

# EVALUACIÓN CRÍTICA DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL ITGE: LA CARTOGRAFÍA MAGNA EN TERRENOS SEDIMENTARIOS

Por J. M. Portero García (\*)

## R E S U M E N

El trabajo se centra sobre la Cartografía Geológica MAGNA en terrenos sedimentarios. Se concibe el término Cartografía Geológica como el conjunto de productos obtenidos: mapa geológico, mapas temáticos, memoria, información complementaria, bases de datos gráficas y temáticas asociadas al territorio. Los factores que influyen en su realización y contenidos son cambiantes en el tiempo: Avance del conocimiento científico y de las técnicas de captura y tratamiento de datos, Técnicas disponibles de representación y almacenamiento de datos, Recursos humanos y económicos invertidos, Normativa y escalas de trabajo y Contexto Socioeconómico y Cultural.

Las informaciones básicas esenciales para el uso aplicado de la Cartografía Geológica son: Litoestratigrafía, Geomorfología y Cuaternario, Geofísica y Sondeos, Geología estructural e información hidrogeológica general.

La Cartografía MAGNA se realiza a lo largo de 30 años, en tres etapas claramente diferenciadas y condicionadas por la variabilidad de los factores de influencia, con diferentes contenidos, nivel de información científica y aplicada, productos y formatos (papel, digital). En general se caracteriza por una relativa heterogeneidad, tanto entre las tres etapas como dentro de ellas, sin embargo se ha obtenido gran cantidad de información de alta calidad y el proyecto MAGNA es un modelo a nivel mundial, cuya normativa y metodología es exportable a países en desarrollo.

El análisis y evaluación críticos realizados desemboca en las siguientes propuestas:

- Revisión y completado de hojas realizadas en la primera y segunda etapa, Homogeneización de la cartografía 1:50.000 en sus aspectos básicos científicos y aplicados, Realización de síntesis cartográficas 1:200.000, como soporte del conocimiento científico, por unidades geológico-estructurales, estableciendo previamente, y para cada propuesta, prioridades con diferentes criterios.
- Oferta en formato digital (SIG), con bases de datos temáticas asociadas.

## A B S T R A C T

This paper focuses on MAGNA Geological Mapping Project in sedimentary mediums. The term Geological Mapping is understood as a whole of outputs: geological maps, thematic maps, report, complementary information, graphic and thematic databases associated to land. The factors that influence their carrying out and their contents change throughout the time: advances of the scientific knowledge and of the technics for taking and treating data; available technics for representing and storing data; human and economic resources; standards and scales; and socioeconomical and cultural environment.

The essential basic information for the applied use of Geological Mapping are: Lithostratigraphy, Geomorphology and Quaternary, Geophysics and Drilling, Structural Geology and general hidrological information.

The MAGNA Project has been made throughout 30 years in three phases clearly different, conditioned by the variability of determining factors, with different contents, level of scientific and applied information, outputs and formats (paper, digital). It is generally characterized by a certain heterogeneity, both among the three phases and in each of them. Nevertheless, a great amount of high quality outputs has been obtained, and the MAGNA project is a model on the international level whose standards and methods are exportable to developing countries.

The critical analysis and evaluation result in the following proposals:

---

(\*) Compañía General de Sondeos, S.A.

- Review and completion of the sheets made during the first and the second phases; Unification of the basic scientific and applied aspects of the 1:50,000 mapping; Carrying out of 1:200,000 Cartographic Synthesis as a support of the scientific knowledge, by geological and structural units, deciding priorities with different criteria.
- Maps in digital format (GIS), with associated thematic databases.

## CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

### Concepto

La Cartografía Geológica, en una concepción clásica, está formada por el conjunto de Mapas Geológico y Temáticos, Memoria explicativa e Información complementaria y en un sentido más actual, además, por el conjunto de bases de datos gráficas, alfanuméricas y ficheros que permiten su visualización, reproducción y actualización, así como el almacenamiento de los datos relacionándolos entre sí y con el territorio.

### Factores de influencia

La Cartografía Geológica es un documento básico, de infraestructura, que tiene carácter científico y aplicado, y debe dar respuesta a las demandas científicas y sociales que no son estables sino progresivas y cambiantes en el tiempo. (Figura 1).

