 period.

río. Consultado los servicios del INE y la web de ese Instituto se pudo comprobar que no existían ese tipo de datos homogéneos para el período considerado. Tampoco existían esos datos en poder de las asociaciones de empresas del sector. A través de Internet se logró encontrar unos datos (Prados de la Escosura, 2019) para el periodo 1850-2018 que podrían servir a dicho propósito; este autor había realizado la reconstrucción de series macroeconómicas de largo plazo que permitían situar a España en el contexto de una óptica internacional comparada. Si se demostraba la existencia de una relación estadística entre las ventas de hojas MAGNA y la evolución del sector español de la construcción y obra pública para el periodo 1972-2003, quedaba solventado el problema.

El estudio estadístico detallado de esta relación se realiza en el apartado de *construcción de la serie temporal de datos: limitaciones y dificultades*.

Como recomendación derivada del análisis realizado en el presente estudio, y con el objeto de facilitar futuros ejercicios de cuantificación del valor económico de los recursos del Plan MAGNA, se considera que sería conveniente solicitar de los usuarios gratuitos de dichas Hojas MAGNA, como contrapartida, una inscripción simple que, pudiendo incluso ser anónima,

especificase como mínimo su actividad económica y la naturaleza de la utilización pretendida de la Hoja MAGNA a la que se accede, y que podría ser al efecto de gran utilidad.

Impacto del estudio publicado de la evaluación social del Plan MAGNA en el ámbito académico

Los artículos publicados por García-Cortés *et al.* (2005a, b), se han convertido en artículos de referencia internacional en relevantes revistas académicas en lo todo lo que se refiere a la valoración del impacto económico de los mapas geológicos puestos a disposición del público. En el presente trabajo se ha considerado adecuado realizar una medición del impacto de la difusión del método de valoración monetaria equivalente al valor social propuestos en ambos trabajos en las revistas de carácter científico. En primer lugar, se analizan las citas recibidas por las dos publicaciones, mostrándose su distribución en el tiempo en la figura 1.

Las dos publicaciones han recibido un total 18 citas a lo largo del periodo 2005-18. Puede observarse además que el número de citas crece a partir del año 2010, estando el 86% de las citas concentrado en los años finales del periodo contemplado.

Por esta razón se considera que el número de citas debería ser complementado con otro dato que nos permita saber la vida media de esas citas. Dos artículos con el mismo número de citas pueden ser de índole muy diversa: uno puede haber sido citado 15 o 1.500 veces el primer año y no haber sido citado nunca más; si en el otro el número de citas se incrementa a lo largo del tiempo quiere decir que la vigencia de este artículo se ha mantenido en el tiempo. Para estimar la vida media de un artículo se pueden usar dos indicadores; el primero es el cálculo del año en el que se alcanza el 50% de las citas; el segundo corresponde a una medida asimilable a la variable financiera *duración*, obtenida de multiplicar el número de citas recibidas en el año por el orden del año en la serie. Los resultados obtenidos con estos dos análisis se muestran en la Tabla 1.

El 50% de las citas se alcanza en durante año 2011, dato que ya da una buena idea de cuál es el valor de la vida media de las citas, pero consideramos que es mejor utilizar el segundo método, que con un único número de 10,06 años nos muestra la vida media, como se aprecia en la Tabla 1.

No se utilizan otros índices conocidos como el índice h de Hirsch, o el índice i-10 porque, aun siendo adecuados, tratan de medir el impacto del trabajo de un investigador en el ámbito académico por el conjunto de sus artículos y no por el de uno en concreto.

Construcción de la serie temporal de datos: limitaciones y dificultades

La vida media calculada de citas a los dos artículos, ligeramente superior a 10 años, confirma la oportunidad de la actualización del valor económico del Plan MAGNA abordada en este trabajo, desde el año 2004 hasta el año 2018. A esto se une, como incentivo adicional, la necesidad de tener en cuenta el impacto

que durante este periodo ha tenido la introducción en 2007 por el IGME de la opción de descarga electrónica gratuita para las hojas MAGNA.

La construcción de la serie de datos de 2004 hasta 2018, como se ha explicado en el apartado de metodología, es dificultosa porque no se disponen de datos ciertos de ventas a empresas y se tienen que realizar estimaciones. Los únicos datos disponibles lo son a partir de 2007 y corresponden a las páginas vistas únicas y tiempos de permanencia en la página, facilitados por el IGME. Esta parte ha supuesto el mayor reto, debido a la dificultad de valorar un cambio tecnológico importante en la difusión de las hojas, con la dificultad añadida de ser éstas gratuitas y de no disponer de datos específicos sobre el uso asignado ni el origen de las descargas (más concretamente, si fueron realizadas por particulares o por empresas). Los datos disponibles se presentan en la Tabla 2.

Los registros actualmente disponibles en el IGME no permiten conocer el tipo de usuario de esas páginas, o si las entradas en el sistema corresponden a empresas o a particulares. Tampoco es posible inferir si el tiempo de permanencia es debido a la descarga o al trabajo de consulta en línea. Además de los datos del acceso gratuito en línea, se dispone de las ventas en papel desde 2011 a 2018 (Tabla 3), que solamente permiten constatar la disminución de las ventas en papel. Aunque parece que existe una ligera subida de ventas en papel en 2016, no es tal, sino que obedece a que ese año se firmó un Convenio de colaboración con la Sociedad Geológica de España para suministrar gratuitamente, a partir de entonces, cartografía geológica para el evento "Geolodía" que se organiza cada año el segundo fin de semana de mayo.

Un análisis de los datos disponibles de las descargas, reducidos únicamente al número de páginas vistas únicas y al tiempo de permanencia correspondiente en cada una, permitió desechar su utilidad, por insuficientes y por las razones mencionadas en el

AÑO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Acumulado	1	1	2	2	4	5	9	10	12	14	16	16	17	18
Citas	1	0	1	0	2	1	4	1	2	2	2	0	1	1
En porcentaje	5,56	5,56	11,11	11,11	22,22	27,78	50,00	55,56	66,67	77,78	88,89	88,89	94,44	100,00
Producto	1	0	2	0	8	5	36	10	24	28	32	0	17	18
Suma Producto	181													
Suma	18													
Vida media	10,06													

Tabla 1. Estimación de la vida media del artículo y evolución del porcentaje de citas acumuladas con respecto al total de citas recibidas, durante el periodo 2005-2018.

Table 1. Average article life estimate and percentage evolution of cumulative citations over total citations for the 2005-2018 period.

AÑO	Número de PVU	Incremento Anual	Incremento Acumulado	Tiempo promedio por página (segundos)	Tiempo total acumulado (horas/año)
2007	189.419	-	-	79,18	4.166,23
2008	167.926	-11,35%	-11,35%	112,89	5.266,09
2009	167.939	0,01%	-11,34%	99,20	4.627,72
2010	196.221	16,84%	3,59%	99,07	5.399,64
2011	226.614	15,49%	19,64%	106,21	6.685,79
2012	260.677	15,03%	37,62%	128,20	9.283,17
2013	288.688	10,75%	52,41%	124,82	10.009,69
2014	268.307	-7,06%	41,65%	129,96	9.685,86
2015	309.907	15,50%	63,61%	122,26	10.524,65
2016	136.699	-55,89%	-27,83%	111,53	4.235,10
2017	259.425	89,78%	36,96%	109,39	7.883,20
2018	335.843	29,46%	77,30%	102,56	9.568,01

Tabla 2. Datos de páginas vistas únicas (PVU) y tiempos promedio de permanencia de los usuarios.

Table 2. Number of unique page views and average time on page per user.

Año	Ventas en papel
2011	4.114
2012	1.421
2013	2.697
2014	1.272
2015	1.089
2016	1.394
2017	1.310
2018	1.245

Tabla 3. Datos de ventas en papel de hojas MAGNA entre 2011 y 2018 (Fuente: Servicio de Publicaciones del IGME)

Table 3. Sales data of MAGNA paper sheets for the 2011-2018 period (Source: IGME's Publications Service).

apartado metodología, que descartan la aportación de valor en el sector de los usuarios no profesionales. El estudio se centró entonces en actualizar el valor generado para el sector de usuarios profesionales.

Por tanto, los datos disponibles que podían ser objeto de análisis eran únicamente el número de hojas editadas, el número de hojas vendidas a empresas y la inversión realizada para su elaboración hasta 2003, publicados con anterioridad (Tabla 4) por García-Cortés *et al.* (2005a, b) y los correspondientes desde 2004 hasta 2018 (Tabla 5), facilitados por el IGME. Por esta razón se decidió complementar el estudio con los datos sobre el sector de la construcción-obra pública para el periodo 1972 a 2003, contenidos en el trabajo de Prados de la Escosura (2019), mencionado en apartado de metodología, y con el análisis de la relación entre el número de hojas vendidas y el nivel de actividad del mencionado sector. En definitiva,

se realizó una regresión o ajuste lineal tratando de aproximar la relación de dependencia entre la variable dependiente (el número de ventas) y la posible variable independiente (el nivel de actividad del sector de la construcción desde 1972 hasta 2003).

La relación estadística entre Construcción y las ventas del IGME a empresas es significativa:

$$\text{Ventas Hojas IGME}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{Construcción}_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Ventas Hojas IGME}_t = 2473,90 + 0,1 \cdot \text{Construcción}_t + \varepsilon_t$$

(6,64) (9,47)

Pero se observó que si la línea de tendencia fuera logarítmica se incrementaba sustancialmente el coeficiente de correlación. Tomando el logaritmo natural de la variable Construcción y estimando la relación lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios obtenemos la línea de regresión reflejada en la Figura 2.

$$\text{Ventas Hojas IGME}_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{Construcción}_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Ventas Hojas IGME}_t = -16.960,07 + 2.283,75 \cdot \ln \text{Construcción}_t + \varepsilon_t$$

(-27,31) (35,88)

Con este modelo se ha construido la serie temporal que se muestra en la Tabla 6, en la que es interesante destacar la reducción calculada superior al 18% en la utilización de hojas MAGNA en el 2014, el peor año de la crisis, frente a 2008, el año de mayores ventas. Es asimismo de interés indicar que la estimación correspondiente a los usos de hojas en 2018 todavía refleja una reducción superior al 12% frente a 2008.

Otra de las variables de posible influencia en el número de hojas utilizadas o vendidas, que fue asimismo analizada, es la serie del número de hojas MAGNA disponibles publicadas por el IGME. Se

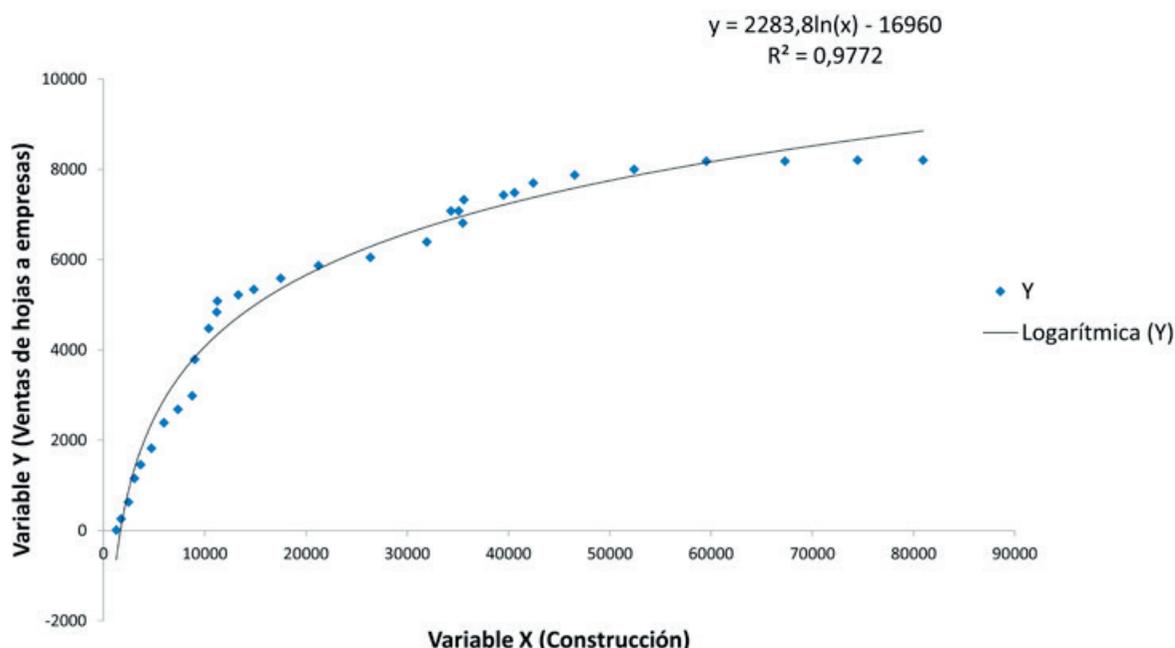


Figura 2. Correlación entre las ventas de hojas MAGNA a empresas y la evolución del sector de la construcción-obra pública.
Figure 2. Correlation between the sales of the MAGNA sheets to companies and the evolution of the Spanish private and public construction industry.

hizo un análisis complementario manteniendo el inicial nivel de actividad del sector construcción como factor determinante de la cantidad de hojas usadas, pero introduciendo la posible influencia del número de hojas disponibles. Sin embargo, hubo que descartar este análisis, debido a la menor significación estadística obtenida a causa de la distorsión generada por cierto grado de colinealidad entre ambas variables independientes, frente a la relación exclusivamente lineal calculada anteriormente con el logaritmo natural de la evolución del sector español de la construcción.

Cuantificación del valor monetario equivalente al valor social agregado del Plan MAGNA

Con los datos acumulados en este estudio se ha abordado una actualización del valor monetario equivalente al valor social para proyectos de las hojas del Plan MAGNA. Para ello hay que complementar el cálculo ya realizado desde 1972 hasta 2003 en García-Cortés *et al.* (2005a, b), con los cálculos desde 2004 hasta 2018. En todos los casos se distinguirán cuatro valores: un valor mínimo, un valor de disposición de pago, un valor máximo y la estimación de

coste/valor de la inversión geológica sustitutiva, que mide el ahorro medio por hoja. Los datos del valor máximo, mínimo, inversión geológica sustitutiva y disposición de pago fueron calculados mediante el desarrollo de una amplia encuesta de usuarios en el año 2005. La correlación observada ($R^2 = 0,9772$) entre la evolución del sector de la construcción y el número de hojas vendidas a empresas, y el significativo valor de los estadísticos (-27,31) y (35,88), permite solucionar la ausencia de datos de ventas a empresas entre 2004 y 2018. Tomando por tanto el último dato para 2018 de la serie histórica construida de ventas de hojas MAGNA acumuladas, y aplicando los precios equivalentes actualizados a 2018 obtenidos en la encuesta de usuarios de 2005 citada, se obtiene la valoración económica a 2018 que se muestra en la Tabla 7. Los datos correspondientes hasta 2003 actualizados a valores de 2018 son los indicados en la siguiente Tabla 8.

Si tenemos en consideración que la inversión realizada por el IGME hasta 2003 en el Plan MAGNA fue de 160,04 millones de euros de 2018, con un coste medio equivalente por hoja de 173.202€ tendríamos los datos equivalentes a 2003 (García-Cortés *et al.*, 2005a, b) actualizados a 2018 que se muestran en la Tabla 9.

AÑOS	Nº de hojas disponibles en el IGME	Número de hojas para uso o venta a empresas	Acumulado para uso o ventas a empresas
1972	1	9	9
1973	29	258	266
1974	71	630	897
1975	130	1.154	2.051
1976	164	1.456	3.508
1977	205	1.820	5.328
1978	269	2.389	7.717
1979	302	2.682	10.398
1980	336	2.984	13.382
1981	427	3.792	17.174
1982	504	4.476	21.649
1983	545	4.840	26.489
1984	572	5.079	31.568
1985	588	5.221	36.790
1986	601	5.337	42.127
1987	629	5.586	47.712
1988	661	5.870	53.582
1989	681	6.047	59.629
1990	720	6.394	66.023
1991	767	6.811	72.834
1992	797	7.077	79.911
1993	797	7.077	86.988
1994	825	7.326	94.314
1995	837	7.433	101.747
1996	843	7.486	109.233
1997	867	7.699	116.932
1998	887	7.877	124.808
1999	901	8.001	132.809
2000	921	8.178	140.988
2001	921	8.178	149.166
2002	924	8.205	157.371
2003	924	8.205	165.576

Tabla 4. Número de hojas MAGNA para uso o venta a empresas y acumulado de ventas a empresas. Serie construida 1972-2003 por García-Cortés et al.(2005a, b).

Table 4. Sales and cumulative sales data of MAGNA sheets to companies for the 1972-2003 period. Time series built by García-Cortés et al. (2005a, b).

En la que el valor añadido es la diferencia entre el valor total y los citados 160,04 millones de euros de 2018 de coste para el IGME hasta 2003 del proyecto MAGNA. El múltiplo de la inversión es la razón entre el valor total y el coste, y el cálculo del punto muerto la razón entre el coste por hoja y el correspondiente valor máximo, mínimo etc. Se consigue por tanto una estimación mínima del valor añadido generado por el Plan MAGNA hasta 2003 de 1.496,05 millones de euros de 2018.

Para el cálculo de los datos en el período de 2004 hasta 2018 hay que tomar en consideración los datos que se muestran en la Tabla 9, que incluyen tanto los costes de la elaboración de nuevas hojas, así como por las actualizaciones de hojas MAGNA y el correspondiente incremento en el número de hojas publicadas y por tanto disponibles.

Los datos facilitados por el Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica del IGME cuantifican la totalidad de los costes adicionales incurridos por el IGME en desarrollos y actualizaciones de hojas

AÑOS	Inversión (€)	Hojas publicadas
2004	542.554	967
2005	593.860	979
2006	883.344	1.012
2007	254.047	1.026
2008	669.881	1.040
2009	289.300	1.062
2010	30.000	1.072
2011	38.279	1.072
2012	56.557	1.078
2013	152.352	1.092
2014	104.127	1.099
2015	140.545	1.110
2016	122.007	1.116
2017	39.368	1.116
2018	22.456	1.116

Tabla 5. Inversión destinada al Plan MAGNA y número de hojas geológicas publicadas desde 2004 hasta 2018 (Fuente: Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica, IGME).

Table 5. Investments devoted to the MAGNA Plan and number of geological sheets published from 2004 to 2018 (Source: Research and Geoscientific Prospective Department, IGME).

AÑOS	Nº de hojas disponibles en el IGME	Número de hojas para uso o venta a empresas	Acumulado para uso o ventas a empresas
2004	967	9.030	174.606
2005	979	9.310	183.916
2006	1.012	9.527	193.443
2007	1.026	9.614	203.057
2008	1.040	9.662	212.719
2009	1.062	9.499	222.218
2010	1.072	9.029	231.247
2011	1.072	8.631	239.878
2012	1.078	8.267	248.145
2013	1.092	7.917	256.062
2014	1.099	7.895	263.957
2015	1.110	8.026	271.983
2016	1.116	8.142	280.125
2017	1.116	8.284	288.410
2018	1.116	8.443	296.853

Tabla 6. Estimación del número anual de hojas MAGNA para uso o venta a empresas y acumulado de ventas a empresas. Serie construida entre 2004-2018 a partir de la evolución del sector de la construcción.

Table 6. Uses/sales and cumulative user/sales estimates of MAGNA sheets to companies. 2004 to 2018 time series built from the evolution of the Spanish construction industry.

MAGNA para el periodo 2004-2018 en 3.938.677 € nominales. Cantidad que, invertida durante cada uno de estos años, hay que normalizar para su comparabilidad mediante el cálculo de la cantidad financieramente equivalente para el año 2018, mediante la utilización de los datos de inflación media desde el año 2004 hasta 2018 (<https://es.inflation.eu/tasas-de-inflacion/espana/inflacion-historica/ipc-inflacion-espana.aspx>). Esta inversión se contabiliza, a precios de 2018, en 4.979.611€, lo que reduce el coste total medio por hoja desde 173.201€ a 147.865€, dadas las menores inversiones destinadas al Plan MAGNA durante el periodo de 2004 hasta 2018, y que implica un coste total de

la inversión realizada por el IGME, en este Plan, de 165,02 millones de euros de 2018. Esta reducción en el coste medio por hoja elaborada por el IGME se debe, tanto al incremento en el número de hojas publicadas (parte de cuyos costes de ejecución se habían contabilizado hasta 2003) como a las menores inversiones requeridas por las últimas hojas publicadas, al haber sido elaboradas directamente por personal del IGME, no contabilizándose en dichas inversiones sus correspondientes costes salariales.

