

**XIII ADM - XV INGEGRAF**  
*Congreso International sobre*



**HERRAMIENTAS Y METODOS EN  
DISEÑO DE INGENIERÍA**



Cassino, 3 de Junio del 2003  
Napoli, 4 y 6 de junio del 2003  
Salerno, 5 de junio del 2003

---

**LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA TITULACIÓN DE  
INGENIERÍA GEOLÓGICA EN ESPAÑA**

***GRAPHICAL EXPRESSION IN ENGINEERING GEOLOGY  
STUDIES IN SPAIN***

R. Tomás Jover <sup>(1)</sup>, L. Bañón Blázquez <sup>(2)</sup>, J.I. Ferreiro Prieto <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad de Alicante  
Dep. Expresión Gráfica y Cartografía.  
e-mail: roberto.tomas@ua.es

<sup>(2)</sup> Grupo Ortiz, Construcción y Servicios, S.A. Alicante  
e-mail: lbanon@gruportiz.com

**SUMARIO**

La titulación de Ingeniería Geológica es de reciente creación en España, a pesar de que en algunos países como Inglaterra cuenta ya con una larga tradición. Ingeniería Geológica se caracteriza por tratarse de una carrera situada a medio camino entre la Geología y la Ingeniería Civil. El estudio del medio geológico hace esencial el dominio de los conocimientos de Expresión Gráfica. En éste trabajo se pone de manifiesto la utilidad de la Expresión Gráfica en la formación del Ingeniero Geólogo, analizando todas aquellas técnicas de representación y contenidos necesarios para el desarrollo intelectual y profesional de esta figura. Igualmente se describen las asignaturas de Expresión Gráfica existentes en los diversos planes de estudios de aquellas universidades en las que se imparte esta titulación, para terminar con un análisis de la idoneidad de su contenido.

**Palabras clave:** Expresión Gráfica, Ingeniería Geológica, Formación Universitaria

**ABSTRACT**

Engineering Geology career is very young in Spain, although in some countries like England it counts with a long tradition. Engineering Geology is characterised to be a career situated between Geology and Civil Engineering. The study of the geological field makes fundamental the absolute control of the Graphical Expression knowledge. In this work we show the utility of the Graphical Expression within the Engineering Geologist formation, analysing all these representation technics and contents which are necessary for the intellectual and professional development of this profile. Equally we describe Graphical Expression subjects existing in the different plans of study of those universities where this career is imparted, finishing with the suitability analysis of their content.

**Keywords:** Graphical expression, Engineering Geology, University Education

## **1. Introducción**

El Ingeniero Geólogo es una figura desconocida hasta hace poco más de una década en España. No obstante, en otros países de Europa, como Francia, Inglaterra y Portugal, y del mundo, como Estados Unidos de América, México, Canadá, Venezuela, Ecuador, etc. esta titulación cuenta ya con una larga tradición.

La concepción y preparación del Ingeniero Geólogo es muy variable, dependiendo del país en el que se imparte la titulación. En los países sudamericanos se trata de un científico práctico capaz de aplicar los conocimientos de la física y la química a los materiales de la corteza terrestre reconociendo en ellos la posibilidad de que contengan las sustancias que requiere la sociedad y la industria moderna para satisfacer sus necesidades tanto presentes como futuras. En Europa, EE.UU. y más concretamente en España, el Ingeniero Geólogo es un titulado superior conocedor de las técnicas propias de la Geología y con una formación capaz de cubrir el campo científico y profesional que marca el nexo de unión entre la Geología y las Ingenierías Civil y de Minas.

En España la Ingeniería Geológica surge como titulación propia en el año 1990 en Barcelona. En el año 1997 la Universidad de Alicante comienza a impartirla como título propio. En 1999 pasa a ser reconocido como título oficial en todo el Estado español. Desde la publicación en el Boletín Oficial del Estado de la titulación de Ingeniero Geólogo, el número universidades españolas que han comenzado a impartir esta titulación ha pasado a ser de dos a siete.