Los factores que en cada momento influyen tanto en su realización, como en las características de los productos obtenidos son, entre otros, los siguientes: Avance del conocimiento científico y de las técnicas de captura y tratamiento de datos; Técnicas disponibles de representación y almacenamiento de datos; Recursos invertidos: humanos, científico-técnicos y económicos; Normalización y escalas de trabajo y Contexto socioeconómico y cultural.

Todos estos factores han tenido importantes variaciones desde el inicio del Plan MAGNA a principios de los años 70.

### Información para aplicaciones de la geología

Los requerimientos de información básica para las distintas aplicaciones de la Geología, también han variado a lo largo del tiempo. Para las apli-

caciones actualmente más importantes, las informaciones más esenciales son las siguientes: Litoestratigrafía; Geomorfología y Cuaternario; Subsuelo (Geofísica y Sondeos); Geología Estructural (Tectónica y Neotectónica) e Información hidrogeológica general. (Figura 2).

Debido a la lógica evolución y variaciones de la Cartografía Magna desde su inicio, gran parte de las hojas realizadas no satisfacen estos requerimientos.

## EVOLUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA MAGNA

Se pueden diferenciar tres períodos o etapas fundamentales en el desarrollo de la Cartografía MAGNA (Figura 3):

- Primera etapa: Desde el inicio hasta 1977-78 y que cristaliza con la edición de la nueva normativa MAGNA en 1980.
- Segunda etapa: Desde 1977-78 hasta 1989-90, que finaliza con la ampliación y precisiones a la normativa en 1990.
- Tercera etapa: Desde 1989-90 hasta la actualidad. La más completa en cuanto a información científica, aplicada y mapas temáticos (Carencias en información de subsuelo).

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN CRÍTICOS

- El plan MAGNA constituye un **modelo a nivel mundial** de realización de programas sistemáticos de cartografía geológica.
- Ningún país de tamaño medio/grande dispone, o está a punto de disponer, de una **cartografía geológica a escala media, moderna, de la totalidad del territorio**.
- La **normativa y metodología** son **exportables** a

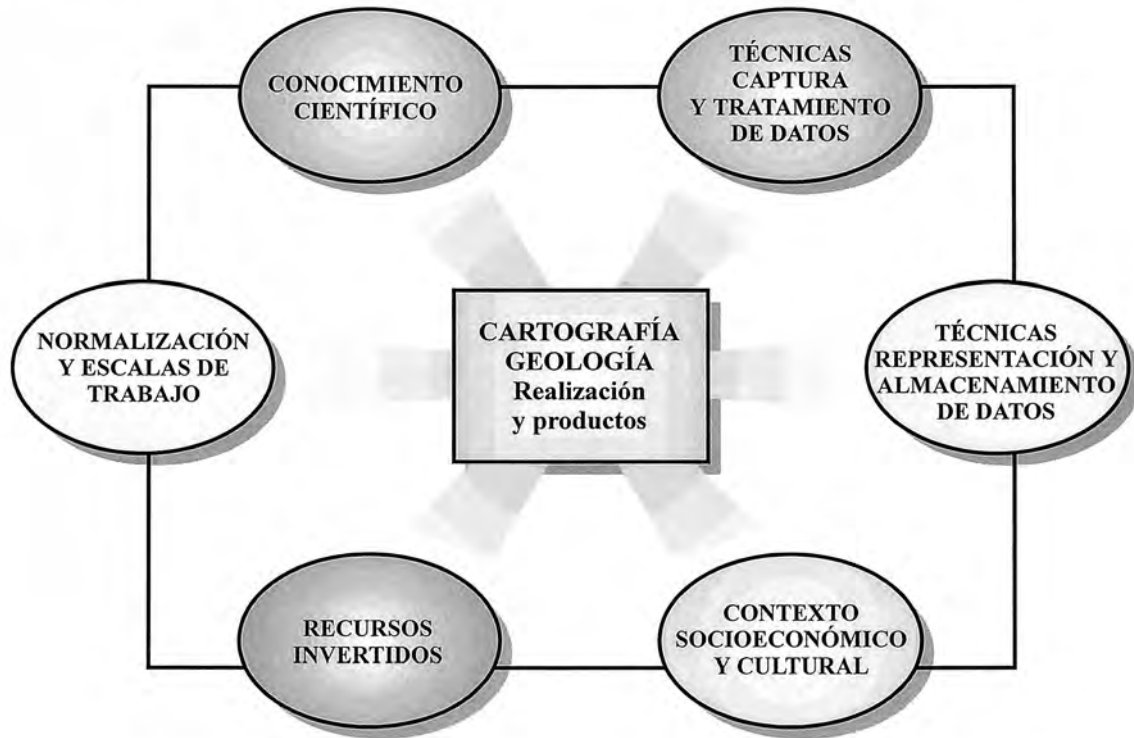
FACTORES QUE CONDICIONAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