En la Tabla 10 se muestra el valor añadido mínimo, el múltiplo de la inversión y el punto muerto calculado para 2018 del Plan MAGNA.

Tipo de valor	Nº Hojas vendidas a empresas	Valor en €	Valor Total (millones de €)
Máximo	296.853	26.618	7.901,63
Mínimo	296.853	10.002	2.969,12
Disposición de pago	296.853	2.044	606,77
Inversión geológica sustitutiva	296.853	17.740	5.266,17

Tabla 7. Valor Económico, para todo tipo de proyectos, de las hojas MAGNA hasta 2018.

Table 7. Economic value to 2018 for all different types of projects of the MAGNA maps.

Tipo de valor	Nº Hojas vendidas a empresas	Valor en €	Valor Total (millones de €)
Máximo	165.576	26.618	4.407,30
Mínimo	165.576	10.002	1.656,09
Disposición de pago	165.576	2.044	338,44
Inversión geológica sustitutiva	165.576	17.740	2.937,32

Tabla 8. Valor Económico, para todo tipo de proyectos, de las hojas MAGNA hasta 2003, actualizado a 2018.

Table 8. Economic value to 2003 for all different types of projects of the MAGNA maps, updated to 2018.

1972-2003	Valor por hoja (€)	Valor Total (millones de €)	Valor añadido (millones de €)	Múltiplo inversión	Punto muerto (Nº de hojas)
Valor Máximo	26.618	4.407,30	4.247,26	27,54	6,51
Valor Mínimo	10.002	1.656,09	1.496,05	10,35	17,32
Disposición de pago	2.044	338,44	178,40	2,11	84,74
Inversión geológica sustitutiva	17.740	2.937,32	2.777,28	18,35	9,76

Tabla 9. Datos financieros del Plan MAGNA en 2003 actualizados a 2018.
Table 9. Financial data of the MAGNA Plan to 2003, updated to 2018.

1972-2018	Por hoja (€)	Total (millones de €)	Valor añadido (millones de €)	Múltiplo inversión	Punto muerto (Nº de hojas)
Valor Máximo	26.618	7.901,63	7.736,61	47,88	5,56
Valor Mínimo	10.002	2.969,12	2.804,10	17,99	14,78
Disposición de pago	2.044	606,77	441,75	3,68	72,34
Inversión geológica sustitutiva	17.740	5.266,17	5.101,15	31,91	8,34

Tabla 10. Datos financieros del Plan MAGNA actualizados para 2018.
Table 10. Financial data of the MAGNA plan up to 2018.

Conclusiones

El anterior estudio de 2005 abordado por García-Cortés y colaboradores, sobre evaluación económica del Plan MAGNA, ha tenido una buena aceptación, como se demuestra por su impacto en publicaciones científicas. Este hecho es una de las causas que ha animado a los autores a actualizar los resultados obtenidos, desde el año 2004 hasta el año 2018.

El valor monetario agregado equivalente al valor social del Plan MAGNA en 2018 ha continuado lógicamente incrementándose desde 2003. La disminución en los múltiplos de inversión y en los puntos muertos de rentabilidad obedece al incremento en el número de hojas disponibles a partir de 2004, parte de ellas ya realizadas pero no publicadas hasta entonces, y a que esas nuevas hojas fueron elaboradas por personal propio del IGME y no por empresas contratistas, con la consiguiente disminución en el coste medio por hoja publicada. En el anterior trabajo se consideraron 924 hojas, mientras que el valor actual se basa en la disponibilidad de 1.116 hojas debido a las nuevas hojas completadas durante el período del estudio. Estos datos han influido en el cálculo de las ventas acumuladas a empresas hasta 2018, que han seguido creciendo, aunque obviamente a un ritmo inferior al del período 1972 a 2003, que se interpreta como resultado de la profunda crisis económica sufrida.

Se confirma el mantenimiento en el tiempo en la utilización de las hojas por parte de los usuarios, lo que, a pesar de no disponer de datos reales sobre el

tipo de uso que reciben, permite deducir la vigencia y utilidad de los recursos del Plan MAGNA para el sector empresarial o para proyectos de contenido económico.

El valor monetario equivalente debe entenderse como una transferencia de renta de los impuestos generales recaudados hacia un grupo de personas, que son las que directamente se han beneficiado del Plan. Cuanto más extensa sea la población que ha recibido esa transferencia, mayores serán los beneficios para el conjunto de la sociedad. Aunque las empresas dedicadas a proyectos son las más beneficiadas de manera directa, y su número es reducido, el menor coste de sus actividades ha repercutido indirectamente en millones de personas, en particular, en todas aquellas que se benefician de las actividades de la obra civil, aguas subterráneas, construcción de viviendas, agricultura, minería, etc., pudiéndose considerar que los beneficios del Plan han redundado prácticamente en el conjunto de la sociedad española por la cantidad calculada como valor agregado.

Basándose en esas estimaciones, se ha calculado que el incremento en el valor económico total de las hojas utilizadas por el sector de empresas en el período de 2004 a 2018 es de 3.494,33 millones de euros en el caso de valor máximo, de 1.313,03 millones de euros en el caso de valor mínimo, de 268,33 millones de euros si se toma en consideración la disposición de pago y de 2.328,85 millones de euros considerándose la inversión geológica sustitutiva.

Agradecimientos

Los autores agradecen la detallada y constructiva revisión de este trabajo, efectuada por los doctores Roberto Rodríguez Fernández y Alejandro Robador Moreno, que ha redundado en una considerable mejora en la presentación final de los resultados obtenidos.

Referencias

- Andrews, C. 2011. *The Role of the State to Provide Geological Information*. 10/12/2018. 26 pp. https://web.archive.org/web/20150208062039/http://craigandrewsllc.com/document_download_3.html.
- Archer, H. and Croswell, P.L. 1989. Public Access to Geographic Information Systems: An Emerging Legal Issue, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 55 (11), 1575-1581
- Asch, K. 2014. *Geoscience Information in Africa*. GIRAF. CAG 25, Dar es Salaam. 62 pp.
- Berg, R.C., Mathers, S.J., Kessler, H. y Keefer, D.A. 2011. *Synopsis of Current Three-dimensional Geological Mapping and Modeling in Geological Survey Organizations*. Illinois State Geological Survey and British Geological Survey, Circular 578, 104pp.
- Buela-Casal, G. 2002. Evaluación de la investigación científica: el criterio de la mayoría. El factor de impacto, el factor prestigio y los diez mandamientos para incrementar las citas. *Análisis y Modificación de Conducta*, 28(119), 455-476.
- Comité de l'Académie pour les Applications de la Science. 2007. *La Carte Géologique de Wallonie*. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 14 pp.
- CorreiaRomão, J.M. y Arriaga e Cunha, T. 2012. Cartografía geológica. Una mais-valia para o desenvolvimento do território. *Geonovas Associação Portuguesa de Geólogos*-Nº25, 3-17.
- Davis, P.M. and Solla, L.R. 2003. An IP-level analyses of usage statistics for electronic journals in chemistry: Making inferences about user behavior. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 54(11), 1062-1068.
- Davis, P.M., 2010 *Access, readership, citations: A randomized controlled trial of open access publishing in scientific journals*. Thesis. 163 pp. Cornell University
- Davis, P.M. 2011, Open access publishing, article downloads, and citations: Randomized controlled trial. *The FASEB Journal*, 25 (7), 2129-2134.
- Duke, J.M. 2010. *Government geosciences to support mineral exploration: public policy rationale and impact*. Prospectors and Developers Association of Canada, 72 pp.
- García-Cortés, Á., Vivancos J. y Fernández-Gianotti J. 2005a. Evaluación económica y social del Plan MAGNA. *Boletín Geológico y Minero*, 116 (4), 291-305.
- García-Cortés A., Vivancos J. & Fernández-Gianotti J. 2005b. Economic and social value of the MAGNA Plan. In *Economic and social value of the MAGNA Plan. Geological map of Spain at a scale of 1:50.000*. Ed. IGME. 29-51
- Häggquist, E. y Söderholm, P. 2015. The economic value of geological information: Synthesis and directions for future research. *Resources Policy*, 43, 91-100.
- Krenmayr, H.G. 2009. Strategie und Stand der geologischen Landesaufnahmedurch die Geologische Bundesanstalt in Österreich. *Arbeitstagung Geologische Bundesanstalt Leoben*, 189-198
- Kruse, J.B, Cromptvoets, J. and Pearlman, F. 2017. *GEOValue: The Socioeconomic Value of Geospatial Information*. CRC Press, 332 pp.
- McCabe and Snyder, 2015. Does Online Availability Increase Citations? Theory and Evidence from a Panel of Economics and Business Journals. *Review of Economics and Statistics*, 97 (1), 144-165.
- Morten, S. 2011. *Norskgeo fagligforskning. Nå?*. 20/02/19. Geoforskningblogg <https://www.geoforskning.no/blogg/item/norsk-geofaglig-forskning-na>.
- Nicholas, D., Rowlands, P.W., Brown, D. and Clark, D. 2009, *E-journals: their use, value and impact: A Research Information Network report. April 2009*, Research Information Network. 32 pp. 15/04/19. <http://www.rin.ac.uk/system/files/attachments/sarah/E-journals-report.pdf>
- Prados de la Escosura, L. 2019. *Contabilidad nacional histórica de España: gasto y producto, 1850-2018*. Espacio Investiga. Fundación Rafael del Pino. 17/05/19. <https://espacioinvestiga.org/bbdd-chne/>
- Satkunas, J. 2013. GeologinisKartografavimas – GeologuPriedermė ir NaudaVisuomenei. *GeologijosPazanga*2013(2), 7-10.
- Ramírez Martínez, D.C., Martínez Ruiz, L.C y Castellanos Domínguez, F. 2012. *Divulgación y difusión del conocimiento: las revistas científicas*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Programa Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad – BioGestión, 184 pp.
- Vaughan, K.T.L. 2003. Changing use patterns of print journals in the digital age: Impacts of electronic equivalents on print chemistry journal use. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 54, (12), 1149-1152.
- World Bank. 2014. *The African Minerals Geoscience Initiative (AMGI). The "Billion Dollar Map"*. Technical Report. 20/02/19 <https://www.tralac.org/images/docs/6687/the-billion-dollar-maptechnical-report.pdf>.

Recibido: julio 2019

Revisado: noviembre 2019

Aceptado: enero 2020

Publicado: marzo 2020

ANEXO IV

Tablas numéricas datos PNIM, estudio Ecominsa y Programa MAGNA (Pág 160-164)

DATOS ESTUDIO DE VALORACION DE ECOMINSA: BENEFICIOS

AÑO	BENEFICIOS PLAN MAGNA						REALIZACION			BENEFICIOS OBTENIDOS							
	INVESTI	OBRAS	SECTOR	MEDIO	SUELO	SUBTOT	ACUMUL	ACUMUL	REDUCII	VENTAS	ANUAL	DEFLAC	REDUCII	VENTAS	ANUAL	ACUMUL	
	MINERA	CONSTR	AGRICO	AMBIEN	URBANC	MM	PTA	HOJAS	%	MM	PTA	MM	PTA	MM	PTA	MM	PTA
						1982				1982	1982	1982	(8)%	DEFLAC	DEFLAC	DEFLAC	DEFLAC
1972	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	0	0,0%	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1973	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	0	0,0%	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1974	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	75	6,6%	62,4	3,3	65,7	1,2	53,5	2,8	56,3	56,3	
1975	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	150	13,3%	124,8	3,5	128,3	1,3	99,1	2,8	101,9	158,2	
1976	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	225	19,9%	187,3	3,7	191,0	1,4	137,6	2,7	140,4	298,6	
1977	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	300	26,5%	249,7	3,9	253,6	1,5	169,9	2,7	172,6	471,2	
1978	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	375	33,2%	312,1	4,2	316,3	1,6	196,7	2,6	199,3	670,5	
1979	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	450	39,8%	374,5	4,5	379,0	1,7	218,5	2,6	221,2	891,7	
1980	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	525	46,5%	437,0	4,8	441,8	1,9	236,1	2,6	238,7	1130,3	
1981	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	600	53,1%	499,4	5,1	504,5	2,0	249,8	2,6	252,4	1382,7	
1982	545,2	63,0	313,8	8,1	10,4	940,5	655	58,0%	545,2	5,4	550,6	2,2	252,5	2,5	255,0	1637,7	
1983	601,8	38,3	347,2	8,5	10,5	1006,3	715	63,3%	636,7	5,6	642,3	2,3	273,1	2,4	275,5	1913,2	
1984	621,1	39,5	391,1	8,9	10,5	1071,1	775	68,6%	734,6	5,9	740,5	2,5	291,7	2,3	294,1	2207,3	
1985	621,1	37,5	391,1	9,4	10,4	1069,5	835	73,9%	790,3	6,2	796,5	2,7	290,6	2,3	292,9	2500,1	
1986	601,8	36,3	391,1	9,9	9,9	1049,0	895	79,2%	830,8	6,5	837,3	2,9	282,9	2,2	285,1	2785,2	
1987	583,4	35,2	391,1	1,0	9,5	1020,2	955	84,5%	862,2	6,8	869,0	3,2	271,8	2,1	273,9	3059,2	
1988	566,0	34,1	391,1	1,1	9	1001,3	1015	89,8%	899,4	7,2	906,6	3,4	262,5	2,1	264,6	3323,8	
1989	549,3	33,3	391,1	1,1	8,6	983,4	1075	95,1%	935,5	7,5	943,0	3,7	252,8	2,0	254,9	3578,7	
1990	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	4,0	241,9	2,0	243,9	3822,6	
1991	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	4,3	224,0	1,8	225,8	4048,4	
1992	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	4,7	207,4	1,7	209,1	4257,5	
1993	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	5,0	192,0	1,6	193,6	4451,1	
1994	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	5,4	177,8	1,5	179,3	4630,4	
1995	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	5,9	164,6	1,3	166,0	4796,4	
1996	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	6,3	152,4	1,2	153,7	4950,1	
1997	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	6,8	141,2	1,2	142,3	5092,4	
1998	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	7,4	130,7	1,1	131,8	5224,1	
1999	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	8,0	121,0	1,0	122,0	5346,1	
2000	533,5	32,7	391,1	1,2	8,2	966,7	1130	100,0%	966,7	7,9	974,6	8,6	112,1	0,9	113,0	5459,1	
<u>TOTAL</u>												<u>19286,7</u>		<u>5404,5</u>	<u>54,7</u>	<u>5459,1</u>	

DATOS ESTUDIO DE VALORACION DE ECOMINSA: COSTES Y RESULTADOS

<u>AÑO</u>	<u>COSTES PLAN MAGNA</u>						<u>RESULTADOS</u>			
	ANUAL	DEFLAC	ANUAL	ACUMUL	ANUAL	ACUMUL	ANUAL	ACUMUL	CUASI RENTAS	
	MM PTA	IPC	MM PTA	MM PTA	MM PTA	MM PTA	MM PTA	MM PTA	MM PTA	MM PTA
1982				2002	2002	DEFLACTADO		1982	DEFLAC	
1972	164,5	13,02	34,9	34,9	455,0	455,0	164,5	164,5	-164,5	-164,5
1973	164,5	11,40	39,9	74,9	455,0	909,9	152,3	316,8	-164,5	-152,3
1974	164,5	9,67	47,1	121,9	455,0	1364,9	141,0	457,8	-98,8	-84,7
1975	493,4	8,47	161,0	283,0	1364,6	2729,6	391,7	849,5	-365,1	-289,8
1976	493,4	7,07	192,9	475,9	1364,6	4094,2	362,7	1212,2	-302,4	-222,3
1977	493,4	5,60	243,9	719,7	1364,6	5458,8	335,8	1548,0	-239,8	-163,2
1978	493,4	4,80	284,1	1003,8	1364,6	6823,5	310,9	1858,9	-177,1	-111,6
1979	493,4	4,16	328,4	1332,2	1364,6	8188,1	287,9	2146,8	-114,4	-66,7
1980	493,4	3,61	378,3	1710,6	1364,6	9552,8	266,6	2413,4	-51,6	-27,9
1981	493,4	3,15	432,8	2143,4	1364,6	10917,4	246,8	2660,2	11,1	5,5
1982	361,9	2,77	361,9	2505,3	1000,9	11918,3	167,6	2827,8	188,7	87,4
1983	394,8	2,47	443,0	2948,2	1091,9	13010,3	169,3	2997,2	247,5	106,2
1984	394,8	2,26	482,8	3431,1	1091,9	14102,2	156,8	3153,9	345,7	137,3
1985	394,8	2,09	522,4	3953,5	1091,9	15194,1	145,2	3299,1	401,7	147,7
1986	394,8	1,93	565,8	4519,3	1091,9	16286,1	134,4	3433,5	442,5	150,7
1987	394,8	1,85	591,8	5111,1	1091,9	17378,0	124,5	3558,0	474,2	149,5
1988	394,8	1,74	626,1	5737,2	1091,9	18469,9	115,2	3673,2	511,8	149,4
1989	394,8	1,63	669,3	6406,6	1091,9	19561,9	106,7	3779,9	548,2	148,2
1990	361,9	1,53	653,4	7060,0	1000,9	20562,8	90,6	3870,5	612,7	153,3
1991	257,1	1,45	489,7	7549,8	711,1	21273,9	59,6	3930,0	717,5	166,3
1992	257,1	1,38	515,7	8065,5	711,1	21985,0	55,2	3985,2	717,5	153,9
1993	257,1	1,31	541,0	8606,4	711,1	22696,1	51,1	4036,3	717,5	142,5
1994	257,1	1,26	564,2	9170,7	711,1	23407,1	47,3	4083,6	717,5	132,0
1995	257,1	1,21	588,5	9759,2	711,1	24118,2	43,8	4127,4	717,5	122,2
1996	257,1	1,17	607,3	10366,5	711,1	24829,3	40,5	4167,9	717,5	113,1
1997	257,1	1,15	619,5	10986,0	711,1	25540,4	37,5	4205,4	717,5	104,8
1998	257,1	1,13	628,2	11614,1	711,1	26251,5	34,8	4240,2	717,5	97,0
1999	257,1	1,10	646,4	12260,5	711,1	26962,6	32,2	4272,4	717,5	89,8
2000	257,1	1,06	672,2	12932,7	711,1	27673,6	29,8	4302,2	717,5	83,2
<u>TOTAL</u>	<u>10005,7</u>		<u>12932,7</u>		<u>27673,6</u>		<u>4302,2</u>		<u>12,8%</u>	<u>1156,9</u>
									<u>TIR</u>	