En la actualidad ya existen titulados en Ingeniería Geológica en España, aunque su escaso número y la inexistencia de un colegio profesional hace complicado llevar a cabo conjeturas generales respecto de su formación y adecuación a las necesidades de la sociedad en materia de Expresión Gráfica.

## **2. Perfil profesional del ingeniero geólogo**

Oficialmente, las competencias del Ingeniero Geólogo están aún sin establecer. No obstante, y dada la formación académica que se imparte en España para esta titulación, se considera que el campo de conocimientos de un Ingeniero Geólogo abarca aspectos geológicos y geotécnicos relacionados con [Bañón, 2002]:

- El estudio de ubicaciones de obras públicas y construcciones, incluidas las subterráneas.
- Caracterización geológica-geotécnica del terreno para la ejecución de tales obras.
- Investigación, valoración y gestión de las aguas superficiales y subterráneas para un aprovechamiento integral, racional y sostenido de las mismas.
- Investigación, valoración y extracción de recursos minerales y de materiales de construcción, optimizando y racionalizando el aprovechamiento económico e integral de los mismos y minimizando el impacto ambiental de la actividad extractiva.
- Restauración, rehabilitación y control de medios naturales altamente impactados: explotaciones mineras, taludes, etc. Se incluye el diseño para la conservación y/o desarrollo de playas.
- Diseño de planes de prevención de riesgos geológicos naturales o inducidos por la actividad antrópica.
- Ubicación de vertederos transitorios o permanentes de residuos urbanos, industriales, tóxicos y radioactivos.

El principal objetivo del Ingeniero Geólogo es el de ofrecer a la sociedad sus conocimientos técnicos, adquiridos del estudio de la Geología en su vertiente aplicada, apoyándose en la sólida base proporcionada por las técnicas de las ingenierías clásicas, junto con el conocimiento de los últimos avances tecnológicos. Es esta mezcla la que dota de un valor añadido a estos profesionales frente a otros que tradicionalmente han ocupado esta área de conocimiento, Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Ingenieros de Minas o Licenciados en Geología-, a la hora de abordar problemas que atañen al terreno y su problemática asociada.

### **3. La Expresión Gráfica en la Ingeniería Geológica**

La Ingeniería Geológica se mueve con una clara vocación: innovar y crear nuevos modelos de actuación frente a los retos que la Ingeniería Civil plantea, empleando adecuadamente los conocimientos de la Geología en provecho de la sociedad. En esta línea, los principales campos de actuación profesional relacionados con la Expresión Gráfica son:

- Diseño de estructuras de cimentación y contención del terreno en función de los parámetros geotécnicos obtenidos y condiciones de contorno existentes.
- Diseño sismorresistente y evaluación del riesgo sísmico.
- Estudios cartográficos de ordenación del territorio a través de sistemas de información geográfica (SIG): estudio de riesgos geológicos, evaluación de posibles daños -pérdidas humanas y materiales que los procesos naturales puedan ocasionar- estando capacitado además para diseñar infraestructuras para su prevención o corrección.
- Elaboración de modelos geológicos y geotécnicos.
- Elaboración de cartografías temáticas, geológicas, geotécnicas, etc.
- Elaboración e interpretación de planos de construcción.

Entre los usos más específicos y modernos de la Expresión Gráfica en el desarrollo habitual de la profesión del Ingeniero Geólogo cabe destacar los siguientes [Hatheway et al, 1997; Hatheway et al, 2001]: SIG, los gráficos tridimensionales del terreno obtenidos a partir de datos puntuales que permite llevar a cabo la obtención de perspectivas con las estructuras geológicas que lo afectan o la distribución espacial de las propiedades geológicas, geotécnicas o geofísicas, los programas de representación de datos en la proyección estereográfica equiangular, equiareal, diagramas frecuenciales en rosa, concentración de polos, etc., a través de los cuales se pueden estudiar propiedades de los suelos y de los macizos rocosos, así como obtener parámetros de geología estructural, y los programas de modelización en dos y tres dimensiones que además permiten establecer cálculos. Como puede observarse, el nexo de unión de todas estas aplicaciones de la Expresión Gráfica a la Ingeniería Geológica es el ordenador, que en la última década ha adquirido su máxima importancia como herramienta de uso para el desarrollo de la profesión acelerando y mejorando los cálculos precisos para el diseño, el tratamiento de los datos y las formas de representación.