Figura 1

países en vías de desarrollo. Hecho contrastado por diversas colaboraciones del ITGE.

- Se ha obtenido una **valiosa información** caracterizada por su **gran volumen y calidad, utilizable desde la perspectiva actual y futura con pequeñas modificaciones y un esfuerzo razonable.**
- **Esta información se caracteriza también por una cierta heterogeneidad** en cada etapa, derivada no sólo de la propia evolución de la cartografía sino también de la amplitud de equipos y organizaciones necesariamente intervinientes. Sin embargo es fácilmente unificable en sus aspectos básicos.

**Considerando la Cartografía Geológica como el soporte básico de la información geológica científica y aplicada asociada al territorio y de cara a su utilización futura** podemos resaltar que en el momento actual se dan las siguientes circunstancias:

- **Carencias en la información básica para las diferentes aplicaciones de la Geología** sobre todo en la primera y segunda etapa (Geomorfología, Cuaternario, Subsuelo etc..).
- No todas las hojas están en formato digital y cargadas en SIG.
- **Insuficiencia de bases de datos georreferencia-**

**INFORMACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA (MAPA Y MEMORIA)  
EN RELACIÓN CON SUS APLICACIONES PRINCIPALES**

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA / APLICACIONES	LITOSTRATIGRAFÍA	CRONOESTRATIGRAFÍA	GEOMORFOLOGÍA Y CUATERNARIO	PETROLOGÍA	GEOQUÍMICA	GEOFÍSICA Y SONDEOS (SUBSUELO)	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL (TECTÓNICA)	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL (NEOTECTÓNICA)	INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA GENERAL	INFORMACIÓN MINERA GENERAL
AGRICULTURA (Edafología)				C	C		C		C	
ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS (URBANOS, INERTES)								C		
ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS TÓXICOS Y PELIGROSOS (INDUSTRIALES, RADIACTIVOS)		C								
CONTAMINACIÓN DE SUELO Y AGUA				C	C					
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (Y PORN)								C		
PAISAJE										
PATRIMONIO NATURAL (PIG)										
PROCESOS-RIESGOS NATURALES										
HIDROGEOLOGÍA										
OBRA CIVIL										
MINERÍA								C	C	
ENSEÑANZA Y DIVULGACIÓN DE LA GEOLOGÍA										

Información esencial    C Información complementaria

Figura 2

das con información científica y aplicada, asociadas al territorio, que permitan una explotación moderna de la información y la obtención de mapas derivados por parte de las administraciones públicas y, en su caso, por los usuarios en general.

- **Cantidad insuficiente de Cartografías Geológicas** que, a las escalas adecuadas menores que 1:50.000, **sinteticen el conocimiento científico** alcanzado, explotando la información acumulada y, en su caso, homogeneizándola y actualizándola.

**PROPUESTAS DE ACTUACIÓN**

La Cartografía MAGNA, a pesar de la heteroge-

neidad lógica de un proyecto de 30 años de duración, ha generado un gran volumen de datos e información. Sería teóricamente deseable unificar y completar esta información hasta el nivel máximo alcanzado en la 3ª Etapa, complementándola con la información científica y aplicada demandada por la Sociedad para satisfacer las necesidades de utilización actual y futura. Sin embargo es necesario tener en cuenta tanto las limitaciones presupuestarias, como los largos plazos necesarios para abordar planes sistemáticos de revisión y actualización, durante los cuales los factores de influencia pueden variar significativamente.