DATOS PROGRAMA MAGNA

AÑO	INVERSION CORRIENTE					DEFLA CTOR	INVERSION CONSTANTE 2002			PRODUCCION DE HOJAS			COSTE HOJA		PUBLICACION		
	ANUAL MM	PUBLICA MM	TOTAL MM	ACUMULADA MM	%		ANUAL MM	ACUMULADA MM	%	ANUAL #	ACUMULADAS #	%	MM	MM 2002	COSTE HOJ	HOJAS NUMERO	TOTAL MM
1972	101,7	0,0	101,7	101,7	1,2%	13,02	1323,4	1323,4	6,7%	88	88	7,5%	1,2	15,0	153629		0
1973	113,7	4,9	118,6	220,2	2,6%	11,40	1351,9	2675,3	13,5%	73	161	13,8%	1,6	18,5	175445	28	4,9
1974	127,1	9,1	136,2	356,4	4,3%	9,67	1316,7	3992,0	20,2%	80	241	20,7%	1,7	16,5	206849	44	9,1
1975	107,0	16,0	123,0	479,5	5,8%	8,47	1042,5	5034,5	25,4%	66	307	26,3%	1,9	15,8	236015	68	16,0
1976	133,5	9,0	142,6	622,0	7,5%	7,07	1008,4	6042,9	30,5%	70	377	32,3%	2,0	14,4	282746	32	9,0
1977	131,5	14,7	146,2	768,2	9,2%	5,60	818,1	6861,0	34,7%	60	437	37,4%	2,4	13,6	357391	41	14,7
1978	127,8	27,1	154,9	923,1	11,1%	4,80	744,0	7605,0	38,4%	56	493	42,2%	2,8	13,3	416361	65	27,1
1979	127,3	17,3	144,7	1067,8	12,8%	4,16	601,2	8206,2	41,5%	50	543	46,5%	2,9	12,0	481313	36	17,3
1980	136,3	20,5	156,8	1224,6	14,7%	3,61	565,6	8771,8	44,3%	33	576	49,4%	4,8	17,1	554473	37	20,5
1981	151,5	59,6	211,2	1435,8	17,3%	3,15	665,8	9437,6	47,7%	41	617	52,9%	5,2	16,2	634317	94	59,6
1982	155,7	52,8	208,5	1644,3	19,8%	2,77	576,8	10014,4	50,6%	30	647	55,4%	7,0	19,2	723121	73	52,8
1983	133,9	33,3	167,2	1811,5	21,8%	2,47	412,2	10426,6	52,7%	26	673	57,7%	6,4	15,9	811342	41	33,3
1984	162,6	23,9	186,5	1998,0	24,0%	2,26	421,7	10848,3	54,8%	24	697	59,7%	7,8	17,6	884363	27	23,9
1985	274,5	15,3	289,8	2287,8	27,5%	2,09	605,8	11454,1	57,9%	37	734	62,9%	7,8	16,4	956881	16	15,3
1986	128,3	12,4	140,7	2428,5	29,2%	1,93	271,6	11725,6	59,3%	16	750	64,3%	8,8	17,0	1036302	12	12,4
1987	407,9	23,8	431,7	2860,3	34,4%	1,85	796,6	12522,2	63,3%	48	798	68,4%	9,0	16,6	1083972	22	23,8
1988	310,0	52,8	362,8	3223,1	38,7%	1,74	632,7	13154,9	66,5%	27	825	70,7%	13,4	23,4	1146842	46	52,8
1989	263,3	24,5	287,9	3510,9	42,2%	1,63	469,6	13624,5	68,9%	18	843	72,2%	16,0	26,1	1225974	20	24,5
1990	718,8	82,3	801,0	4311,9	51,8%	1,53	1227,0	14851,5	75,1%	52	895	76,7%	15,4	23,6	1305662	63	82,3
1991	824,7	28,9	853,7	5165,6	62,1%	1,45	1239,5	16091,0	81,3%	60	955	81,8%	14,2	20,7	1377474	21	28,9
1992	312,7	37,7	350,4	5516,0	66,3%	1,38	483,1	16574,1	83,8%	41	996	85,3%	8,5	11,8	1450480	26	37,7
1993	355,2	0,0	355,2	5871,2	70,6%	1,31	466,9	17041,0	86,1%	14	1010	86,5%	25,4	33,3	1521553	0	0,0
1994	298,3	11,1	309,5	6180,6	74,3%	1,26	390,0	17431,0	88,1%	16	1026	87,9%	19,3	24,4	1586980	7	11,1
1995	268,0	34,8	302,7	6483,3	77,9%	1,21	365,8	17796,7	90,0%	7	1033	88,5%	43,2	52,3	1655220	21	34,8
1996	313,8	35,9	349,6	6833,0	82,1%	1,17	409,4	18206,1	92,0%	34	1067	91,4%	10,3	12,0	1708187	21	35,9
1997	174,6	24,4	199,0	7032,0	84,5%	1,15	228,5	18434,5	93,2%	24	1091	93,5%	8,3	9,5	1742351	14	24,4
1998	85,9	10,6	96,5	7128,5	85,7%	1,13	109,3	18543,8	93,7%	12	1103	94,5%	8,0	9,1	1766744	6	10,6
1999	219,5	14,5	234,0	7362,5	88,5%	1,10	257,4	18801,3	95,0%	19	1122	96,1%	12,3	13,5	1817980	8	14,5
2000	299,6	34,0	333,6	7696,2	92,5%	1,06	352,9	19154,2	96,8%	28	1150	98,5%	11,9	12,6	1890699	18	34,0
2001	142,3	13,6	155,8	7852,0	94,4%	1,03	160,5	19314,7	97,6%	17	1167	100,0%	9,2	9,4	1941748	7	13,6
2002	9,7	458,0	467,7	8319,7	100,0%	1,00	467,7	19782,4	100,0%		1167	100,0%			2000000	229	458,0
TOTAL	<u>7116,8</u>	<u>1202,9</u>	<u>8319,7</u>				<u>19782,4</u>			<u>1167</u>			<u>7,1</u>	<u>17,0</u>			

ANEXO V

Cuestionario estudio “Beneficios Económicos de los mapas geológicos detallados de Kentucky (Pág 165-167)

ANEXO V

CUESTIONARIO ESTUDIO “BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LOS MAPAS GEOLÓGICOS DETALLADOS DE KENTUCKY”

1. Actividades de su organización que pueden requerir del uso de mapas GC (Poner cruz en todas las que correspondan)
 - Exploración y desarrollo
 - Carbón Aguas subterráneas Petróleo y gas natural Minerales industriales
 - Otros
 - Consultoría medioambiental
 - Prevención de contaminación Industrial Remediación
 - Prevención y protección de riesgos
 - Corrimientos de tierras Terremotos Problemas asociados al Karst
 - Subsistencia
 - Aplicaciones en ingeniería
 - Problemas de construcción y cimentación Carreteras/Autopistas Ferrocarriles
 - Oleoductos Generación eléctrica Suministro de agua Presas/Canales
 - Planeamiento urbano
 - Decisiones territoriales Ordenación y planeamiento territorial
 - Calificación urbanística
 - Planeamiento regional
 - Localización de vertederos Localización de plantas industriales Transporte
 - Tasaciones inmobiliarias
 - A efectos impositivos Adquisición de terrenos

2. ¿Qué porcentaje de su trabajo, durante los últimos cinco años, dependía de la utilización de los mapas GC?
 - Número de proyectos _____ (%) Valor económico _____ (%)
 - Tiempo _____ (%)

3. ¿Qué informaciones presentadas en los mapas QC son importantes para su trabajo?
 - Litología Características estructurales Contactos entre formaciones
 - Relaciones de las anteriores con el hombre

¿Qué otras informaciones, actualmente no reflejadas, le gustaría incluyeran los mapas GC?
Por favor, listelas:

4. ¿Cómo utiliza Vd. los mapas GC?
 - Superpuestos con otros datos Fotocopiados, ampliados o reducidos en informes técnicos Incorporados a CAD o GIS para su manipulación

5. ¿Qué escala de los mapas geológicos es de mayor utilidad para Vd.?
 - Mayor de 1:24.000 1:24.000 1:250.00 1:500.000

6. Siempre que los use, ¿cuáles de los siguientes mapas digitales utiliza Vd. actualmente?
(Poner cruz en todos los que correspondan)
Ortofotomapas Modelo de elevación digital Imágenes Raster Otros
7. ¿Són los mapas geológicos digitales de utilidad para Vd.?
Si No Comentarios:
8. ¿Cómo obtiene la información necesaria cuando no existen mapas GC?
Trabajo de campo Contratación de investigación geológica Contrata de consultor
9. En un proyecto típico, para el que no exista mapa geológico, ¿qué porcentaje de los costes totales del proyecto se gastarían en la obtención de información geológica? _____(%)
10. Dé tantos ejemplos como posibles, sobre como los mapas GC mejoraron la calidad de su trabajo (Use espacio adicional si necesario)
11. Dé ejemplos sobre cómo los mapas GC añaden credibilidad a su trabajo (Use espacio adicional si necesario)
12. Describa proyectos en los cuales la falta de mapas GC generó un mal planeamiento o generó costes adicionales. Explique cómo (Use espacio adicional si necesario)
13. Estime el valor en dólares de los mapas GC de Kentucky para Vd. o para su compañía \$ _____. Por favor, explíquelo,
14. Ejemplo de un caso real
- A. Nombre de un proyecto determinado en el que Vd. utilizó mapas GC
- B. Si los mapas no hubieran existido, ¿cuánto dinero hubiera Vd. estado dispuesto a gastar en ese caso para obtener la información contenida en los mapas? (Reconocemos que esta y las siguientes cuestiones son complejas, pero agradeceríamos su mejor estimación)
Máximo gasto \$_____ Mínimo gasto \$_____
Mejor estimación de gasto \$_____
- C. Estime el dinero ahorrado debido a la existencia de los mapas
Máximo ahorro \$_____ Mínimo ahorro \$_____
Mejor estimación de ahorro \$_____
- D. Dado el valor del mapa para Vd., ¿cuánto habría estado dispuesto a pagar por el mapa?
Pago máximo \$_____ Pago mínimo \$_____
Mejor estimación de pago \$_____

Si quiere identificarse Vd. y su empresa, por favor hagalo aquí

ANEXO VI

Cuestionario de evaluación del Plan MAGNA (Pág 168-172)



CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL PLAN MAGNA

La Información es en beneficio de todos

Naturaleza, características y finalidad

Las informaciones solicitadas en este cuestionario tienen como objetivos tanto la correcta evaluación económica de los beneficios generados por el Plan MAGNA, como la mejora de los futuros planes cartográficos del IGME. Agradeceríamos por tanto todas sus opiniones/informaciones sin reservas, pues nos serán de gran utilidad.

Legislación

Serán objeto de protección y quedarán amparados por el secreto estadístico, los datos personales que obtengan los servicios estadísticos tanto directamente de los informantes como a través de fuentes administrativas (art. 13.1 de la Ley de la Función Estadística Pública (LFEP) de 9 de mayo de 1989). Todo el personal estadístico tendrá la obligación de preservar el secreto estadístico (art. 17.1 de la LFEP).

Clasificación de su organización. (Poner una cruz donde corresponda).

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Minería e hidrocarburos. | <input type="checkbox"/> Constructora. | <input type="checkbox"/> Universidad/OPI. |
| <input type="checkbox"/> Agricultura y Montes. | <input type="checkbox"/> Arquitectura/Urbanismo. | <input type="checkbox"/> Ingeniería. |
| <input type="checkbox"/> Medio Ambiente. | <input type="checkbox"/> Administración Pública. | <input type="checkbox"/> |

Datos de Identificación (opcional)

Agradeceríamos sus datos de contacto, pero únicamente si lo considerase oportuno, al objeto de poder consultarle sobre posibles propuestas/soluciones/mejoras.

D. (D ^o)		Cargo
Empresa o Institución		Ciudad
Teléfono	Correo Electrónico	<input type="checkbox"/> Interés en participar en visita geológica a Parque Nacional / natural

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

La agradeceríamos que este cuestionario sea devuelto, en el sobre adjunto a franquear en destino, y debidamente cumplimentado en un plazo no superior a 20 días, a partir de su recepción.

En caso de tener alguna duda relacionada con el cuestionario, pueden llamar al teléfono 917 287 236 del IGME, o mandar un correo electrónico a: r.martinez@igme.es

1. Actividades de su organización que pueden requerir del uso de mapas geológicos de la serie MAGNA

Recursos Naturales

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Rocas/Minerales Industriales | <input type="checkbox"/> Minerales metálicos | <input type="checkbox"/> Petróleo/Gas natural |
| <input type="checkbox"/> Carbón | <input type="checkbox"/> Aguas Subterráneas | <input type="checkbox"/> Agricultura y Montes |
| <input type="checkbox"/> | | |

Medio Ambiente

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Prevención de contaminación | <input type="checkbox"/> Remedación y restauración |
| <input type="checkbox"/> Gestión y conservación del medio natural | <input type="checkbox"/> Evaluación de Impacto ambiental |
| <input type="checkbox"/> | |

Riesgos Naturales

- | | | |
|--|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Desprendimientos/Deslizamientos | <input type="checkbox"/> Subsidiencias/Colapsos | <input type="checkbox"/> Terremotos |
| <input type="checkbox"/> Avenidas/Inundaciones | <input type="checkbox"/> Vulcanismo | <input type="checkbox"/> |

Ingeniería

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Edificación/Cimentación | <input type="checkbox"/> Carreteras/Autopistas | <input type="checkbox"/> Ferrocarriles |
| <input type="checkbox"/> Oleoductos/Gasoductos | <input type="checkbox"/> Infraestructuras eléctricas | <input type="checkbox"/> Regadíos |
| <input type="checkbox"/> Presas/Canales/Abastecimiento | <input type="checkbox"/> Puertos | <input type="checkbox"/> |

Ordenación del Territorio y Urbanismo

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Ordenación/Planeamiento territorial | <input type="checkbox"/> Planeamiento/Calificación urbanística |
| <input type="checkbox"/> Localización de vertederos | <input type="checkbox"/> Localización de polígonos Industriales |
| <input type="checkbox"/> | |

Tasaciones de terrenos, seguros e informes periciales

- | | | |
|--|--|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> A efectos impositivos | <input type="checkbox"/> Adquisición de terrenos | <input type="checkbox"/> Seguros |
| <input type="checkbox"/> Informes periciales | <input type="checkbox"/> | |

Investigación y docencia

- | | | |
|--|------------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Investigación | <input type="checkbox"/> Enseñanza | <input type="checkbox"/> |
|--|------------------------------------|--------------------------------|

2. ¿Qué porcentaje de sus actividades durante los últimos cinco años, dependió de la utilización de mapas geológicos? %

3. ¿Qué informaciones adicionales no actualmente reflejadas en los mapas geológicos MAGNA le interesaría que se incluyeran? Por favor enumérelas.

.....
.....
.....

4. En su opinión, ¿qué grado de utilidad tiene el mapa geomorfológico que se está incluyendo últimamente en los mapas geológicos MAGNA?

Muy útil Bastante útil Medianamente útil Poco útil Nada útil

¿Qué informaciones adicionales actualmente no contenidas en dicho mapa geomorfológico le interesaría que se incluyeran?

.....
.....

5. ¿Qué escala de los mapas geológicos sería de mayor utilidad para Vd.?

Mayor de 1:25.000 1:25.000 1:50.000 1:200.000

Comentarios

.....

6. ¿El soporte papel del mapa geológico es de utilidad para Vd.?

Sí No Comentarios

.....

.....

7. ¿Son los mapas geológicos digitales de utilidad para Vd.?

Sí No Comentarios

.....

.....

En caso afirmativo ¿requeriría que el mapa viniese acompañado de una aplicación con funcionalidades de análisis?

Sí No Comentarios

.....

.....

8. En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitutiva mediante trabajo propio o contratada?

..... %

Presupuesto global aproximado de un proyecto típico Euros/Pts.
(Táchese lo que no proceda)

9. Cite los ejemplos que le sea posible, sobre cómo los mapas geológicos MAGNA mejoraron la calidad y/o credibilidad de su trabajo (Use espacio adicional si fuese necesario).

.....
.....
.....

10. Describa proyectos en los cuales la falta de mapas geológicos MAGNA generó un mal planeamiento o costes adicionales. (Use espacio adicional si fuese necesario).

.....
.....
.....

11. Ejemplo de un caso real:

A. Título descriptivo de un proyecto determinado en el que Vd. utilizó mapas geológicos MAGNA:

.....
.....

B. Presupuesto global del proyecto Euros/Pts.
(Táchese lo que no proceda)

C. Número aproximado de diferentes hojas geológicas MAGNA utilizadas:

D. Si los mapas geológicos MAGNA no hubieran existido ¿qué cantidad hubiera sido necesaria invertir para obtener la información contenida en ellos?

Mejor estimación del gasto necesario Euros/Pts.
(Táchese lo que no proceda)

E. Si los mapas geológicos MAGNA existían, ¿podría Vd. estimar los ahorros que les fueron generados por su disponibilidad?

Mejor estimación de ahorros Euros/Pts.
(Táchese lo que no proceda)

F. En este último caso, dado el valor para Vds. de los mapas geológicos MAGNA. ¿Cuánto se habría estado dispuesto a pagar por la información geológica contenida en ellos?

Mejor estimación del pago Euros/Pts.
(Táchese lo que no proceda)

12. Cualquier otro comentario sobre los programas de cartografía geológica del IGME que Vd. considere de interés reflejar:

.....
.....
.....

ANEXO VII

Utilidad del soporte papel de los mapas geológicos (Pág 173-176)

ANEXO VII

COMENTARIOS SOBRE LA UTILIDAD DEL SOPORTE PAPEL DE LOS MAPAS GEOLOGICOS

¿El soporte papel del mapa geológico es de utilidad para Vd.?

2. Sería de mas ayuda en soporte digital.
 16. No debería abandonarse esta posibilidad.
 20. Las memorias deben ser más amplias.
 26. Es el documento básico para iniciar cualquier proyecto y/o actividad docente.
 27. También sería interesante mejorar la información digital que se ofrece en la pagina web.
 28. Es económico aunque no tiene una buena vejez.
 29. En realidad sería ideal poder disponer de los mapas en soporte papel e informático, para su utilización en informes.
 31. Para trabajos en campo.
 32. Siempre disponible y no precisa de mecanismos especiales.
 33. 1/1:25000 es la escala de referencia en superficie y la primera que no es de síntesis.
 37. Tenemos que escanearlos algunas veces.
 38. Ahora sería de mayor utilidad también en soporte informático.
 39. El formato es muy útil en el campo.
 40. Se agradece mas en soporte informático (cd-rom).
 41. Los mapas son para llevar al campo en la mayoría de los casos. El papel es fundamental para la observación de la cartografía representada.
 42. A efectos de redacción de informes valdría la pena disponer del soporte digital.
 44. A pesar de ser de utilidad y absolutamente necesarios, los escaneos están al día.
 47. Considero necesaria la homogeneidad entre hojas solapadas tanto en mapa como en memoria. En memoria se debería aportar información de documentación complementaria.
 53. A mi juicio resultaría imprescindible suministrarlo también en soporte digital.
 54. Pero actualmente es necesario que todo él esté en soporte digital.
 59. Aunque se optase por el sistema digital, creo que el soporte papel debe mantenerse.
 60. Es muy útil para consultarlo en el campo.
 66. Se deteriora con facilidad.
 74. Sin duda, es menos versátil que el contenido en soporte digital pero lo importante es disponer de la información cartológica.
 76. Permite tener la imagen global de un vistazo a la escala seleccionada.
 79. Imprescindibles en campo.
 81. No debe ser sustituido por el digital, ya que su utilidad es complementaria.
 82. Es necesario aumentar la calidad del papel pues se rompen con un uso moderado.
 84. Para la realización de practicas de enseñanza y para llevar en campañas sobre el terreno. Lo anterior no quita la posibilidad de tener una versión digital.
 85. Es el soporte de más fácil acceso, incluido el campo.
 87. Permite una visión de conjunto y se utiliza mejor en el campo.
 90. Si para tener una visión global de las zonas a estudiar cuando son mas de una.
 91. Podría también acompañar al mapa digital en una tirada mínima (véanse publicaciones que acompañan al software del mercado) y basado en links CD-DVD.
 95. Pero también en formato digital.
 96. Como mapas de campo.
 100. Aunque estaría bien poder adquirirlo en formato informático.
 101. Para trabajos de campo y preparación de campañas sí, para edición de informes hay que digitalizar.
 103. El soporte digital de la web es insuficiente ya que no contiene una base topográfica y por tanto resulta poco útil.
 104. Me parece el más útil y rápido, aunque a la hora de generar informes pueda resultar útil disponer de un mapa digital.
 107. Para consulta general, pero sería mejor en formato digital.
 108. El soporte papel es imprescindible en campo, pero para la ejecución de informes es muy conveniente disponer de soporte digital.
 110. Casi de mayor interés sería un formato digital.
 114. Toda la información se traslada a planos, con cartografía específica, y suelen entregarse en soporte informático.
-
501. El soporte papel permite una visión geológica regional imprescindible.
 503. Es básico, aunque es muy interesante tener el soporte digital.
 504. El mapa editado en papel normalizado (indeformable) es imprescindible e insustituible como base de trabajo en investigación. Aparte de ello, los restantes soportes son también deseables.