### **4. Plan de estudios de ingeniería geológica en España**

Las directrices de los planes de estudios conducentes al título de Ingeniero Geólogo fueron publicadas en el BOE del 7 de mayo de 1999. En él se exponen las asignaturas troncales de las que consta la titulación y entre las que se encuentran aquellas

correspondientes a la Expresión Gráfica en la Ingeniería que son “Expresión Gráfica y Topografía” y “Proyectos”.

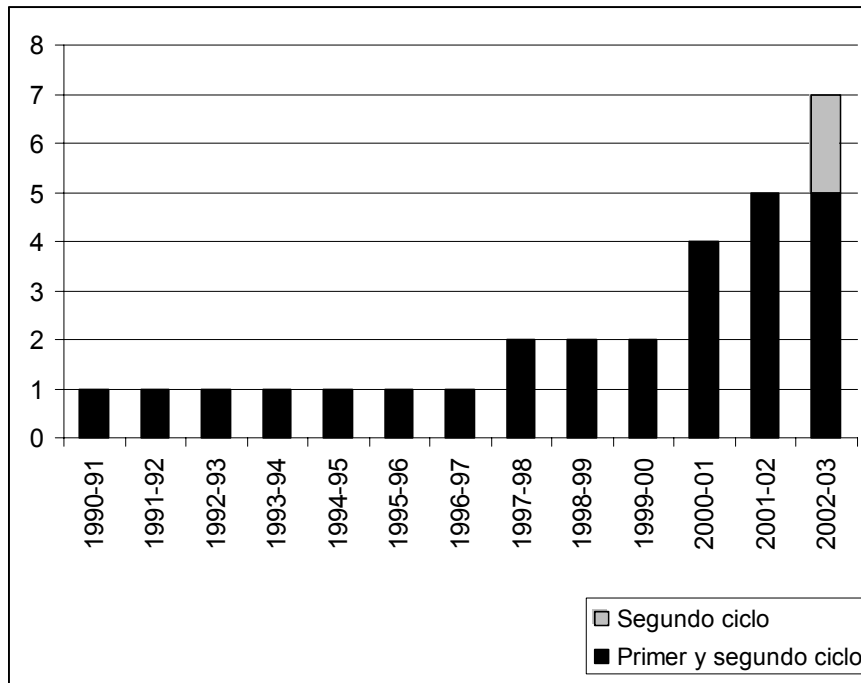


Fig. 1.- Evolución del número de universidades españolas que imparten Ingeniería Geológica

Las universidades que imparten esta titulación son Alicante, Universidad de Barcelona y Universidad Politécnica de Barcelona (de forma conjunta), Complutense de Madrid, Politécnica de Madrid, Salamanca, Oviedo y Politécnica de Valencia (Fig. 1 y 2). El plan de estudios de la titulación consta de cinco cursos distribuidos en dos ciclos, de tres y dos cursos respectivamente, excepto en el caso de las universidades de Barcelona que lo imparte como un dos más tres. En las universidades Politécnica de Valencia y Oviedo, la titulación de Ingeniería Geológica consiste en tan sólo un segundo ciclo de dos cursos al cual se puede acceder desde cualquiera de las titulaciones especificadas en el BOE, cursando los complementos de formación establecidos.

El número de créditos de la titulación oscila entre 314 y 375 (Tabla 1). El número medio de créditos por curso es de 71.6, similar al de otras ingenierías y muy superior al de otras titulaciones superiores. En todas ellas se exige la realización de un Proyecto Fin de Carrera que demuestre la madurez técnica adquirida por los alumnos durante su formación como ingenieros.