Es pues imprescindible **plantear la continuidad de futuro de la información geológica** en sus vertientes aplicada y científica dentro de este con-

texto, **proponiendo la realización de nuevas cartografías y el completado de cartografías anteriores** (sólo en algunas zonas prioritarias), para proporcionar la información y documentación demandada, en el formato adecuado (digital y papel), y con bases de datos asociadas.

Los **objetivos generales** serían:

- Coadyuvar al mantenimiento del equilibrio entre el desarrollo económico y la protección ambiental.
- Proporcionar información aplicada para los siguientes sectores/actividades.

- Prevención de desastres naturales (Riesgos y Protección Civil).
- Obras públicas (Características geotécnicas, Materiales canterables etc..).
- Divulgación, enseñanza y sector turístico.
- Recursos de aguas subterráneas.
- Recursos minerales y de rocas industriales.
- Suministrar las bases de información científica para el desarrollo de la investigación geológica del territorio nacional.



**EVOLUCIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LA CARTOGRAFÍA MAGNA. EVALUACIÓN EN RELACIÓN CON LOS REQUERIMIENTOS BÁSICOS DE INFORMACIÓN EN GEOLOGÍA APLICADA**

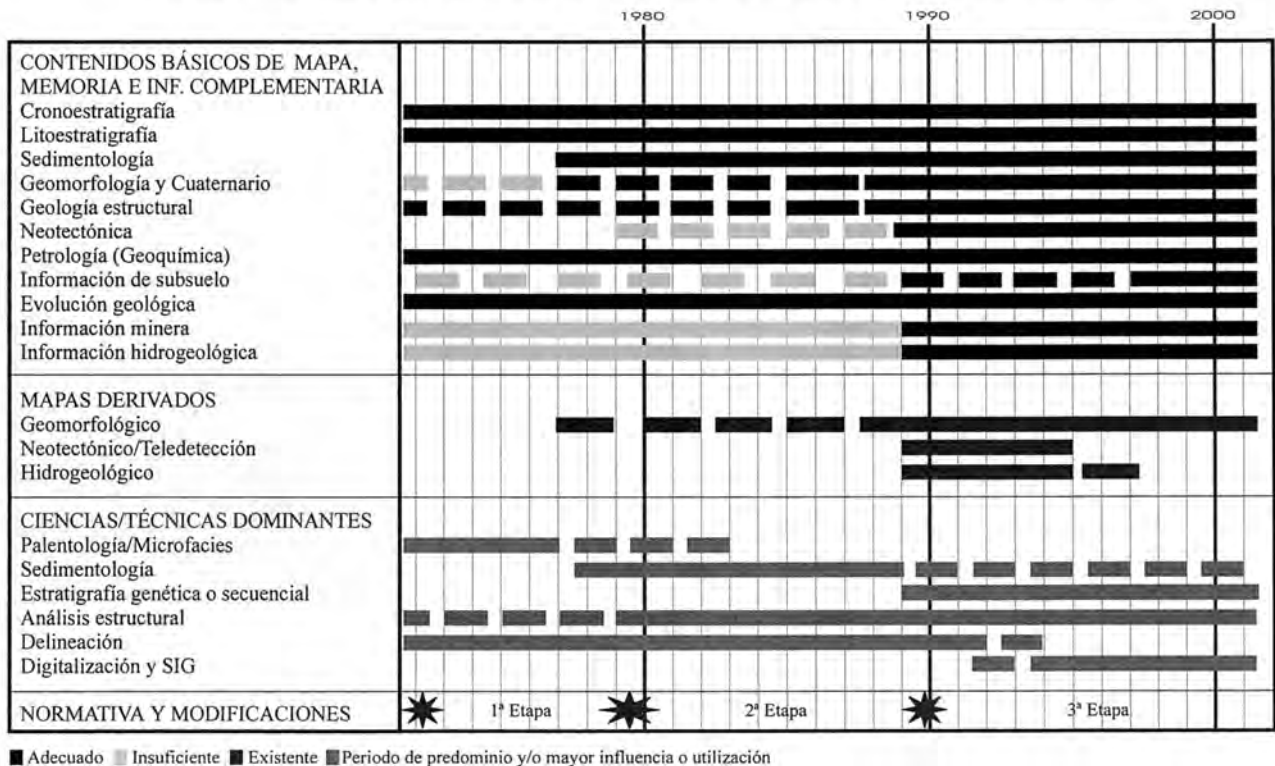


Figura 3



**Para alcanzar estos objetivos es necesario:**

Diseñar los nuevos productos cartográficos en cuanto a contenidos y formatos, así como las bases de datos asociadas, teniendo en cuenta que deben proporcionar informaciones que permitan almacenar conjuntos de datos objetivos, válidos durante un largo período de tiempo, para su tratamiento, interpretación y uso aplicado y científico.

A continuación se describen las **PROPUESTAS DE ACTUACIÓN**, que el equipo de CGS considera importantes, sin que su orden de exposición implique prioridad alguna.

**UNIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA 1:50.000 de todo el territorio nacional CON OBJETIVOS APLICADOS.**

- Objetivos: Homogeneizar la información en sus aspectos básicos para proporcionar datos útiles de geología aplicada en todo el territorio nacional.
- Trabajos a realizar: Unificación de contactos y unidades litológicas entre hojas. Obtención de leyenda única. Caracterización y delimitación de procesos activos o potencialmente activos. Caracterización geotécnica general de los materiales aflorantes (en muchos casos será necesario completar la cartografía de materiales cuaternarios). Caracterización hidrogeológica básica (permeabilidades).