505. Considero que es lo mas útil ya que es más manejable.
507. Serian mejor en soporte magnético.
508. Por la inmediatez de la consulta.
510. Seria interesante disponer de soporte digital.
513. Siempre es bueno tener un soporte papel para llevar al campo.
516. Debería haber mayor continuidad en mapas correlativos en cuanto a simbología, colores de litologías, descripciones de las mismas unidades,...
519. Las ediciones que poseo se venden plegadas, se deterioran con mucha facilidad. El papel es malo.
520. Si, aunque últimamente utilizamos cartografía digital del IGME (cuando es posible conseguirla) mediante un SIG, especialmente en estudios informativos.
536. Es bueno el soporte informático, pero sigo considerando imprescindible un buen soporte papel con la topografía y referencias de red hidrográfica, carreteras, etc.
542. También es muy útil el soporte digital.
545. Podrían estar disponibles sin plegar.
546. Cada vez resulta más interesante el soporte electrónico.
547. Imprescindible soporte digital también.
548. Como consulta general. Para manejo, mejor digital.
553. Son útiles porque son lo que hay, pero resultan poco prácticos y de utilización engorrosa. Yo los he digitalizado.
555. Seria útil un sistema de coordenadas propio del siglo XXI, por ejemplo: UTM en sus usos correspondientes.
558. Fácil manejo tanto en gabinete como en campo.
560. Fundamental para visitas de campo, pero se puede obtener de uno digital.
562. Uso inmediato, gran formato.
564. Especialmente para trabajos de campo.
566. Para trabajos de campo especialmente, y frecuentemente en gabinete.
567. Para trabajo de campo.
571. Aparte de ser la forma tradicional a la que estamos acostumbrado tanto técnicos como clientes, siempre será imprescindible en la obra.
572. Imprescindible pasarla a digital.
574. Transportable al campo.
575. Seria bueno tener mapa digital pero es imprescindible mapa en papel. Hay que mejorar la calidad del papel.
577. Las posibilidades del "láser color" permiten trasladar la información a otros soportes.
579. Cómodo para el trabajo de campo.
583. Es indispensable cuando hay que realizar trabajo de campo.
584. Pero mayor sería la utilidad de información digital en formato SIG.
585. Para reducir su uso conviene facilitar la impresión de sectores del mapa y de la leyenda.
588. Sí. Pero trabajando con el SIG oleícola. ¿Por qué no poner el MAGNA en red?
1001. Solo en papel no.
1006. Muy útil para las consultas rápidas.
1007. Tiene la ventaja de uso en campo.
1008. Utilización directa.
1016. Pero de mayor utilidad en soporte digital.
1017. Pero el papel es muy frágil y se deteriora el primer día de uso en el campo. Habría que mejorarlo.
1020. Preferible soporte informático.
1021. Cada vez menos. Las 16 hojas de un 200000, escaneadas en un raster, son más fáciles de manejar en el campo con un portátil que en formato papel. Y abultan lo mismo.
1023. Solo para una visión general. El detalle y mejor análisis serán en digital.
1026. Transportable en el campo y consulta inmediata.
1027. Para tratamiento de la información es mucho más útil el digital.
1032. Fácil de utilizar en el aula.
1042. Única forma de llevar dicha información al campo con la suficiente calidad.
1044. Imprescindibles en trabajos de campo y en visiones generales de problemas. Trabajos de conjunto.
1045. El mapa de papel y su memoria son de gran utilidad para el manejo en campo.
1050. Pero es preferible en formato digital y a ser posible disponible en la red.
1051. Para conocer nuevos proyectos y su aparente potencial.
1052. Esta perdiendo utilidad frente a la utilización de formatos digitales.
1053. Estoy mas familiarizado con su uso y resultan prácticos para llevar al campo.
1059. Manejables para el campo.
1060. No tanto para mí, aunque estoy seguro que muchos usuarios (ayuntamientos, ong's...) No tienen un SIG.
1062. Visión amplia. Implementar digital con utilidades de trabajo.
1068. Fácil de utilizar en el campo.
1069. Solo si no hay soporte digital disponible.
1071. Es el primer contacto con los problemas. Después, una vez realizados los trabajos, se echa en falta un fácil acceso a la información digitalizada.

- 1073. Se trabaja con un SIG departamental. No tenemos constancia de que el MAGNA este digitalizado.
- 1080. Es el adecuado para el campo.
- 1089. Consideraría muy positivo mejorar el papel.
- 1094. Es necesario tener los mapas en soporte magnético con bases asociadas.
- 1101. Sigue siendo complementario al digital.
- 1103. Lo considero útil.

ANEXO VIII

Utilidad de los mapas geológicos digitales (Pág 177-180)

ANEXO VIII

COMENTARIOS SOBRE LA UTILIDAD DE LOS MAPAS GEOLOGICOS DIGITALES

¿Son los mapas geológicos digitales de utilidad para Vd.?

8. No tienen base topográfica.
9. Son muy elementales.
10. Relativa. Serian de mucha mayor utilidad si incluyeran base topográfica, o al menos que estuviesen referenciados a coordenadas.
21. Seria de gran utilidad disponer de cartografía digital.
25. Deberían estar disponibles en red (internet).
26. No contienen toda la información de los de papel, considero imprescindibles los de papel.
27. Incluimos muchos datos en sig y disponer de información ya digitalizada acelera todo el proceso.
28. En menor medida y como síntesis general de la zona de trabajo antes de comenzar.
32. Permiten obtener la zona requerida a la escala deseada.
33. Permiten ensamblar zonas, combinarlos, uniformizarlos o extraer información.
36. Permiten la adición de otra información y posibilidad de edición más aprovechada.
37. Todos los trabajos se presentan en formato digital.
40. Mucho más interés que en soporte papel (y más respetuosos con el medio ambiente).
41. Proporciona posibilidades importantísimas de cruces con otros tipos de información.
43. Las que hay ahora en la web nunca las puedo ver. Aunque se podría adjuntar un CD junto con el formato papel.
44. Obviamente. Aquí podría exagerarse la cantidad de información. Supongo que a la larga se venderán por temas específicos.
47. Podría reflejarse algún resumen de la memoria explicativa y relación de bibliografía o documentación complementaria.
48. Pero escasa, por falta de medios.
51. Lo serian si tuvieran mejor precio.
53. Facilitaría su utilización y reproducción en cualquier informe.
54. Las actuales herramientas de dibujo requieren ya de este producto.
55. Especialmente si son exportables.
59. No conozco si existen en relación con el plan MAGNA, pero los he usado fuera de España y son realmente útiles.
60. Actualmente se tiende a tener toda la información geológica digitalizada.
66. Se puede trabajar con una porción sin arrugas.
69. Aun mayor.
74. Sin duda, permiten utilizar la información de forma más versátil y ágil, siendo esta posibilidad una ventaja en sí misma.
76. Hoy en día los SIG permiten englobar una capa de información geológica y es muy útil para planeamiento y EIA.
77. Al no tener la topografía incluida complican mucho la interpretación.
79. No los he utilizado, serian de utilidad si fuesen más baratos que los de papel.
80. Sobre todo para consultas rápidas y en cualquier lugar con acceso a la red.
81. Facilitan mucho el trabajo. Importante el uso de formatos que admitan los SIG de uso habitual.
82. Son muy escasos y mal digitalizados.
84. Si en la medida en que pueden ser tratados informáticamente.
85. Permiten la adaptación de la información en espacio y temas.
87. Solo me han servido alguna vez para adornar informes.
89. Deberían incluir capas con la información que el IGME posee con esta misma escala (hidrogeología, minería,...).
90. Si para poder utilizarlas como capa de informático en un SIG y a diferentes escalas.
91. Podría acompañarse de la digitalización de memorias, sondeos, muestreos, análisis (geofísicos, geoquímicos,...)
95. Mucho, ya que se trabaja con sig.
96. Muy útiles sobre todo a nivel de funcionalidad informática y acoplamiento a otros datos.
98. Cada vez son mas útiles por la aplicabilidad directa a esquemas y representaciones gráficas. También por consulta a bases de datos asociadas.
101. Son muy útiles.
103. Es necesario mejorar la base topográfica.
104. La mayor utilidad de estos mapas se encuentra en el descubrimiento rápido de los detalles más particulares o individualizados.
105. Son de utilidad pero en la administración es complicada su adquisición debido a factores económicos y burocráticos.
107. Si se facilitan en formatos analizables, no solo imágenes.
108. El soporte papel es imprescindible en campo, pero para la ejecución de informes es muy conveniente disponer de soporte digital.

110. Si es fácilmente accesible y de calidad, mas útil que en papel.
114. Si los archivos son compatibles, se trasladan al formato de uso. El formato más extendido es *.dxf y *.dwg.
501. Facilitan información puntual.
504. Pero de aplicación limitada a aplicaciones locales o comerciales (ingeniería, ot, medioambiente), no a investigación geológica (en la que el MAGNA solo ofrece una primera aproximación). La edición digital (sujeta a la evolución tecnológica) no permite la comprensión geológica de grandes estructuras. El soporte papel es imprescindible también.
505. Como ayuda y a veces para resolver dudas. En educación utilísimo.
508. Para su tratamiento con autodesk map / card development como cartografía temática.
513. Resulta muy útil poder cambiar de escala; "cortar"; unificar zonas distintas pertenecientes a distintas hojas, etc.
515. Más que sobre papel.
519. No consigo manejarlos. La ultima vez que lo intente no bajaban. Opino que es imprescindible.
520. La definición de las tramas en la cartografía digital es confusa por tanto debe utilizarse el papel para una correcta utilización.
521. Precios algo elevados.
524. Son los más adecuados.
536. Validos para presentaciones de trabajos mas que para desarrollar el trabajo en sí, para el que sigo prefiriendo el soporte papel. Me sigue pareciendo injustificable un alto precio en soporte informático.
541. Medianamente por la falta de librito.
542. Muchísimo.
550. Considero vital la utilización de mapas geológicos digitales.
553. El disponer de todos los mapas digitalizados del ámbito de mi actividad me habría evitado un laborioso trabajo de escaneado.
555. En formato vectorial, distribuida la información en capas.
558. Mejora la presentación y calidad de los informes.
560. Hoy por hoy es demasiado caro.
562. Facilita el uso de la información. Posiblemente hay que adecuar la representación a este medio: capas,...
564. Sin duda por su mayor facilidad de unificación y manejo. Especialmente cartografía continua.
566. Progresivamente se utilizaran cada vez mas para evaluaciones regionales y presentaciones.
567. Se encargan a otra empresa de investigación geológico-minera actualmente.
571. Aun cuando nuestros mapas geológicos de proyecto son a escala mas detallada, el digital permitiría incorporar mas rápidamente y con mayor calidad la principal fuente de información previa.
575. Permite tratar la información con ordenador y cruzarla o superponerla con otros tipos de información nueva. El almacenamiento es lo mejor.
576. No los usamos por su elevado coste. Serian ideales para trabajar aportando información sobre ellos.
579. Versiones compatibles con programas como el autocad.
581. La posibilidad de poderlos relacionar con sistemas gis, autocad, etc., Los hacen especialmente útiles.
583. Son un componente fundamental para realizar algunos análisis ambientales con sig.
589. Mas útiles en la manipulación de la escala de trabajo. Obtención de detalles más manejables en campo.
1002. Al poder obtener la parte deseada e incluir en trabajos de soporte digital.
1007. Para el trabajo en oficina, permiten asociar bases de datos y SIG, además de adaptar el formato a los informes.
1012. No los conozco pero me serian de gran utilidad.
1016. Imprescindibles.
1017. Pero aun son muy caros. Los mapas deberían acompañarse por el formato digital.
1021. Los que conozco son muy simples, o muy complejos de manejo sus programas soporte.
1023. Así es posible la superposición y combinación con otras coberturas.
1026. Pueden readaptarse; disponibilidad de UTM; cuantificación; etc.
1027. Versatilidad de formatos.
1030. No los conozco, quizá por falta de divulgación.
1032. Los alumnos de secundaria aun no tienen las competencias necesarias.
1038. Es mucho más fácil de integrar dentro de los estudios, informes y documentación.
1042. Forma rápida de consulta en el ordenador.
1044. Para elaboración de informes, ampliación de zonas concretas de trabajo, cambios a otras escalas, trabajos concretos y ampliaciones...
1045. Para trabajos a escala de detalle, en una zona concreta, así como para la edición de informes, son muy prácticos.
1050. Deberían ser disponibles gratuitamente para temas de docencia e investigación.
1051. Consulta.
1052. Incluir ficha de metadatos en formato XML según norma ISO19115. Conveniente distribuir en formato Shapefile.
1053. No lo utilizo habitualmente.

- 1056. Bastante mas que los de papel.
- 1059. Se obtiene el mapa rápidamente sin tener que esperar a recibirlo o correr el riesgo de que este agotado.
- 1060. No en este momento.
- 1062. Implementar con utilidades de trabajo: fusión, perfiles...
- 1066. Son más cómodos los de papel.
- 1067. No los conozco.
- 1068. Actualmente se están convirtiendo en indispensables.
- 1071. Como ultima fase en su utilización, sin tesis geológicas, bases de soporte de los trabajos y estudios.
- 1073. La utilización del MAGNA será marginal hasta que sea digital.
- 1091. Actualmente no existen los mapas digitales de GC.
- 1092. No los conozco.
- 1094. Incluir documentación complementaria mas subsuelo.
- 1099. En general son mas útiles que los de papel.
- 1101. Comodidad para manejo y almacenamiento.
- 1103. ¿Cómo puede conseguirse en soporte digital?

ANEXO IX

Utilidad de las funcionalidades de análisis de los mapas digitales (Pág 181-183)

ANEXO IX

COMENTARIOS SOBRE LA UTILIDAD DE LAS FUNCIONALIDADES DE ANALISIS DE LOS MAPAS DIGITALES

¿Requeriría que el mapa digital viniese acompañado de una aplicación con funcionalidades de análisis?

2. Siempre que fuera sencilla.
 9. Al menos con la planta topográfica.
 16. La consideraría optativa; es decir haría versiones sencillas, sin análisis y otras con él.
 20. Sí, a no ser que se trate de archivos DWG, DXF o de archivos de imagen.
 28. Cualquier mejora es útil.
 30. La información de los mapas siempre recibe un tratamiento informático para pasarla a los informes, por lo que cualquier herramienta que ayude sería muy valorada.
 31. La creación de diferentes capas es muy interesante.
 33. No necesariamente, pero resultaría útil.
 34. Sería interesante que permitiera obtener perfiles geológicos del terreno.
 35. Interesaría la posibilidad de obtener perfiles del terreno.
 36. Lo ideal sería compatibilizarla con herramientas informáticas estándar Arc View, etc.
 37. Y además que pudiera relacionarse el contenido de la presentación.
 40. Pudieran ser interesantes, pero no estrictamente necesarias.
 41. No sería imprescindible.
 44. Tema delicado. Creo que la interpretación por parte del profesional en cada caso es básica, fundamental y específica en función del objetivo. Estos análisis pueden presentar problemas de interpretación, mas que facilitarlos.
 47. Podría reflejarse algún resumen de la memoria explicativa y relación de bibliografía o documentación complementaria.
 55. Información sobre columnas litológicas, mayor numero de perfiles, sondeos. Inventario de pozos.
 56. Poder realizar cortes geológicos, columnas estratigráficas.
 57. Creo que es básica esta aplicación, e incluso para puntualizar, y en su caso mejorar, la exactitud del mapa (modificar la edición del mapa).
 58. Sería suficiente que la información fuese exportable a un SIG convencional (ejem. Arc View).
 59. Si, lo había sugerido en un punto anterior.
 64. Depende de la zona de estudio.
 65. Del máximo interés.
 69. Facilitaría el uso.
 74. Es claramente un valor añadido. Presenta una mayor funcionalidad para cualquier tipo de cliente.
 76. Ya sea autocontenida o como aplicación de los principales programas del sector.
 79. Sí, a no ser que fuesen muchísimo más baratos, entonces no me importaría imprimirlos yo mismo. Como postal digital no les veo utilidad.
 80. Pero 3 o 4 análisis básicos, nada complicado.
 82. Sobre todo facilidades para la georeferenciación.
 84. Si en la medida en que pueden ser tratados informáticamente.
 85. Los análisis son específicos; es más interesante que existan mas formatos.
 90. Para operaciones sencillas no haría falta incluirlos, en un SIG obtendríamos el análisis por sí solo.
 92. Para una mejor precisión y discriminación de los datos geológicos y mineros.
 95. Ampliaría mucho más las posibles utilidades.
 96. Zoom, simulación de cortes geológicos según direcciones escogidas, integración información adicional sig.
 101. Si, pero sería mejor que tuviera formatos para trabajar con otros programas.
 104. Por supuesto siempre sería de agradecer.
 107. Especialmente compatible con SIG (arc view, etc.).
 108. Si el mapa pudiera contestar a preguntas (entorno de tal litología, etc.) Tendría también gran utilidad.
 110. Pero fácilmente accesible (que no sea una aplicación muy compleja) y económicamente asequible.
 114. Habría que indicar la metodología que se utiliza en los mismos, la capacidad, condiciones y resultados, con las limitaciones a tener en cuenta.
-
501. Si esa aplicación es muy general carece de interés. Si es pormenorizada, su aplicación a un caso concreto puede ser problemática.
 502. Sería útil algún sistema de información geográfica asociada a los mapas.
 505. Sería interesante, facilitaría el trabajo.
 508. Para facilitar su uso por un conjunto amplio del equipo redactor.
 509. No necesariamente, aunque toda información que se incluya resulta útil.
 510. Salvo que se entregue en formato de intercambio a sig.
 518. Elemental.
 519. Por supuesto. También posibilidad de manejo en parte concretas para imprimir.

- 520. Sería interesante para el programa de sig.
- 525. Incluir información adicional como sondeos perforados en la zona o columnas levantadas.
- 533. Información georeferenciada para incluir en sig.
- 535. Puede ser útil.
- 542. Algo parecido a un pequeño sig.
- 546. Mas que un requerimiento, lo planteamos como opción ventajosa. Utilidad.
- 548. Sería de interés la superposición de información o el incorporar datos petroleros y geotécnicos para cimentaciones (asientos, riesgos,...) En las zonas donde se conozcan.
- 553. Sería muy útil.
- 555. No es imprescindible.
- 562. Debería estructurarse para su uso mediante los SIG más frecuentes.
- 564. No necesariamente; debe poder manejarse y tratarlo como un sistema de información geográfica con bases de datos asociadas pero no cerrado a una aplicación única.
- 571. En cualquier caso la adquisición de una u otra modalidad deberían de ser independientes.
- 573. Pero siempre manteniendo las carpetas tradicionales. El mapa MAGNA debe ser "entendido" por geólogos, no ser una "explicación" para no profesionales.
- 575. Debería poder tratarse con programas habituales de imagen pero para usuarios corrientes. Sería necesario para manejar el mapa.
- 576. Giasa elabora 1:5000 y 1:1:2000 en proyectos, que enriquecen el MAGNA.
- 579. Rangos de búsqueda, coordenadas UTM y geográficas.
- 583. Para cada estudio concreto debe diseñarse un análisis adecuado, aunque si sería útil ofrecer ejemplos de análisis.

- 1002. Para un mejor aprovechamiento no solo informativo, sino de utilización practica y mayor divulgación.
- 1007. Permitiría aplicaciones de sig.
- 1010. No si esto supone retraso en su disponibilidad.
- 1017. Sería útil para estudiantes y profesionales noveles.
- 1023. No necesariamente pues si se usa digitalmente es porque tiene alguna utilidad propia. Depende de la aplicación.
- 1027. Mayores ámbitos de aplicación para una misma fuente de datos.
- 1038. Indiferente.
- 1042. Siempre es positivo el poder hacer un tratamiento de imágenes.
- 1045. Depende de la complejidad de uso de la misma.
- 1052. Generalmente se utilizan herramientas de análisis incluidas en los paquetes sig.
- 1073. La finalidad sería poderlo utilizar como una o varias capas de nuestro sig.
- 1077. Columnas de sondeos, datos petrográficos, información bibliográfica, descripción geológica.
- 1092. Supongo que sí.
- 1094. Sería necesario obtener mapas con la información necesaria.
- 1097. No conozco su alcance.
- 1099. El mapa digital se une sobre todo para explotarlo en otros proyectos.
- 1101. Sería útil para un abanico de opciones y utilidades más amplio.
- 1103. Niveles básicos.

ANEXO X

Idoneidad de las distintas escalas de la cartografía geológica (Pág 184-187)

ANEXO X

COMENTARIOS SOBRE LA IDONEIDAD DE LOS DISTINTOS TAMAÑOS DE ESCALA DE LA CARTOGRAFIA GEOLOGICA

¿Qué escala de los mapas geológicos sería de mayor utilidad para Vd.?

5. 1:25000, 1:50000, 1:200000. Creo que disponer de estas 3 escalas sería necesario para los distintos tipos de proyectos según objetivos.
 10. Todas. Depende del trabajo.
 16. El 1:25000 es básico a escala regional; el 1:50000 es muy útil, pero en ciertas zonas y/o en ciertos proyectos es preciso mayor detalle.
 18. Mayor de 1:25000: interesante para estudios de detalle.
 19. En proyectos e ingeniería, se hace necesario un detalle aprox. De 1:25000.
 26. Es una lastima que una vez agotadas no se reediten. Faltan muchas hojas.
 27. La información geotécnica (que es la que me interesa) necesita escalas más grandes.
 28. Los trabajos realizados siempre son a mayor escala, pero es difícil que entonces sean operativos.
 36. Como información básica pasar el 1:25000 a mayor escala sería de proyecto o temáticos.
 40. Para los estudios del medio físico de carácter local, cuanto mayor sea la escala, mejor para el consultor.
 41. 1:25000 siempre y cuando la información contenida en este mapa no sea extraída del 1:50000.
 44. Opino que en la actualidad existen muchos trabajos que la respuesta precisa de información a escala <1:25000. Esto supone un "traje a medida" para cada caso.
 47. 1:25000 en zonas de gran interés. Actualizar mapas 1:50000 y completarlos.
 51. Los trabajos de geotécnica suelen hacerse de 1:500 a 1:1:2000. Vendría muy bien un MAGNA a 1:25000 como el vasco.
 53. 1:25000 siempre que ampliase de verdad y mejorase el actual 1:50000.
 54. Cada escala se adecua a una tipología de estudio. Por ello son todas importantes. Las escalas mayores de 1:25000 son las más interesantes.
 58. Las escalas de detalle conviene que sean realizadas en la propia empresa.
 59. Muy localmente podría ser de interés una cartografía 1:10000 pero creo que es una inversión excesiva para el beneficio que puede generar.
 62. Las escalas 1:200000 son buenas si se actualizan las cartografías.
 68. 1:25000 es donde los datos están contenidos con mayor rigor y precisión.
 69. La escala 1:10000 proporciona un detalle más próximo a las escalas de trabajo más habituales: 1:1000 y 1:5000.
 74. Las escalas 1:25000 y 1:50000 adecuadas para el tipo de exploración en el que realizo mi actividad.
 76. Mayor de 1:25000 en zonas protegidas, parques y/o núcleos importantes y/o zonas con riesgos naturales.
 79. Cuanto más detalle mejor, aunque 1:50000 no es mala elección para empezar.
 80. Al trabajar en emplazamientos muy pequeños sería interesante mapas de gran escala, pero eso es complicado, por lo que una cartografía 1:25000 es suficiente.
 82. Puntualmente son de utilidad los de 1:10000.
 84. 1:50000 y 1:200000 ambas escalas permiten trabajo de detalle y de síntesis. La escala 1:25000 mayor puede tener interés en algún área concreta.
 85. 1:25000 y 1:100000 son las más útiles en Canarias.
 86. Es necesario iniciar la cartografía a menor escala y su representación sobre la topografía digitalizada del IGN a escala 1:25000 con zonas de detalle a menor escala.
 87. Son importantes todas las escalas, para la prospección de recursos y proyectos de construcción, cuando la información se corresponde con la escala!!
 90. 1:25000 y 1:50000 utilidad en papel y mayores para trabajos locales con SIG.
 91. Dependerá de la escala del estudio o proyecto.
 92. Mayor de 1:25000 para regiones de mayor interés o potencial minero.
 95. 1:25000 aunque otras escalas mayores y menores también serían interesantes.
 98. 1:25000 por tipo de proyectos mas frecuentes.
 100. 1:25000 en algunos casos escalas mayores, en otros esta es suficiente.
 101. 1:25000 en investigación minera la escala 1:50000 se queda un poco corta.
 104. 1:25000 los mapas 1:50000 se quedan cortos (generalizan). Mayor de 1:25000 generan demasiada información difícil de asimilar con rapidez.
 105. En zonas de ubicaciones de presas y embalses sería interesante una cartografía de detalle.
 106. 1:25000 es la que actualmente existe en Canarias.
 110. Sería de mucho interés iniciar un mapa Geológico a 1:25000 en aquellas comunidades donde no existe.
 114. Se trabaja a escala 1:1000 o de mayor definición.
 117. Mayor de 1:25000 aunque para mi trabajo (geotécnica aplicada a edificación y obras lineales) son más útiles escalas mayores de 1:25000, la elaboración de mapas 1:25000 supondría un gran avance.
503. Para una región como Castilla y León, muy extensa, la 1:25000 sería aplicable a áreas de interés por minería, población, medioambiente...

504. La escala depende del trabajo; los 1:200000 aportan en muchos casos información mas detallada que los 1:50000 existentes, mal hechos o dramáticamente desactualizados, incluyendo errores geológicos ya superados.
505. 1:25000 y mayor para educación. Dependiendo del área a visitar o estudiar. Las escalas grandes han de revisarse por responsabilidad propia.
506. Incluso de mayor detalle.
508. Es interesante señalar zonas de posibles fenómenos locales: fallas, afloramientos,...
509. El 1:50000 ofrece información general necesaria. El 1:25000 apunta ya problemáticas geológico-geotécnicas que pueden encontrarse en una obra lineal.
510. Como es lógico mayor en casos específicos de exploración.
513. Todas son útiles, si bien considero que sería necesario actualizar los 1:200000 e ir acometiendo los 1:25000 en diversas zonas.
514. Zonas específicas a 1:10000.
515. Actualmente utilizo el 1:25000 del EVE.
516. El que más utilizamos es el 1:50000, pero algunos organismos públicos (Ente Vasco de Energía EVE) disponen de mapas geológicos a 1:25000 muy útiles.
518. La escala esta en función del objetivo. Todas son interesantes y útiles. El disponer de varias escalas del mismo lugar es imprescindible.
520. Mayor 1:25000. Aunque a escala 1:50000 es de gran utilidad para centrar la cartografía geológica de detalle en campo.
522. Es conveniente disponer de 1:10000 de las zonas urbanas.
524. La mejor escala de trabajo es 1:10000.
526. En la C.A.V. esta editada la cartografía 1:25000, siendo de gran utilidad.
532. Lógicamente dependerá de la escala del proyecto.
536. Dispuesto ya el 1:50000 beneficiaría tanto mapas de mayor detalle (1:25000) como de síntesis (1:200000).
538. Realización de mapas geológico-geotécnicos de zonas urbanas e industriales.
540. 1:25000 porque no están hechos.
544. Deseable 1:10000.
553. Las escalas actuales son suficientemente útiles para un estudio general de una zona, mayores escalas ampliarían un estudio extremadamente detallado que entraría en un estudio particularizado de un solar.
555. Con información revisada y actualizada.
560. En ingeniería cuanto mayor sea el plano mejor. Sin embargo un plano 1:25000 es de gran utilidad.
562. Para proyectos 1:25000 suele ser la mas adecuada, en planificación puede ser 1:200000 si el plano es bueno.
564. Las escalas mayores son muy concretas en zonas de superficie reducida. Son casos muy específicos en minería u obra civil.
566. Se usan todos los mapas, desde semidetalle a regionales.
567. 1:25000 tiempo atrás faltaban a esta escala.
571. La escala de trabajo de un proyecto nuestro está entre 1:1000 y 1:5000, por lo que nunca el MAGNA evitara la necesidad de nuestro trabajo de detalle, pero cuanto más se acerque mejor.
575. Hace falta un 1:200000 para síntesis científicas y un 1:25000 de mayor detalle para ciencia y geología aplicada.
576. Mayor de 1:25000 para zonas de riesgo.
577. Fueron muy útiles las síntesis a 1:200000. Preferiría las 1:25000.
578. 1:25000 en estudios de ingeniería ambiental e hidrología resulta de mayor aplicación.
579. 1:50000 coincide con la escala de gran parte de los mapas de situación.
580. El desarrollo de la escala 1:25000 permitiría un mayor detalle y sería mas útil.
581. 1:25000 y mayor. Para trabajos localizados sería muy útil escalas 1:10000 o incluso 1:5000.
583. En la actualidad el instituto cartográfico de Cataluña está elaborando una serie geológica 1:25000.
589. Habitualmente los trabajos se desarrollan sobre topografía escala 1:5000 a 1:1000. No obstante es útil a nivel de encuadre.
1002. 1:10000 o menor debido al trabajo de geología e hidrogeología específicos.
1005. 1:10000 sería deseable aunque soy consciente de su dificultad y costo, creo que 1:25000 esta bien por el momento y quizá en zonas concretas hacer también 1:10000.
1007. 1:25000 es más adecuada al trabajo de detalle.
1008. 1:25000, 1:50000 y 1:200000 para utilizar en practicas de gabinete. Para trabajos y practicas de campo.
1017. Sería muy útil revisar toda la geología de los MAGNA y editarlos a 1:25000.
1021. Si 1:50000 y 1:200000 fuero validas para el S. XX, para el XXI es previsible que sean 1:25000, 1:10000 y 1:100000.
1039. 1:25000 y 1:50000. Menor escala (1:10000 o 1:5000) sería interesante siempre que la información recogida en precisión se corresponda a esa escala.
1045. En ciertos entornos geológicos de gran complejidad o interés minero se podría pensar en 1:25000.
1048. Depende del trabajo.
1053. 1:25000. Determinar espesores de depósitos de superficie.
1059. La escala 1:50000 es muy poco detallada para la industria del árido y cemento.

1065. Dependiendo del tipo de proyecto que se va a abordar se precisara de una u otra escala. En cerrados de presas se suele necesitar, y hacer, una cartografía a 1:1000.
1067. Depende. 1:200000 a 1:50000 útil para estudios regionales. 1:25000 en usos locales. Mayor, a generar en los proyectos.
1068. 1:200000 es buena escala para síntesis, 1:50000 da un buen detalle, 1:25000 sería excelente.
1071. Todo el 1:200000 de España, una renovación de ciertas áreas en 1:50000 y la elaboración de algunos 1:25000 de interés específico.
1075. Deseable 1:10000.
1080. 1:25000, también parece conveniente actualizar el mapa de síntesis geológica 1:200000.
1089. Además de 1:50000 considero necesario disponer de un buen 1:200000. Después sería estupendo un 1:25000 para trabajos de detalle.
1091. Mayor 1:25000 para trabajos en áreas pequeñas, estudios geotécnicos para edificación, sería de mucha utilidad escalas mayores.
1092. 1:25000. Interesaría a menor escala.
1101. El 1:25000 sería muy útil en proyectos de ocupación del suelo y regadíos.

ANEXO XI

**Mejoras generadas por la disponibilidad de hojas MAGNA en los proyectos
(Pág 188-194)**

ANEXO XI

COMENTARIOS SOBRE LAS MEJORAS GENERADAS POR LAS HOJAS MAGNA EN LOS PROYECTOS

Cite los ejemplos que le sea posible, sobre cómo los mapas geológicos MAGNA mejoraron la calidad y/o credibilidad de su trabajo.

2. Todos los estudios de Impacto Ambiental y Proyectos de Restauración que hemos hecho.
5. El calado de los perfiles sísmicos, si no se dispone de sondeos, ha de hacerse a partir de la precisión de la cartografía de superficie.
8. En todos, porque en el caso de la minería es fundamental aportar cartografía geológica.
9. En prácticamente todos los proyectos y estudios se parte de los mapas geológicos MAGNA y en la mayor parte es exigido por el pliego.
10. Los MAGNA no mejoran la calidad, puesto que la geología desarrollada en los proyectos es mucho más detallada, los MAGNA son un punto de partida.
11. Perímetro de protección de aguas minerales (balneario); investigación de recursos geotérmicos; informe final sondeo de investigación.
12. No mejoran la calidad, son una herramienta más en los estudios del terreno.
13. Una útil información preliminar; idea global del entorno.
14. En estudios de soluciones sobre viabilidad en proyectos de trazado de carreteras y especialmente en anteproyectos.
15. Al ser una cartografía general a una escala grande, la utilizo como primera aproximación a las cartografías de superficie y detalle que realice.
16. Los MAGNA son básicos para la delimitación de acuíferos o unidades hidromorfológicas; sin ellos, la credibilidad es casi nula.
17. El encuadre geotécnico que se incluye en todos los informes geotécnicos realizados.
18. Definición de marco geológico.
19. Como apoyo a la cartografía geológico-geotécnica en estudios de infraestructuras de obras lineales. En estudios previos/informativos para decidir la implantación de centrales eléctricas.
20. Investigación y distribución de Diatomitas. La cartografía MAGNA identifica estos materiales Miocenos ("Moronitas") en el seno de unidades geológicas correlacionables. Investigación para LAV Madrid-Valencia.
21. En nuestro caso para estudios geotécnicos de obras lineales y/o extensas. Por ejemplo: estudio para línea de alta velocidad.
23. Estudio de rocas industriales y áridos; ingeniería geológica; recursos minerales.
25. Evaluación de yacimientos; localización de zonas de interés.
26. Varios proyectos de carreteras y autovías en los que los he utilizado como información de base. Más de 30 proyectos.
27. Estudios geotécnicos de las ciudades de Zamora y Salamanca. Deslizamientos rotacionales en la cuenca del Duero.
28. Suelen aportar una base geológica a los informes que se realizan. En geotécnica sobre todo prima el detalle de la zona. El mapa sirve de encuadre y presentación de una nueva zona.
29. Geología de una zona a escala regional. Descripción detallada de litologías: útil para datación en sondeos.
31. La mayor parte de los estudios hidrogeológicos, de vertederos, de impacto ambiental...
32. Delimitación de perímetros de protección de aguas minerales y/o termales: Garriga, Fontdalt, Font del Brac, Montbrío,...
33. Permiten abordar cualquier investigación directamente y son la base imprescindible necesaria en el 100% de los casos
34. Estudios de implantación de vertederos, estudios de impacto ambiental, proyectos de carreteras.
35. Aplicaciones en estudios de impacto ambiental, proyectos de carreteras, anejos geológicos en pequeños proyectos.
36. Aprovechamiento de materiales en proyectos de carreteras tanto en suelos como prestamos y áridos. Estudios geotécnicos para cimentaciones.
37. Abastecimiento a Albacete con más de 100 km de tuberías, para el informe de ejecución de zanjas. Autopista N-120 para caracterización geológica.
38. Son una buena base de partida para comenzar cualquier trabajo de investigación. Se sale a campo con un criterio formado y se ahorra tiempo.
39. Facilita enormemente los proyectos de exploración lo cual supone un gran ahorro de medios y dinero. De esta forma el geólogo de empresa minera puede abordar directamente los estudios de detalle.
40. Estudios del Medio Físico. Soporte gráfico a informes técnicos geológicos. Elaboración de informes más descriptivos e intuitivos.
42. Implantación de un polígono industrial. La disponibilidad del mapa permitió seleccionar la mejor opción de ubicación y definir el tipo de actividades mejor adaptadas.
43. Dan información veraz sobre la estructura y edad geológica de los materiales. Dan una primera idea de lo que te vas a encontrar en el campo. Son muy útiles para hacer ofertas y prever posibles campañas de campo.

44. Básicamente encuadran la problemática. Por supuesto a mayor detalle, se hace necesario ampliar la escala. Absolutamente necesario reconocer sobre el terreno las facies. ¿Quién no se ha llevado sorpresas?
46. En hidrogeología, poder delimitar y acotar el territorio adecuado.
47. Estudios hidrogeológicos regionales. Estudios vulnerabilidad acuíferos. Estudios geotécnicos.
48. En algunos casos fueron utilizados como "testimonio" independiente, en conflicto de intereses, anterior, además, a que el conflicto fuese planteado.
49. Diversos trabajos de geología aplicada.
51. Innumerables trabajos de canteras, autovías, presas, etc. En todos ellos han sido decisivos los MAGNA para establecer la estratigrafía y la estructura geológica a partir de la cual se ha desarrollado la geología y geotécnica de detalle.
53. Autovía minera (Mieres-Gijón). Proyecto del túnel de Rañadoiro. Ampliación del puerto de Lastres (Asturias).
55. Estudios informativos para proyectos de infraestructura viaria o hidráulica.
56. Como información general.
57. En la presentación - maquetación de los informes; primera aproximación a la problemática de la zona y posterior replanteo campaña en función de ello (geotécnico, hidrológicos, riesgos geológicos,...)
58. Revisión del PGOU de Andorra, PGOU de Alcorisa.
59. Los cursillos de campo con los alumnos. Trabajos de investigación financiados por entidades públicas. Trabajos de científico - técnicos financiados por entidades públicas y/o privadas.
60. De gran ayuda para la realización de mapas de suelos, puesto que el material original o roca madre es fundamental en la formación de diferentes tipos de suelos que pueden aparecer en una región determinada.
61. Presentación de áreas susceptibles de investigación para diversos minerales. Identificación de zonas de exploración.
62. En multitud de ocasiones en la redacción de los Estudios Informativos y en la redacción de Proyectos de Construcción.
63. Para la realización de cartografías geológicas de detalle durante la investigación minera siempre se emplean los mapas MAGNA.
64. Conocimiento geológico previo de la zona de estudio. Soporte para cartografía geológica de más detalle. Análisis geotécnico deducido de las características geológicas.
65. El IGME es el organismo de referencia a nivel de geología.
66. Información geológica de la memoria. Perfiles.
68. Es previo en todos mis trabajos científicos el uso de mapas geológicos para la programación del trabajo. Son imprescindibles dentro del apartado clásico de localización geológica.
69. Estudios informativos de obras lineales. Selección de emplazamientos de presas, urbanizaciones, etc. Trazados de obras lineales (túneles).
70. Son geotécnica para la identificación de los terrenos.
71. Trasvase Abastecimiento Puerto Lápice - Puertollano.
72. Superponiendo la traza del proyecto sobre el mapa te da una idea muy representativa de los terrenos atravesados.
73. Siempre se han utilizado para obtener la información básica a nivel regional e incluso local y poder apoyar mejor los trabajos de investigación necesarios.
74. Los mapas geológicos son el soporte sobre el que se plantean mis programas de investigación. Sin ellos nos encontraríamos en una fase muy primaria de nuestro conocimiento.
75. Cartografía geológica de las Sierras de Levante (Mallorca).
76. Informes/estudios de geología - ingeniería geológica - geotécnica. Informes/estudios hidrogeológicos. Estudios de evaluación de impacto ambiental.
77. Ayudan a presentar la minería geológica con mayor rigor.
79. No necesito justificar la naturaleza del terreno, simplemente cito el MAGNA.
80. Permiten realizar una aproximación regional a la zona de estudio y corroboran las observaciones de campo. Dan fiabilidad al proyecto/cliente.
81. El principal interés de la cartografía geológica reside en su relación con la vegetación a través del suelo y también de la orografía o geomorfología asociadas.
82. Escaneo los mapas para utilizar los corte y columnas en mis informes.
83. Se incluye su descripción en los inventarios ambientales y forman parte de los elementos susceptibles de impacto ambiental.
84. En general en las tareas de investigación básica la existencia de mapas previos permite un mejor planteamiento de los problemas.
85. Estudios hidrogeológicos en Gran Canaria. Estudio de rocas ornamentales de Fuerteventura y La Gomera.
87. Prospección de rocas ornamentales (pizarras, granitos). Construcción Autovía del Cantábrico. Túneles, canteras, trazados, etc.
90. Diversos estudios geomorfológicos relacionados con la degradación del suelo en la Región de Murcia. Diversos estudios de evaluación de impacto ambiental y zonas de riesgo.
91. Aplicación de mapas geológico-mineros de investigación regional. Detalle de rocas y minerales industriales y gemológicos, aguas minerales y termales, minerales metálicos e informes técnicos de este organismo.