Recopilación, análisis y selección de información sobre inventario de puntos de agua, indicios minerales y de rocas industriales (con especial énfasis en materiales canterables), geofísica y sondeos.

- Bases de datos: Generación de bases de datos georreferenciadas referentes a:
  - Situación y tipo de muestras y estudios existentes en la documentación complementaria del ITGE.
  - Datos estructurales.
  - Puntos de agua.

- Indicios minerales y de rocas industriales (canteras).
- Geofísica.
- Sondeos.
- Etc.

Generación de bases de datos asociadas a los recintos cartográficos (polígonos) definidos por cada unidad litológica, que además permitan la obtención de mapas derivados:

- Litología: Litología dominante, intercalaciones, relaciones de alternancias, edad etc.
  - Procesos activos o potencialmente activos clasificados.
  - Características geotécnicas generales, incluyendo para suelos la clasificación de Casagrande.
  - Características hidrogeológicas generales: permeabilidad, naturaleza de la misma, sistema hidrogeológico al que pertenecen (si procede) etc.
- Presentación: En formato digital incluyendo una breve memoria explicativa.

**REVISIÓN DE LA CARTOGRAFÍA MAGNA 1:50.000 EN ZONAS PRIORITARIAS**

- Objetivos: Actualizar la información geológica-científica y aplicada en zonas con fuerte presión socioeconómica, alto potencial de desarrollo y en hojas con gran demanda o agotadas.
- Trabajos a realizar: Actualizar las hojas hasta el nivel de la 3ª etapa, con mapas temáticos geomorfológico y del cuaternario, hidrogeológico e información del subsuelo, realizando los trabajos clásicos de cartografía MAGNA.

Interpolación de los contactos del sustrato bajo los materiales cuaternarios (capa transparente descrita en la ponencia de Philippe Rossi).

Cabría la posibilidad de realizar memorias

explicativas a dos niveles: el propio de la cartografía MAGNA, incluyendo la información aplicada, y el divulgativo.

- Bases de datos: Georreferenciadas como las anteriores descritas.
  - Añadiendo al mapa de situación de muestras tablas o ficheros con datos analíticos (petrología, geoquímica, etc.), paleontológicos ...
  - Puntos de interés geológico.
 

Asociadas a los recintos cartográficos. También como las antes descritas añadiendo:

    - Geocronología.
    - Génesis: Ambiente sedimentario, grado de metamorfismo, ambiente magmático etc. (según proceda).
    - Etc.
- Presentación: En papel (mapas y memoria) y en formato digital.