92. Localización de indicios de rocas industriales.
 93. Estudio de obras, licitación o ejecución, localización de materiales para su ejecución.
 94. Son innumerables, prácticamente todos los trabajos se basan en estas cartografías y su calidad es el mejor aval.
 95. Trabajos sobre ordenación territorial. Auditorias medioambientales. Estudios hidrogeológicos.
 96. Geotécnica para obra lineal. Identificación litológica en proyectos de prospección geofísica.
 97. Estudios geológicos GIF. Autovía de Leizarán (Navarra). Estudios geotécnicos varios.
 98. En todos los proyectos en que es imprescindible conocer la infraestructura geológica del territorio: selección de vertederos, explotación minera, exploración geoquímica, ordenación del territorio.
 99. Exploración minera regional. Selección de emplazamientos de vertederos. Estudios hidrogeológicos aplicados.
 100. En los estudios geotécnicos de medioambiente facilitan mucho la localización de las formaciones para la descripción del medio y ahorran mucho tiempo en el trabajo de campo.
 101. Proyectos de investigación minera (permisos de investigación). Estudios de impacto ambiental.
 102. Localización de muestras o puntos incluyendo datos de una unidad cartográfica. Primera aproximación a las características litológicas de formaciones o grupos de formaciones.
 103. Constituyen la primera herramienta para un anteproyecto. A nivel de proyecto, muy útiles para planificar una campaña geotécnica y estimar problemas geológicos.
 104. Como marco geológico. Datos previos a la investigación. Generación de presupuestos sin necesidad de acceder a la zona.
 105. En todos los estudios de presas, tanto nuevos emplazamientos, como antiguos. En el nuevo Inventario de Presas se intentaba incluir la información relativa al 1:200.000.
 106. Encuadre geológico en estudios geotécnicos. Aproximación a las formaciones geológicas de diversas zonas, en investigación científica.
 107. Necesarios para muchos estudios de impacto ambiental y para trabajos de diseño de investigaciones de detalles.
 108. En general en estudios del terreno para infraestructuras lineales el disponer del MAGNA ha permitido planificar la investigación, hacer una tramitación geotécnica preliminar y organizar el trabajo de campo de modo eficaz y económico.
 109. En las presentaciones a color son muy necesarios. Tantear un primer nivel de riesgos geológicos.
 110. Utilización del MAGNA en encuadres geológicos generales para ofertas. Utilización como base y punto de partida para la cartografía de detalle y la memoria en proyectos de autovías y carreteras.
 111. Caracterización de sustrato geológico de desmontes de carreteras. Estudio geológico entorno de un vertedero de residuos urbanos.
 112. Zonas donde el sustrato rocoso se encuentre profundo en edificación.
 114. Como documentación inicial y de aproximación al terreno, siempre se pide un estudio exterior con comprobaciones, sondeos y ensayos específicos.
 115. Señalamiento de sondeos. Distribución de capas para roca ornamental.
 116. Proyecto básico túneles de Pajares. Línea Alta Velocidad FF.CC. Madrid-Barcelona. Línea Alta Velocidad FF.CC. Madrid-Valencia.
 117. Aunque todos mis trabajos requieren un estudio detallado, en el primer momento es fundamental el estudio de los MAGNA para enmarcar de forma genérica el estudio (es importante para la presentación de ofertas).
 118. En estudios informativos para trazados de carreteras y ferrocarriles la serie MAGNA permite tener una visión de conjunto de los materiales y su distribución que debido a las amplias zonas de estudio es muy difícil estudiar.
-
501. Confección guías de planificación E.G. para la Comunidad Valenciana y Región de Murcia.
 502. Más que mejorar la calidad y credibilidad, nos sirven para facilitar la realización de los trabajos.
 503. Mapa geológico y minero de Castilla y León. Proyecto de oro de Salamón (León). Programa de exploración sistemática de Castilla y León (Geoquímica de arroyos).
 504. Los MAGNA sirven para una primera aproximación previa al terreno y a las estructuras geológicas, pero su fiabilidad es relativa (distintas fechas de realización y conocimientos, experiencia y competencia factor humano heterogénea). Útiles también para realizar esquemas geológicos publicables y consultar la documentación complementaria (muestras, análisis, etc.).
 505. Creo que dan confianza en uno mismo, ya que resuelven dudas y te ayudan a reconocer el terreno con un golpe de vista. Es una herramienta indispensable.
 507. Base de arranque para realizar mi propia cartografía geológica.
 508. En la redacción de Planos Parciales y Proyectos de Urbanización de 500.000 a 2.000.000 m².
 511. A menudo se nos requiere una actualización y profundización de la información geológica MAGNA, utilizando dicha cartografía como base.
 512. Anejos a la memoria de Proyectos de Aprovechamientos Hidroeléctricos, en lo que se refiere a Estudios Geológicos de los distintos emplazamientos de las instalaciones.
 513. Trabajos concretos para carreteras en zonas de Galicia y las Béticas, donde nos fueron de gran ayuda para realizar los trabajos geotécnicos.
 515. Al realizar estudios geotécnicos es una información valiosa, como referencia y como complemento a otras investigaciones.

516. Para cualquier proyecto geotécnico de importancia son de vital necesidad, sobre todo en el inicio de los trabajos. El MAGNA es un apoyo imprescindible en todos nuestros proyectos.
518. Proyecto de Plan Director de Regulación Área Minera de Almadén. 2002.
519. Documentan y certifican la descripción del material que aflora en la zona de estudio.
520. Muy importante para iniciar los trabajos de campo: cartografía de detalle, diseño de campaña de investigaciones geotécnicas, inventario de yacimientos y prestamos, problemática geotécnica esperable, predominio de materiales con comportamiento geotécnico de suelo o roca, etc.
521. En la fase de exploración son imprescindibles, en la de investigación son útiles, y en la de explotación su uso se restringe a la introducción geológica de los proyectos mineros.
522. Dan una idea general.
524. Sirven para una primera orientación.
525. Fundamentalmente en estudios previos o informativos.
526. Estudio de evaluación de recursos hidráulicos subterráneos del territorio histórico de Guipúzcoa.
528. Investigación de las reservas La Monaguera y La Remonta.
531. Se utilizan como información complementaria, tanto para realizar la oferta como para la obra.
533. Control litológico-estructural de los perfiles longitudinales de los ríos. Control litológico en la hidroquímica general.
534. Habitualmente el trabajo esta acompañado por una copia del mapa geológico, donde se indica el área de estudio.
536. En la Publicación del Mapa Geológico y Minero de Castilla y León E1:400000 fue imprescindible su utilización. En todos los proyectos de exploración e investigación minera es herramienta base de información y selección de áreas.
537. Todos y cada uno de los proyectos de grandes presas.
538. En proyectos de obras de ingeniería civil, pueden cubrir la primera fase, denominada de Estudios Previos o de Viabilidad.
539. Localización de yacimientos y canteras activas o abandonadas. Clasificación de desmontes (roca o tierras) en diferentes tipos de obras.
540. Son referencias conocidas y asequibles a todos.
542. Es un testimonio de gran valor sobre la geología del terreno donde se trabaja, avalada por el IGME.
546. Proyectos de vertederos, de infraestructuras, de ordenación del territorio.
547. Partimos de ellos para la investigación minera.
548. Planteamientos específicos de intervención en realce de cimentaciones para justificar la dificultad o complejidad del terreno y la necesidad de un estudio geológico en profundidad (coste adicional).
Complemento a estudios poco profesionales.
549. Son la base sobre la que se inicia el estudio geológico. Siempre se realiza investigación geotécnica.
551. Siempre sirven de punto de partida. Luego trabajamos a escalas menores.
552. Proyectos de infraestructuras lineales.
553. Facilitan extraordinariamente la identificación de los materiales geológicos, litología, edad, correlaciones, etc.
554. Estudios hidrogeológicos, ubicación de vertederos, investigación minera.
556. Casi cualquier proyecto de investigación parte de los datos aportados por el MAGNA.
557. Ayudan a definir los terrenos que se pueden encontrar antes de ir al campo a definir con detalles las características geológico-geotécnicas para un proyecto.
558. Mi experiencia en los proyectos de ingeniería, me indica que la base geológica es fundamental para alcanzar los objetivos previstos.
560. En ingeniería los primeros tanteos y visitas de campo hay que hacerlas con las hojas del MAGNA. Su facilidad de adquisición y precio las hacen insustituibles.
562. Las observaciones de detalle se ven facilitadas y arropadas por el conocimiento general que brinda el MAGNA. Sobre territorios amplios permite una síntesis eficaz del conocimiento.
564. Obra civil (lineales, emplazamientos), obras hidráulicas (presas, conducciones), captación de aguas subterráneas, ordenación del territorio, contaminación de suelos y aguas.
565. Los MAGNA son en el entorno universitario, la base cartográfica, en muchos casos única, para la docencia.
566. Trabajos de emplazamiento de campañas sísmicas, trabajos de campo de muestreo geológico, trabajos regionales de exploración.
567. Investigación del yesífero de Sorbas (Almería), investigación del yesífero de Cuevas de Almanzora (Almería)
568. Encuadre geológico en edificación. Hidrogeología, acuíferos. Riesgos naturales, prevención, formaciones geológicas.
569. Generación de mapas adecuados de distintos derechos mineros. Generación de mapas hidrogeológicos.
570. Impacto ambiental. Organización de explotaciones. Ubicación de vertederos.
571. Independientemente de su obligatoriedad de consulta (según prescripción de la Administración) en proyectos de carreteras y ferrocarriles la adecuación de los perfiles obtenidos por interpretación de la prospección propia al adecuarse a los deducibles de la cartografía MAGNA, ha permitido encajar los primeros aspectos de muchos proyectos de túneles.
572. Enlaces de carretera. Impacto ambiental.
573. Mapas hidrogeológicos, geomorfológicos, de rocas (varios tipos). Sin ellos, trabajos diversos no serían factibles o habría que recurrir a campo, por tanto aumentan los costes.

574. Las cartografías 1:50000 representan una información básica preliminar de cualquier trabajo más detallado.
575. En varias colaboraciones de obras lineales, esencialmente túneles de ferrocarril. En todos los proyectos o tesis en una región.
576. Todos los proyectos tienen un anejo geológico en el que el PPTP obliga a la consulta del MAGNA.
577. Se aceptaba su información sin discusión. Para no aceptarla había que “demostrar”, con estudios no fáciles.
578. Ayudaron a una mejor identificación del conjunto de acuíferos de la cuenca del río Besós (Barcelona).
579. Delimitación de los permisos de investigación solicitados. Cartografía geológica preliminar para la realización de una cartografía de detalle. Potencia de las capas mineralizables.
580. La mayoría de los proyectos tanto del MCyT como de instituciones regionales y locales.
582. Todos los proyectos de investigación realizados.
583. Descarte de emplazamientos de un vertedero en la comarca del Segrià según la litología del terreno y otros criterios adicionales.
584. Realización modelos predictivos de distribución de organismos. Ubicación de prospecciones paleontológicas.
585. Utilización como base cartográfica. Datos y ensayos contenidos en la memoria. Situación y tipos de recursos geológicos e hidrogeológicos.
586. Constituyen una base geológica fundamental para cualquier proyecto que contenga aspectos geológicos.
589. Habitualmente se usan en la preparación de ofertas o estudios previos, por ejemplo, estudios informativos Arbuio Sodupe; oferta variante de Potes...
1002. Materiales presentes y características asociadas, por ejemplo: nivel calcáreo: karst, resistencias elevadas. Realización de presupuestos en función zona.
1005. En todos nuestros proyectos los MAGNA mejoraron su calidad.
1006. Respaldo oficial de unas observaciones propias, confirmar o desmentir observaciones propias.
1007. Conocimiento del terreno a priori para todo tipo de estudios: geotécnicos, hidrogeológicos,...
1008. Constituyen la base para el planteamiento y planificación de la investigación, proyecto, tesis, tesinas,...
1012. En la mayoría de proyectos son nuestra base documental.
1021. El conocimiento actual a la estratigrafía elemental del Cretáceo de la Cordillera Ibérica. Solo se ha podido lograr porque los afloramientos de los grandes conjuntos estaban recogidos en los MAGNA.
1024. En estudios previos de alternativa de trazado son imprescindibles, para variantes, etc.
1026. Forman parte de la docencia.
1027. En proyectos de presas en los que la información existente era confusa o anticuada.
1028. Base de presentación del trabajo. Información básica que permite evaluar las mejoras.
1032. Enseñanza de cartografía geológica básica. Enseñanza de cortes geológicos básicos. Realización de itinerarios geológicos.
1037. En el momento de empezar un nuevo proyecto el mapa es básico para la situación general y planteamiento de los nuevos trabajos a realizar.
1038. Integrado en un GIS, se integran los datos de subsuelo: sísmica, sondeos.
1039. El disponer de ellos con antelación permite estimar mejor costes de trabajo, e incluso anticipar problemas al cliente, aunque requieran los estudios de detalle suficiente.
1042. A la hora de planificar un estudio geotécnico en una zona (presentación de ofertas).
1044. En estudios previos de localización de yacimientos y estructuras (ahorra tiempo y aporta una visión general). En trabajos de detalle (evita errores de tipo geográfico y estructural).
1045. Imprescindibles para cualquier trabajo geológico-minero en zonas no conocidas, esencialmente si existe cierta dificultad geológica.
1053. La entidad contratante, tanto privada como pública, considera el mapa geológico MAGNA como cartografía geológica oficial.
1055. En nuestro caso, solo en las ocasiones en que el MAGNA esta levantado por autores especializados en procesos sedimentarios y su significado.
1065. Numerosos proyectos y estudios de cerradas de presas, trazas de canales, carreteras y túneles abordados en las dos décadas pasadas y otros más no desarrollados.
1066. Permitieron precisar y afirmar, sobre todo en zonas limítrofes entre distintas formaciones.
1067. Considero el MAGNA como documentación básica de consulta; normalmente se tiene que complementar la información con reconocimientos locales o específicos. Plantear su utilidad es muy complejo, como querer valorar la red de carreteras publicas u otra infraestructura.
1069. Realmente, trabajamos a escala mucho menor a la 1:50000 para llegar a tal grado dependencia.
1071. En la selección de áreas con interés metalogenético. Como ejemplos de interpretación metalogenética y de exploración minera.
1073. Restauración del medio natural y evaluación de impacto.
1081. Permitieron planificar bien trabajos de campo, establecer los puntos de mayor interés (fallas,...) Y seleccionar mejor emplazamientos.
1082. Sirven como un buen punto de partida en la realización de la cartografía geológica, para la planificación de la campaña de investigación geotécnica, etc.
1083. Es evidente que la no disponibilidad resta información necesaria a ciertos proyectos, dependiendo de ellos se precisa acometerlo o cercenar su contenido.

- 1084. Utilización en direcciones de obra, presentación de informes de impacto ambiental,...
- 1091. Ayuda a situar la parcela de estudio en un marco geológico regional, así como a tener una buena aproximación de la petrología y geoquímica de las formaciones que aparecen en el estudio.
- 1093. Siempre es una garantía de calidad.
- 1095. Confección de anejos de geología más completos y generales, que complementan los estudios de campo.
- 1096. Proyectos energéticos: es fundamental conocer con exactitud las características de cualquier emplazamiento: topografía, geología, hidrografía, infraestructuras, etc.
- 1098. Facilitan el trabajo, proporcionando una información preliminar de referencia.
- 1099. En los estudios ambientales proporcionan una cartografía imparcial.
- 1101. Mapas de ocupación del suelo.
- 1103. Facilitan la cartografía a escalas mayores que 1:50000, localización y detección de accidentes geológicos,...
- 1104. Se solicitan sobre todo en los estudios de impacto de explotaciones mineras y de cualquier proyecto que deba presentar una impermeabilización del terreno.

ANEXO XII

Dificultades generadas por la carencia de hojas MAGNA (Pág 195-199)

ANEXO XII

COMENTARIOS SOBRE LAS DIFICULTADES GENERADAS POR LA CARENCIA DE LAS HOJAS MAGNA

Describe proyectos en los cuales la falta de mapas geológicos MAGNA generó un mal planeamiento o costes adicionales.

3. Estudios informativos y proyectos de construcción de ingeniería (carreteras, edificación, obras de servicios,...)
5. En un proyecto de la “depresión intermedia” (provincias de cuenca y Guadalajara) se hubieron de comprar y reprografiar hojas aun no editadas con mayor coste y peor calidad. En la cuenca del Guadalquivir similar.
8. No se realizo mal planeamiento solo hubo el coste adicional de la realización de la cartografía geológica.
10. Autopista de peaje Madrid-Toledo (anteproyecto actualmente en redacción).
11. Evaluación de impacto ambiental (costes adicionales). Ubicación de sondeos de abastecimiento (costes adicionales).
13. Proyecto de construcción de la autovía 2ª cinturón circunvalación de Vigo.
15. Estudio informativo n-322 Linares-Albacete.
16. Delimitación de unidades hidrogeológicas de la cuenca sur, actualmente en realización; en las zonas sin 1:50000, la discriminación entre acuíferos-impermeable está siendo menos precisa.
19. Estudios geológico-geotécnicos de infraestructuras de obras lineales (carreteras, ferrocarriles), en los que la falta de hojas MAGNA supuso costes adicionales por necesitarse mayor dedicación y tiempo para elaborar la cartografía geológica.
20. Planificación de estudios informativos en Extremadura (Badajoz-Cáceres)
21. En general cuando no es posible disponer de mapas MAGNA, se recurre a otro tipo de cartografía geológica.
26. Varios proyectos de carreteras y autovías en los que los he utilizado como información de base. Más de 30 proyectos. En algún caso la información de los MAGNA no era totalmente correcta una vez contrastada a escala mayor.
27. Estudio estructural de los granitos de las sierras de Béjar y Francia (no existían los mapas cuando se realizo el trabajo).
31. Pocas ocasiones. Más problemas cuando se utilizaban MAGNAs de distintas “calidades”.
32. Minas de zinc en el Valle de Arán; minería antigua en la Vall de Ribes de Freser; caracterización de los manantiales del Pirineo; geotécnia del trayecto del TGV.
33. Proyectos de investigación en los que realizar un mapa previo para abordar los problemas llevo años de trabajo.
34. Proyectos de carreteras (fue necesario realizar estudios fotogeológicos).
35. Proyectos de carreteras, cimentaciones de estructuras, etc.
36. La falta de MAGNAs genera una mayor necesidad de estudios de campo, caros y con consumo de tiempo.
39. Siempre hemos dispuesto de hojas MAGNA, pero sí nos ha generado algún problema la información errónea que pudieran contener, como por ejemplo, fallos en la cartografía.
40. Sondeos y prospecciones geotécnicas. Muestreo de aguas subterráneas. Hipótesis erróneas de dispersión de la contaminación a través de vertidos de agua.
41. En la localización de minerales asociados a tipos de roca concretos. En estos casos fue necesario comenzar por la realización de cartografías geológicas, siempre de coste elevado.
42. Reconocimiento geológico-geotécnico del trazado de una canalización de agua potable en la zona de la Seo de Urgel (Lérida). Planeamiento inicial insuficiente.
43. En proyectos de carreteras no poder determinar con certeza aspectos litológicos y estructurales, así como la edad de los materiales.
44. Invertimos tiempo en los planes de trabajo. Con ello se detecta la situación cartográfica y se presupuesta el posible remedio.
46. La falta de precisión o no existencia de mapas geológicos supuso muchas horas de campo para obtener una aproximación geológica.
47. Estudio hidrogeológico para ubicar vertidos y captaciones de aguas subterráneas.
49. Diversos trabajos por falta de la hoja MAGNA de Gerona.
51. Apenas he tenido casos en que faltase el MAGNA, entonces, se recurre al 1:200000 y se reduce la precisión.
55. Estudio informativo de la radial 4. En general en estudios de reducido presupuesto, la falta del MAGNA repercute en costes de investigación geológica en mayor proporción.
57. Cuando no existe MAGNA usamos otras fuentes (tesis, tesinas, trabajos de investigación,...). Es decir, supone un trabajo extra.
58. Central de ciclo combinado de escatrón. No existía la hoja 411. PGOU de Hajar.
59. El problema puede no ser la ausencia de mapas, sino que muchas hojas están obsoletas tanto en la cartografía como en la terminología usada en leyenda y memoria. Esto es muy evidente en las hojas de la faja pirítica ibérica.
61. Proyectos de explotación en minería a cielo abierto. Proyectos de ubicación de escombros.

65. Explotación de canteras de roca ornamental: contratación de estudios geológicos de detalle o regionales.
68. Todos los proyectos de tesis doctorales regionales realizados en España han generado costes adicionales altos, una disminución de objetivos geológicos correctos y en no pocos casos planteamientos erróneos. Sobre todo en los terrenos precámbricos y paleozoicos, cuando no se disponía de MAGNA.
69. Estudios informativos. Todo tipo de proyectos de obras lineales, presas, urbanizaciones,...
71. Túnel hidráulico de Puertollano. Estudio geológico del alto Gállego.
73. En las ocasiones en que no había MAGNA se ha recurrido a cartografías existentes, antiguos mapas de 1:50000, mapas 1:200000 con la evidente merma en la calidad de las informaciones, necesitando más tiempo en la planificación.
75. Prospección hidrológica en Ibiza, o cartografía geológica en Andraitx (Mallorca).
80. Proyectos en los que existía un acuífero somero que estaba afectado por contaminación antrópica.
81. En los proyectos de repoblación forestal, la falta de mapas geológicos suele sustituirse por el conocimiento somero de las rocas que afloran, lo que no tiene consecuencias negativas importantes, aunque es cierto que dicha cartografía facilita el trabajo.
82. Todos los realizados en la comarca de la montaña de Alicante y los de la zona de Sagunto.
83. Cartografía y estudios marinos.
84. En la realización de tesis doctorales. Trabajos de investigación relacionados con investigación básica supuso costes adicionales importantes.
85. Estudios hidrogeológicos de la gomera, Fuerteventura y el hierro; mapas de rocas industriales; informes de rocas industriales...
86. Investigación de masa canterable. Investigación de aguas subterráneas. Estudios geotécnicos para obra pública.
87. Prospección de rocas ornamentales (pizarras), por la escasa información contenida en los mapas antiguos. Trabajos en otros países con muy poca información.
92. Investigación de rocas industriales en la provincia de León y limítrofes.
93. Proyectos de obras lineales con necesidad de aportación de material fundamentalmente para la construcción.
94. La ausencia de mapas geológicos genera la necesidad ineludible de elaborar documentos cartográficos sustitutivos o nuevos, lo que crea un coste adicional elevado. Sin esos mapas no es posible acometer un estudio geológico,
95. estudios de impacto ambiental. Estudios realizados en ámbito del Pirineo.
96. Diseño de obras lineales. Diseño en planes generales de urbanismo.
97. Gasoducto Lac-Serralbo (Enagás). Faltaba el terciario cuenca del Ebro.
98. Exploración minera. Búsqueda de emplazamientos de almacenamiento de residuos, tanto superficiales como subterráneos.
99. Alternativas de trazados de obras lineales. Exploración minera regional.
100. Tenemos problemas para la descripción de la geología en la zona de Gerona, donde se pierde tiempo en mapas detallados de geología.
101. Proyecto de investigación en la zona de MAGNA sin publicar, las campañas de perforación de pegmatitas sódicas que se horizontalizan.
102. Investigación de mineralizaciones de talco en formaciones triásicas del Pirineo catalán (Generalitat de Catalunya, 1989-1990).
103. Trazados de autovía con un escaso conocimiento previo llevan a elegir corredores con problemas geotécnicos (ejemplo: llevar una carretera por una ladera en la que la estratificación buza hacia la calzada.)
105. Presas de Itoiz, Santa Liestra, Yesa, Cárcabo (Murcia).
106. Anejo geológico de proyectos de carreteras en Fuerteventura.
107. Proyecto de tres parques eólicos en la zona de Terra Alta. Se necesitaron trabajos adicionales por la falta de alguna hoja MAGNA.
108. En los estudios geotécnicos para edificación la escala del MAGNA hace que su información sea solo orientativa, pero cuando no existe, las previsiones son definitivamente mucho peores.
109. Un túnel en el que se constató la génesis y edad de los materiales volcánicos.
114. Actualmente su falta encarece el trabajo, pero no justifica su no ejecución por falta de información inicial.
115. Investigación para la apertura de una explotación de roca ornamental.
117. Siempre se dispuso de MAGNAs, pero en algún caso la escala de los mapas motivo un incremento del número de reconocimientos y de los días de campo inicialmente previstos.
118. Su falta en la zona de Pacarós (Gerona) nos obliga a un extra de reconocimientos de campo para centrar el contexto geológico del proyecto.

501. Urbanización en la sierra de Bernia. La falta de mapas MAGNA quedó subsanada por un estudio bibliográfico. Los sondeos se emplazaron sin una visión general.
502. Estudios de taludes en la isla de la palma.
503. La falta de MAGNAs de la cuenca del Duero se suplió con otros trabajos regionales de menor detalle para la realización del mapa geológico y minero de Castilla y León. Fue un inconveniente.
504. Aun cuando existen, se deben destinar costes adicionales a comprobar su fiabilidad, que es muy variable y a veces es la que genera un mal planteamiento.

505. Algunos itinerarios escolares, cuando no tenemos hoja MAGNA, me cuesta más trabajo realizarlos, y a veces surgen dudas con contradicciones en ciertas interpretaciones.
508. Un proyecto de plan parcial que se modificó al tener otra fuente una errónea delimitación de zonas de riesgo de deslizamientos.
511. Estudio geológico-geotécnico del itinerario rc-851 de Salamanca a toro, c-519 para la junta de Castilla y león.
515. El desconocimiento de los materiales antes de comenzar un proyecto hace que el presupuesto sea menos acertado.
516. En un proyecto geotécnico de obra lineal o de importancia, el apoyo del MAGNA es indispensable. Si no existe el MAGNA a 1:50000, se recurre al 1:200000, pero siempre es una información de partida muy valiosa, aunque posteriormente se completa y matiza durante el proyecto.
518. Estudio geotécnico de piscinas publicas "el silo", Burgos.
520. Un caso claro en el que la falta de cartografía MAGNA repercute negativamente en la calidad del estudio es en los estudios informativos para una obra de trazado lineal, donde se plantea el estudio comparado de importantes longitudes de trabajo distribuidas en diferentes corredores o alternativas. En este caso a diferencia de los estudios de detalle, no es posible realizar una cartografía a gran escala en campo, y por tanto, se debe recurrir a la cartografía geológica existente para confeccionar un mapa geológico, que luego se revisa y permite detectar los problemas geotécnicos más importantes. Cuando no existe esta información o no es homogénea repercute en la calidad, no permitiendo obtener buenas conclusiones, quedando aspectos sin cubrir.
522. Proyectos de infraestructuras.
525. En proyectos pequeños, la falta de MAGNA se nota más, porque en ellos la parte del presupuesto destinada a geología es menor.
532. Informes geotécnicos, captaciones de aguas subterráneas, vertederos, etc.
536. En el mapa geológico y minero de Castilla y león e 1:400.000 genero más gastos la búsqueda de geología donde no había MAGNA.
546. Proyecto trasvase Júcar Vinalopoo. Requirió cartografía geológica específica en varias zonas del trazado.
548. Planteamiento con estudios geotécnicos insuficientes o erróneos.
549. Se requiere mayor trabajo de cartografía geológica de campo y de análisis de gabinete.
551. Cuando no los hay generamos nuestros mapas.
553. Los utilizo en todos los trabajos referidos a un determinado territorio, salvo en las ciudades de Oviedo y Gijón que existe una bibliografía específica (geológica-geotécnica) mucho más precisa que los mapas MAGNA.
558. Siempre se generan costes adicionales, traducido en una mayor participación del geólogo (cualquier proyecto de infraestructuras).
559. Investigación de yacimientos de rocas industriales.
560. En ingeniería no se llega a tanto, pero la falta de hoja geológica conllevaría perdidas de tiempo y mayor gasto.
564. Presa de gata de Gorgos (Alicante): no embalsa. Central nuclear de Ascó: arcillas expansivas del mioceno. Presas de Guadalhorce – Guadalteba: salinidad. Fracasos en captación de aguas subterráneas.
568. Edificación en áreas de nueva urbanización.
569. Diferentes proyectos de investigación de la consejería de economía y trabajo de la junta de Extremadura.
571. Los estudios informativos de varios corredores de autopistas en Castilla, concretamente Zamora-Cáceres y Tordesillas-Salamanca, y al sur del Pirineo: Lérida-Huesca, que debieron hacerse previamente a la publicación de las hojas, y obligaron a una cartografía de campo a 1:25000 como base de partida.
577. Presa derruida de Tous. Confundió mioceno con cuaternario. Obligó a una presa de materiales sueltos (el mapa existía). Túnel de Talave del A.T.S. con sobrecoste mayor al 500%.
581. Estudio de ladera en la margen derecha del río Gállego en el término municipal de Murillo de Gállego (Zaragoza).
583. La ubicación de fosas para cerdos afectados por la peste porcina y sacrificados. No se disponía de MAGNA y en algunos casos se realizo alguna cata.
585. Plan de ordenamiento del medio físico de las Bárdenas Reales. Impacto ambiental de la autovía Pamplona-San Sebastián.
586. Todos en los que siendo imprescindible el apoyo geológica, no existía la hoja MAGNA correspondiente.
587. Sierra de Albarracín. Faltaba la hoja correspondiente a el Cabril. Produjo costes adicionales.
1001. Infraestructuras para urbanizaciones. Proyectos parques lúdicos.
1002. Aiguafreda (estudio geotécnico). León (estudio geotécnico).
1006. La falta de mapas geológicos implica un mayor desconocimiento en cualquier estudio geológico y geotécnico.
1018. Prospección de recursos. Investigación geofísica.
1020. Me obliga a realizar visitas adicionales, aunque solo sea para presupuestar trabajos.
1028. Proyectos de investigación paleontológica. Proyectos de investigación sedimentológica.
1035. Instalación de un centro de almacenamiento de GCP (800 m³) en la Seo de Urgel.
1037. Los proyectos de investigación de suelos contaminados se plantean en base a la tipología de terreno y la existencia de acuífero. Si no se conoce, el trabajo no se plantea bien y puede tener repercusiones económicas importantes.

1042. Varios proyectos en los que hubo que visitar el lugar para hacerse una idea de los materiales a encontrar a la hora de realizar presupuestos para geotécnia.
1044. Colocación de sondeos en sitios poco favorables. Mala colocación de instalaciones e inicios de obras.
1045. En un reciente trabajo de ordenación de la minería de a pizarra en la cabrera (león), era fundamental conocer la geología con precisión. Al ser el MAGNA antiguo, se debió recurrir a otras cartografías.
1046. Sistema de información minero ambiental de Castilla la mancha: la ausencia de mapas 1:50000 ha obligado a trabajar con menor precisión.
1050. Prospección minera de minerales metálicos en varias partes de España en los años 80.
1053. Fotointerpretación de procesos morfodinámicos activos en dos zonas de Castilla y león.
1059. Nuestros proyectos no tienen como base el MAGNA al no tener mucho detalle, pero son un punto de partida muy importante, aunque no evita hacer el trabajo de campo.
1065. Varios proyectos de obras de regulación, de captación de agua, estudios de trazas de conducciones en las vegas del Guadiana (Badajoz y Cáceres) y en La Mancha.
1070. Todos los realizados en la faja pirítica antes de la realización del MAGNA.
1088. Proyectos de investigación minera, por ejemplo, fue necesario hacer cartografía previa (incluso a 1:50.000).
1093. Proyecto de presas de Santaliestra y Biscarres (Huesca) además de otros.
1103. Autopista Madrid - Toledo.

ANEXO XIII

**Presupuestos necesarios para el desarrollo de la investigación geológica
sustitutiva (Pág 200-201)**

ANEXO XIII

COMENTARIOS SOBRE PORCENTAJE DEL PRESUPUESTO NECESARIO PARA DESARROLLAR INVESTIGACION GEOLOGICA SUSTITUTIVA

En un proyecto típico de su organización, cuando no existen mapas geológicos MAGNA ¿qué porcentaje de los presupuestos del proyecto debe invertirse en investigación geológica sustitutiva mediante trabajo propio o contrata?

- 2. Para estudios de impacto no se subcontrata nada debido a su bajo presupuesto.
- 33. Años de trabajo.
- 39. Muy variable, depende de la realización de sondeos.
- 51. Apenas se gasta más, pero eso repercute en la calidad final del trabajo cartográfico y, por tanto, aumenta el coste de la obra.
- 80. Muy poco.
- 107. Muy variable.
- 114. Respecto al presupuesto del proyecto (éste es del 2 al 3% de la obra) del 20 al 30%.

- 501. El mapa geológico es insustituible.
- 505. Depende de la zona, la dificultad y el proyecto.
- 506. Es muy variable.
- 512. Aprovechamientos hidroeléctricos ilimitado.
- 516. Muy difícil de cuantificar ya que para nosotros es obligatorio casi siempre realizar una campaña geológica además de la información proporcionada por el MAGNA. Normalmente la campaña puede representar el 10% del proyecto.
- 520. En principio siempre se parte de información previa, inclusive esc. 1:200000.
- 534. No se da el caso, siempre encuentro mapas geológicos.
- 541. Muy elevado.
- 547. 20% no contempla inversión industrial.
- 551. El necesario.
- 552. Se hace siempre trabajo adicional.
- 553. En mi caso dispongo de todos los mapas pero si no existiesen obligaría a un aumento de los trabajos previos de cartografía de detalle difícil de cuantificar económicamente.
- 556. Muy variable.
- 560. Difícil contestación.
- 566. Muy pequeño.
- 576. 0,1 – 0,2% aunque existan.
- 577. 0,5 – 1% sobre coste del proyecto no de construcción.
- 584. Imposible cuantificar.

- 1012. Siempre hacemos cartografía de detalle.
- 1045. Varía mucho: 20-80%.
- 1055. Mínimo.
- 1062. Muy variable.
- 1067. Una buena cartografía de detalle puede superar el 50% en reconocimientos preliminares.
- 1079. El mapa geológico es una información más, no es sustitutivo.
- 1083. Depende del proyecto puede variar hasta un 10%.
- 1097. Variable.
- 1098. El mapa geológico, es un apoyo, no una solución.
- 1104. Cero. Los estudios de impacto ambiental deben presentar el mapa geológico, por lo que corre a cuenta del promotor del proyecto

ANEXO XIV

Valor de las hojas MAGNA en ejemplos de casos reales (Pág 202-204)

ANEXO XIV

COMENTARIOS RELACIONADOS CON EL VALOR DE LAS HOJAS MAGNA EN EJEMPLOS DE CASOS REALES

Si los mapas geológicos MAGNA no hubieran existido ¿qué cantidad hubiera sido necesario invertir para obtener la información contenida en ellos?

- 5. Incalculable.
- 25. Incierto.
- 43. Más que ahorro incide en la calidad.
- 47. Inasumible.
- 51. En caso de que se hubiese decidido hacerlo, que lo dudo.
- 79. Ni idea.
- 81. 0.
- 94. No hubiese sido posible hacer el proyecto.

- 501. Desproporcionado, no solo gasto, también tiempo.
- 503. Sería imposible.
- 504. Infraestructura publica de conocimiento. No valorable.
- 505. Prácticamente la totalidad.
- 516. Imposible saberlo.
- 520. No es posible dar una cuantificación económica puesto que siempre se realiza una cartografía de gran escala (1/2000) en cualquier caso. Pero es muy importante tener una idea previa de lo que se va a encontrar, de la estructura,... Todo esto avalado por expertos de empresas y universidades que se dedican a geología regional.
- 541. Muy elevada.
- 545. En algún caso el proyecto no hubiese sido posible.
- 553. No se puede precisar.
- 556. Muy difícil de evaluar.
- 560. No puedo contestar, pero desde luego más de lo que valen las hojas MAGNA.
- 568. Tiempo.
- 569. Incalculable.
- 577. Igual a la relación del 30% de una hoja.
- 584. Imposible estimar.
- 588. No evaluable.

Si los mapas geológicos MAGNA existían, ¿podría Vd. Estimar los ahorros que les fueron generados por su disponibilidad?

- 5. Incalculable.
- 25. Incierto.
- 43. Más que ahorro incidió en la calidad del trabajo.
- 64. Miles y tiempo.
- 74. Miles más el disponer de una información regional homogénea.
- 79. Ni idea.
- 81. 0 (su disponibilidad mejora la calidad del resultado. Cuestión de compleja evaluación económica.)
- 94. Más del 100% del proyecto. El presupuesto del proyecto se basó en la disposición de estos mapas.

- 501. El valor de realizar el estudio geológico.
- 503. Imprescindible MAGNA.
- 504. Infraestructura publica de conocimiento. No valorable.
- 505. Prácticamente la totalidad, menos precio del mapa.
- 516. Mucho trabajo de campo: cartografía geológica, sondeos, reconocimientos, etc.
- 520. Ver 11d.
- 556. Muy difícil de evaluar.
- 568. Tiempo y comodidad.
- 577. Muy difícil.

Dado el valor para Vds. de los mapas geológicos MAGNA. ¿Cuánto se habría estado dispuesto a pagar por la información geológica contenida en ellos?

8. Variable dependiendo la calidad del mapa.
 11. Por la información contenida en un mapa MAGNA solo estoy dispuesto a pagar el precio de venta del mapa, otra cosa diferente es: si no existe mapa MAGNA! ¿es que quieren, acaso, subir el precio?!
 16. Dependiendo de su facilidad de "uso" (soporte, homogeneización entre sus hojas, etc.), Entre 30 y 300 euros/hoja.
 26. Lo que valen pues es una edición amplia.
 33. Posiblemente la empresa no habría hecho la inversión en exploración.
 36. Puesto que es un servicio, el precio que tienen es adecuado.
 38. Lo que actualmente cuestan.
 40. Entendemos que debería cobrarse únicamente los gastos de edición.
 43. Lo que vale el mapa.
 44. Que existan vías de comunicación, qué ahorro representa?
 51. No lo sé. Al tener un precio barato, conocido y publico es difícil imaginarlo.
 54. 0, deberían estar en red de forma gratuita.
 57. Su precio justo.
 59. Nosotros hubiésemos generado la información.
 64. Precio elevado (sin determinar).
 74. Incalculable.
 79. Lo que cuesta un mapa MAGNA.
 87. Es un precio político, como lo mapas topográficos.
 91. Si los fondos fuesen privados 100 euros/hoja.
 94. Díficil respuesta, el cliente debería haber pagado un 30% del proyecto.
 110. Incluido digital.
 112. Su precio.
-
501. El valor de realizar el estudio geológico.
 503. Es imprescindible, habría que hacerlo.
 504. Infraestructura publica de conocimiento. No valorable.
 505. No se hubiese hecho el proyecto por parte del ayuntamiento, al menos con calidad.
 520. Ver 11d.
 554. Lo actual, al ser un servicio publico y del estado.
 562. Según presupuesto del pliego de una entidad publica.
 569. Incalculable.
 574. Se debería estimar en el proyecto, pero un precio superior al de compra.
 577. Depende del estudio. Quizás como media el 10% del coste de una hoja.
 579. Depende de la calidad de la información.