### **CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA Y DEL CUATERNARIO A ESCALA 1:50.000**

En el campo relativo a Geomorfología y Formaciones Superficiales, se detecta una creciente demanda social de información. La justificación parece clara, ya que la superficie terrestre que constituye la interfase litosfera-atmósfera, es el lugar de preferente asentamiento y localización de la actividad antrópica.

Los campos de aplicación de esta información son múltiples: medio ambiente, ordenación del territorio, procesos y riesgos naturales, aplicaciones y usos del suelo, geotecnia, sustancias canterables, edafología, etc.

Sería por tanto deseable que esta información, que no debe enmascarar la del sustrato subyacente y que debe ser interpretado (constituyendo la denominada por Philippe Rossi "capa transparente"), fuera objeto de estudio específico a través de los Mapas Geomorfológicos y temáticos

asociados (formaciones superficiales, procesos naturales, unidades homogéneas). Este trabajo que, al menos en parte, ya ha iniciado el ITGE, debería ser abordado de forma sistemática y ser incorporado a SIG para su fácil manejo y accesibilidad por parte del usuario.

- Objetivos: Obtener información actualizada sobre geomorfología y cuaternario en zonas prioritarias que pueden coincidir con las propuestas en la Revisión de la Cartografía MAGNA o ser más amplias, en función de las necesidades derivadas de la realización de infraestructuras o del interés de las Autonomías.
- Trabajo a realizar: Los especificados en el Plan de Cartografía Temática Medioambiental (PNCTA).
- Bases de datos: Las especificadas en el PNCTA añadiendo clasificación de Casagrande.
- Presentación: En papel y formato digital.

### **CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:200.000**

- Objetivos: Obtener cartografías geológicas como soporte de la información científica que sirvan para el desarrollo de la investigación geológica del país, realizándolas por unidades geológico-estructurales bien diferenciadas (p. ej.: Cordillera Ibérica, Cuenca de Almazán etc..).
- Trabajos a realizar: Síntesis de la información existente y completado, con adquisición de nuevos datos, de la información científica necesaria.

Con leyenda por subunidades, cortes geológicos profundos, mapas derivados etc.

- Bases de datos: Como las descritas anteriormente para la unificación y para la revisión de la cartografía exceptuando, dada la escala, algunas de las referentes a la información aplicada (características geotécnicas, procesos activos etc.).

Que permitan la obtención directa de mapas derivados: Geocronológico, Litológico,

Estructural, Ambientes sedimentarios (o metamorfismo según proceda) etc.

- Presentación: En formato papel y digital.

### **SERIES DIVULGATIVAS A DIFERENTES ESCALAS**

Otro campo de actividad emergente es el del acercamiento al ciudadano a la realidad del medio físico, por lo que aparecen también como convenientes las iniciativas tendentes a conseguir esta finalidad: guías, carteles, itinerarios, etc. Es importante considerar que debe conseguirse un nivel adecuado en el lenguaje de transmisión de la información para divulgar sin caer en la vulgarización y que, además, cualquier iniciativa de este tipo debe ir apoyada con una abundante documentación gráfica explicativa: fotos, esquemas, diagramas, cortes, etc.

- Objetivos: Satisfacer la demanda de conocimiento del medio natural (medio físico) elaborando documentos de divulgación, para el público en general y para su uso en la enseñanza, sobre: Parques naturales, Zonas protegi-

das, Unidades geológico-estructurales (p.ej: El Sistema Central, etc.)

- Trabajos a realizar: Mapas geológicos simplificados con fuerte carga litológica y geomorfológica. Memorias explicativas sencillas con abundante material gráfico. Colección de fotos, diapositivas.
- Presentación: En papel y en CD-ROM interactivo.

**La puesta en marcha de estos productos cartográficos**, se vería favorecida por los aspectos siguientes:

- Amplia experiencia en Normativas y Metodología de ejecución, así como control de calidad aplicados a proyectos, por parte del equipo técnico del ITGE y Consultores.
- Existencia de equipos técnicos de trabajo, con gran experiencia en este tipo de proyectos, tanto en el propio ITGE, como en las empresas del sector, Universidades y Escuelas Técnicas.
- Disponibilidad de equipos materiales: informáticos, geofísicos, etc.