ANEXO XV

**Comentarios generales sobre los programas de cartografía geológica del IGME
(Pág 205-209)**

ANEXO XV

COMENTARIOS GENERALES SOBRE LOS PROGRAMAS DE CARTOGRAFIA GEOLOGICA DEL IGME

Cualquier otro comentario sobre los programas de cartografía geológica del IGME que Vd. considere de interés reflejar:

1. Debe mejorarse la coordinación de los mapas entre hojas colindantes tanto en aspectos de fondo (contactos, estratigrafías, etc.), como en cuestiones formales (mismos colores, tramas, leyendas, etc.)
5. Seguir fases de integración de datos de subsuelo y otros disponibles (públicos) que se compendien en la hoja.
7. Considero que más interesante que repetir el MAGNA 1:50000 es realizar 1:25000 de las zonas más interesantes. Con carácter exclusivamente geológico y como mucho hidrológico.
8. ¿Cuándo se espera que estén editados todos los mapas?
9. Sería muy interesante un sistema de información geográfico (SIG) con la información geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrogeológica, riesgos, etc.
10. Sería muy importante poner al día los mapas de R. Industrial. Reeditar hojas agotadas. Completar programas. No pilotear en varios.
13. Más rapidez en la digitalización de las hojas existentes y reposición de las agotadas.
14. Sería muy interesante disponer de datos de canteras, para estudiar la disponibilidad de material para terraplenes, zahorras y suelos relacionados con CBR>10 CBR>20.
16. Creo conveniente no detener el esfuerzo inversor en cartografía geológica a escala 1:50000 o de mayor detalle (por regiones geológicas, bloques de hojas de más demanda, etc.)
17. Me gustaría que la notación de los materiales fuese más sencilla ya que confunde que solo se le añada una letra pequeña de superíndice o subíndice.
19. Sería interesante plantear cursos de formación por parte de gente con una amplia experiencia en cartografía geológica de hojas MAGNA, que trasmita a las nuevas generaciones sus conocimientos, técnica y experiencia, tanto teórica como practica.
20. El IGME debe procurar homogeneizar el nivel de la cartografía con las que suministran ya otras comunidades (Cataluña) o entes (EVE).
26. A lo largo de mi trabajo en los últimos 14 años he detectado errores en las hojas MAGNA, posiblemente por la amplitud del MAGNA y el tiempo en que se hacen.
27. Sería interesante continuar con los mapas geotécnicos de ciudades a escala 1:25000 y 1:50000.
28. La consulta gratuita de geología de España a través de internet (mejorar la que hay ahora).
32. Crear una base de datos con las nuevas cartografías que van apareciendo en tesis, trabajos, publicaciones,... para tener una actualización de las ediciones antiguas.
33. Es muy necesaria una actualización de algunos mapas ya antiguos, que no responden a las últimas normas.
36. Deberían aprovechar la información suministrada a organismos oficiales (M. Fomento) y CC.AA. en los proyectos (exigiendo una normalización de la información)
38. Insistir en la posibilidad de acceder a todo el Plan a través de internet (pagando su cuota) para agilizar tiempos y mejorar la calidad del trabajo.
39. Dado el tiempo transcurrido desde los primeros MAGNA deberían actualizarse y rehacerse al menos los de los años 70, conforme a criterios geológicos modernos incorporando información minera actualizada.
43. Actualización y dinamismo en los mapas de canteras y rocas industriales. Pasarlos a escala 1:50000 o integrarlos en la serie MAGNA.
44. En el último año hemos encargado unas 80 hojas 1:50000 al IGME y una buena colección a otras escalas. Un 25% aproximadamente no estaban disponibles: IMPORTANTE. Tener estok de todas las hojas. Agotado!! ¿Qué quiere decir esto? ¿qué esté cerrado un puerto durante años, o una línea de comunicación?
47. Actualización de hojas editadas del mapa geológico. Edición de hojas del mapa hidrogeológico a escala 1:50000.
50. Incorporación actualizada de puntos de agua. Localización de SIG. Areas de riesgos de inundaciones, deslizamientos.
51. En el campo de la geotécnia de obra publica la existencia del MAGNA sin duda alguna supone una mejora en la calidad de loa trabajos que puede valorarse en miles de millones de euros, sin exageración, la mayor parte de ellos en beneficio del estado.
53. A mi juicio se debe potenciar cualquier programa de cartografía geológica.
54. Nuestra empresa realiza trabajos donde la escala 1:50000 es en general muy pequeña, por lo que habitualmente solo sirven como orientación, no como herramienta.
55. Agilidad en la renovación de las hojas que se agotan. Muchas de ellas llevan agotadas muchos años.
57. Hay numerosos mapas sin editar (aunque estén terminados) y otros sin existencias. Además hay mucha diferencia entre los antiguos y los actuales.
59. Creo que deben actualizarse las hojas más antiguas adaptándolas a los conceptos geológicos que se usan en la actualidad.

60. Debería llevar cartografía e información adicional sobre tipología y característica edáficas, ya que el suelo es un recurso natural muy importante en la ordenación del territorio, evaluación de impacto ambiental, obras de ingeniería, etc.
61. Bases de datos de sondeos contrastadas con testificaciones.
62. Calidad de los materiales para su uso y algunas propiedades geotécnicas.
63. Hay ediciones agotadas que no se reeditan.
64. Los geólogos y geotécnicos consideramos muy útiles, imprescindibles, los mapas geológicos. Después de 14 años usándolos creo que habría que actualizar algunas hojas y coordinarse el IGME, Ministerio de Fomento, GIF, etc. Para usar la información de la cartografía de Obras Públicas.
65. Acceso a internet, bases de datos, bibliografía.
66. La memoria que incluya fotos aéreas de estructuras, afloramientos rocas.
67. Mejorar los MAGNA antiguos. Mejorar y homogeneizar leyendas.
68. Además de la cartografía, deberían irse completando documentos adicionales sobre todas las disciplinas geológicas básicas y aplicadas, como una base de datos global y renovable.
69. Ampliación de los datos geotécnicos, hidrogeológicos y estructurales.
70. Que se actualicen los mapas para acceder a través de internet para la total geografía de España.
73. En la actualidad, la información geológica básica es indispensable para la realización de estudios geológicos de cualquier tipo. Más detallados.
74. Es un activo fundamental para cualquier país. Deberían rehacerse algunas hojas (de las primeras) de menor calidad. Se debe seguir generando cartografía geológica.
76. Considero prioritario editar las hojas de la provincia de Santa Cruz de Tenerife y de Las Palmas no publicadas. En el caso de Santa Cruz de Tenerife, no delegar la edición a terceros porque el coste es abusivo.
77. Debería acelerarse la edición de los mapas pendientes, actualizarse, sobre todo, las bases topográficas, hacerse a 1:25000.
78. Trabaje en investigación minera antes del MAGNA y su aparición supuso un cambio radical en el trabajo de campo.
79. Me gustaría recibir información sobre esos programas.
80. Actualización serie MAGNA. Nueva cartografía geológica 1:25000. Cartografía hidrogeológica 1:50000, la 1:200000 no es práctica para la empresa privada.
82. Es necesaria la revisión urgente de ciertas hojas (p.e. 668 Sagunto) que están muy mal.
85. Que no esta disponible la cartografía MAGNA de Fuerteventura, Lanzarote, La Gomera, La Palma y El Hierro.
86. Es necesario y urgente la publicación de todos los mapas que faltan.
87. Los MAGNA son una información infraestructural básica, para múltiples aplicaciones presentes y futuras, que deben seguir siendo mejorados y actualizados. Es el proyecto más importante del IGME.
88. Deberían corregirse los errores existentes en hojas antiguas y reeditarse las agotadas.
90. Sería interesante que toda la cartografía georreferenciada se pudiese incluir en un SIG sin recurrir a la digitalización y que estuviera disponible a varias escalas.
91. Es fundamental para una coordinación de las comunidades autónomas el conocimiento infraestructural geológico basado en una metodología científica moderna realizado por un organismo/instituto nacional.
92. Resolución y mejora de las hojas más complicadas y de difícil interpretación.
96. Mayor apoyo de los mapas geológicos en prospección geofísica general o de exploración como metodología muy útil.
98. Criterios dispares de ejecución de hojas. Las hojas más antiguas quedaron obsoletas. Tiempo demasiado largo entre ejecución y publicación.
99. Dado el plazo de realización del MAGNA, algunas hojas han quedado obsoletas y los criterios de realización han sido distintos. Convendría actualizar y unificar.
101. Como la cartografía geológica es muchas veces interpretativa, se debería facilitar y recompensar de algún modo, todas las buenas correcciones de fallos (que sí hay y de diferentes grados).
102. Para muchas aplicaciones de los MAGNA hay que contar como necesaria una revisión, comprobación y actualización de su contenido y en algunos casos (raros) resulta inútil.
103. Es necesario mejorar y actualizar los planos y mapas de rocas industriales.
104. No conozco los programas de cartografía del IGME. Quiero destacar la importancia del geólogo en su realización. Existen hojas cuya publicación esta agotada y no se reeditan. Existen hojas realizadas que no sé por qué razón no se publican.
105. Sería interesante estudiar la posibilidad de que los mapas digitalizados del IGME fueran de libre acceso a cualquier ciudadano.
106. Convendría disponer de cartografía de Canarias completa. Mejor distribución de los productos.
108. El Plan MAGNA es un éxito de la investigación científico-técnica de este país. Rehacer los mapas obsoletos, editar agotados y continuar con el Plan MAGNA digital y accesible es una obligación ineludible del IGME.
112. Que estén disponibles en librerías la totalidad de hojas, al menos 1:50000; o bien a través del ICOG.
114. La D.G.C. del M. de Fomento contrata los trabajos a empresas especializadas. Quizá ellas faciliten nos datos más reales. Lo que es cierto es que permiten una aproximación al campo con más conocimiento.
115. La nomenclatura utilizada es bastante complicada a veces, debería utilizarse la de los últimos mapas que es muy práctica.
116. Habría que potenciar y mejorar los mapas geotécnicos.

117. Muchos mapas están bastante obsoletos. La investigación en las facultades y la utilizada por el propio IGME han mejorado la cartografía e interpretación geológica de esos mapas, y no siempre se puede acceder a esa información.
501. La cartografía actualizada resulta imprescindible para cualquier trabajo de prospección, ingeniería civil, etc.
503. La cartografía geológica es una infraestructura básica, es impensable no contar con ella. Es un gran acierto.
504. Necesidad de una 3ª serie bajo una dirección y supervisión más competente y adecuada. Mantenimiento del soporte papel (con memoria en CD y mapa digital opcional). Mejorar las memorias acompañantes. El presente cuestionario debería mejorarse, pues parece hecho por alguien que ni trabaja ni entiende realmente el significado de los mapas geológicos ni toda la posible información recogida o deducible a partir de ellos.
505. Debería haber algún sitio donde informar de posibles irregularidades que se pudiesen encontrar en la cartografía. Por el bien de todos y del proyecto MAGNA.
509. La inaceptable carencia de algunas hojas por problemas y retrasos de edición. El escasísimo contenido geológico y sobre todo geotécnico de algunas memorias.
510. La cartografía MAGNA es una pieza fundamental en trabajos que interaccionan con el subsuelo.
511. Se debería proceder con su actualización y, especialmente, consensuar información entre hojas colindantes.
514. Renovar los MAGNA antiguos. Mayor información geológica.
515. Creo necesaria una cartografía 1:25000 y que los actuales sean revisados y actualizados.
518. El mapa geológico es un documento, una base de datos especializada, que necesita de una lectura e interpretación especializada (por un geólogo) y debería evitarse su simplificación en aras de la divulgación.
519. Los profesionales del sector necesitamos un mejor acceso a su compra. No en una librería. Posibilidad de compra directa, atendidos por un experto.
521. Es importante ir renovando ediciones de hojas de baja calidad y editar cartografías de mayor detalle, temáticas, en zonas mineras, por cuencas o litotectos.
523. Actualización de las mismas.
524. Hay que actualizar la cartografía, ampliar la escala, incluir la ingeniería geológica, minería, en general más amplias.
525. Se echan de menos algunas hojas agotadas desde hace mucho tiempo.
526. En la Comunidad Autónoma Vasca, al existir la cartografía 1:25000, es un sustitutivo del MAGNA, por lo que los próximos trabajos deben encaminarse a mejorar la cartografía existente en convenio con E.V.E.
532. Reedición de hojas agotadas.
534. Utilizo poco los mapas 1/50.000 del IGME, debido a que en el área en que trabajo habitualmente (País Vasco) disponemos de los mapas geológicos editados por el Ente Vasco de Energía (E.V.E.) E 1/25.000. No obstante, y según mi experiencia profesional (licenciado en el año 1985) hasta que éstos estuvieron totalmente disponibles (mediados de los años 90) los del plan MAGNA eran obligada referencia para cualquier estudio geológico, fuera de la envergadura que fuera (pequeña parcela para edificación o vertedero; muchos Kms. lineales para carretera o conducción de agua). El problema surgía cuando algunos de ellos estaban agotados y era realmente difícil encontrarlos. Para tal caso las Memorias del IGME (Estudio Geológico de la Provincia de Alava, Tomo 83 y Guipúzcoa, Tomo 79; Año 1972) en los que quedan recogidas la totalidad de ambas provincias a escala 1/50.000 son un excelente sustituto, incluso en la actualidad. Respecto a los mapas geomorfológicos que acompañan a los actuales mapas MAGNA, me parecen muy útiles, aunque en los pocos mapas IGME que yo dispongo, no aparecen, por ser éstos de serie antigua. Estaría bien hacer recopilaciones geomorfológicas, aunque fueran a nivel general para cada provincia, similares a los comentados tomos 79 y 83. Para ello habría de tenerse en cuenta que, de forma análoga al E.V.E., otros organismos como Diputaciones y Gobiernos Autónomos (al menos en el caso del País Vasco) ya disponen de cierta información interesante recopilada con vistas a la ejecución de cartografías de Riesgos Naturales. Por último, indicarles que cuando realizo algún proyecto fuera del País Vasco (Burgos) o bien como recientemente, Granada, el primer paso que doy es solicitar la correspondiente hoja geológica del plan MAGNA. Este hecho puede dar una clara idea de la importancia que le doy a este tipo de cartografía y la influencia que tiene en mi actividad profesional.
536. Consideramos que son documento base en todos nuestros trabajos y primera consulta obligada en cada proyecto.
547. Debe desarrollarse cartografía geotécnica.
549. Reeditar los mapas agotados. Completar los nuevos mapas de rocas industriales. Actualizar mapas antiguos en zonas de tectónica compleja.
550. Publicación de hojas que están agotadas.
552. La calidad de los MAGNA es variable, convendría homogeneizarlos.
553. Sería importante que estuvieran disponibles en formato CD, a un precio asequible, y reeditar las hojas más antiguas que tienen errores e imprecisiones.
554. La cartografía geológica, al ser de interés general, debería tener acceso gratuito y para todos los ciudadanos.
556. Es una infraestructura geológica imprescindible.

558. Es importante actualizar la edición de hojas actualmente agotadas.
559. Rapidez en la edición y venta de las hojas que aun no se hallan en el mercado.
560. En las reuniones de septiembre del 99 propuse que se facilitara una hoja a la carta, es decir, solicitar unos datos concretos de la hoja. Creo que los medios actuales permiten hacerlo.
562. Un plano geológico debe centrar sus esfuerzos en la geología, no en cosas como el clima. Si los precios se disparan, se usa menos, y la calidad del trabajo y los beneficios al país se reducen.
564. Deben revisarse las hojas atrasadas y que se sabe que no están bien, unificar criterios atendiendo al tipo de materiales que las conforman y no dejarse llevar por modas geológicas o por especialidades.
569. Necesario actualizar algunas hojas geológicas de Extremadura.
571. Sería muy conveniente para nosotros que continuase la publicación de mapas geotécnicos de ciudades en cuanto que proporcionan datos paramétricos de las unidades geotécnicas implicadas. También utilizamos la cartografía de riesgos de estabilidad de laderas, inundaciones, etc.
575. El mapa 1:200000 síntesis de la cartografía existente fue un poco esencial. Debe continuarse con una serie nueva 1:200000. Deben revisarse bastantes mapas 1:50000.
577. Convendría unificar las clasificaciones cronoestratigráficas. Es necesario reeditar modificando las hojas publicadas antes de 1970.
580. Revisión de la cartografía a escala más detallada.
582. La ausencia (no publicación) de algunas hojas MAGNA (1:50000) como Altea y Benissa retrasa y dificulta los proyectos de investigación. Si para iniciar un estudio específico (p.e. tectónica activa) hubiese que partir de cero los objetivos alcanzados serían mínimos. Sería importantísima una cartografía a escala 1:25000 o mayor.
585. Ampliación y homogeneización de las cartografías temáticas. Inclusión de fotos aéreas u ortofotos.
588. Tener todos los MAGNA publicados y a la venta. Estar en red.
589. Parece conveniente potenciar la cartografía geotécnica, de rocas industriales y de contenido ambiental. Para una mejor actualización podría resultar conveniente la actualización con la incorporación de los resultados de los estudios geotécnicos de grandes proyectos de ingeniería, hidrogeología, etc. Por ejemplo: Los estudios del AVE pueden generar un fondo documental que podría incorporarse en la cartografía geológico-geotécnica.
1004. El soporte papel es imprescindible.
1008. Sería conveniente completar la cartografía 1:200000 renovada.
1017. Es necesario que el Estado invierta en la infraestructura geológica continuando la actividad tipo MAGNA.
1020. Creo que resulta de vital importancia que, hasta que todas las hojas MAGNA estén publicadas, se encuentren al menos disponibles para su consulta en el servicio de documentación del IGME.
1021. Creo que es responsabilidad del IGME desarrollar investigaciones metodológicas en cartografía. Poner un mapa geológico de España en la web, calidad DIN A4 para divulgación entre los estudiantes.
1028. La cartografía de las diferentes escalas debe hacerse de forma coordinada.
1030. Sería interesante que además del mapa geológico se incluyeran otros como: geomorfológico, litológico, geotécnico, materiales, etc.
1032. Creo que en sus proyectos deberían tener en cuenta el ámbito pedagógico, creando materiales adaptados a la enseñanza secundaria.
1045. Deberían rehacerse las hojas antiguas, de hace 20 años o más, en las que la información o grado de conocimiento actual han cambiado sustancialmente.
- Sería de interés disponer de los mapas y memoria en CD, incluyendo el máximo de información de base disponible.
1049. La impresión de los mapas debe ser una empresa que no mantenga títulos agotados.
1055. Sería necesario revisar, a la luz de los conocimientos actuales, la expresión cartográfica e interpretación de muchos mapas.
1060. Les felicito por completar tan importante trabajo.
1065. Supongo que, como todo, necesitarían una continua labor de reciclaje, correcciones, mejoras, en especial en aquellas áreas que se sabe son claramente mejorables.
1069. Sería muy recomendable iniciar o promover las series 1:25000 en las zonas de mayor implantación urbana. Curiosamente en Cataluña se ha empezado por zonas de menor incidencia.
1071. De interés: cartografía de grandes unidades, a las que se unirían los correspondientes mapas temáticos y la homogeneización global del MAGNA 1:50000.
1073. Nuestra Dirección General (C.A. Región de Murcia) está en disposición de colaborar con el IGME en la digitalización de hojas.
1076. Por favor, reediten los ejemplares agotados lo antes posible. (Madrid, Alcalá de Henares, etc.)
1083. Sería conveniente la actualización de hojas antiguas y la informatización de la información.
1087. Mayor difusión entre colectivos no necesariamente de geólogos, dar a conocer estos trabajos da prestigio al trabajo del geólogo.
1089. Dichos programas deberían contemplar la revisión, actualización y mejora de los mapas en todos los casos, cada cierto tiempo.