## 5. Situación actual de la Expresión Gráfica en la Ingeniería Geológica

Para analizar la situación actual de la Expresión Gráfica en la Ingeniería Geológica hemos analizado una serie de variables como son los créditos y asignaturas asignados al Área de Conocimientos, los diferentes accesos existentes y las notas de corte, etc.

Los accesos a la titulación de Ingeniería Geológica son muy diversos. Se accede fundamentalmente desde los nuevos bachilleratos, Módulos de Formación Superiores, desde COU -en extinción-, desde la Prueba de Acceso a la Universidad para mayores de 25 años, desde titulaciones extranjeras y otras titulaciones homologadas.



Fig. 2.- Localización de los centros que imparten Ingeniería Geológica en España

El mayor número de alumnos que acceden a la universidad en el curso 2002-2003 proceden de los bachilleratos LOGSE. Estos alumnos carecen de formación en materia de Expresión Gráfica, ya que tan sólo cursan, en el mejor de los casos dos asignaturas de Plástica y Visual en 1º, 2º, 3º y 4º de ESO, así como Dibujo Técnico en 2º curso de bachiller. A la titulación de Ingeniería Geológica acceden también alumnos que tan sólo han cursado asignaturas relacionadas con la Expresión Gráfica en 3º de ESO como obligatoria.

Tabla 1.- Planes de estudios de Ingeniería Geológica en España

UNIVERSIDAD	CURSOS POR CICLO	CRÉDITOS	Nº PLAZAS EN PRIMER CURSO (Curso 2002-03)*	NOTA DE CORTE (Curso 2001-2002)*	CURSO DE INICIO	BOE
ALICANTE	3+2	367	72	6.20	(1997-98) <sup>2)</sup> 2000-01	01/12/99
BARCELONA (UPC+UB)	2+3	375	10 (Titulados) +30 (UPC) +30 (UB)	5.17	(1990-91) <sup>2)</sup> 2000-01	16/10/00
COMPLUTENSE DE MADRID	3+2	314	50	6.00	2000-01	05/07/00
POLITÉCNICA DE MADRID	3+2	375	60	5.00	2000-01	05/07/00
OVIEDO	0+2 <sup>1)</sup>	145.5	50	5.00	2002-03	24/01/02
SALAMANCA	3+2	337	60	S.D.	2001-02	08/10/02
POLITÉCNICA DE VALENCIA	0+2 <sup>1)</sup>	150	70	S.D.	2002-03	25/11/02

1) Sólo como 2º ciclo; 2) Como título propio; S.D.: Sin datos.  
\* Página web MECED. (www.mecd.es)

Los alumnos procedentes de los Ciclos Formativos de Grado Superior poseen una formación más técnica y específica, por lo que su formación gráfica depende del módulo cursado, resultando difícil generalizar sobre sus conocimientos.

Cuando el acceso se lleva a cabo a través de títulos extranjeros o con la prueba de acceso a la universidad para mayores de 25 años el nivel de conocimientos de Expresión Gráfica es muy variado y, por lo tanto, difícil de estimar.

Por último, los alumnos de Ingeniería Geológica pueden provenir de otras titulaciones como los primeros ciclos de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniería de Minas y la Licenciatura en Geología, o los titulados en Ingeniería Técnica de Obras Públicas e Ingeniería Técnica de Minas en todas sus especialidades. El número de créditos y de asignaturas a cursar como complementos de formación es variable, aunque están comprendidos en un rango de los 24 a los 42 créditos. Cabe destacar que aquellos alumnos provenientes del primer ciclo de la Licenciatura en Geología deberán cursar 6 créditos en Expresión Gráfica y Topografía, mientras que el resto de titulados quedan exentos de esta materia al haberse impartido dentro la troncalidad del primer ciclo en los correspondientes estudios de origen.

Las asignaturas de los diferentes planes de estudios de Ingeniería Geológica en España pertenecientes al área de Expresión Gráfica en la Ingeniería son las que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2.- Asignaturas del área de Expresión Gráfica en la Ingeniería

UNIVERSIDAD	ASIGNATURA	CURSO	TIPO	CREDITOS			% CRÉDITOS TOTALES DE LA TITULACIÓN	
				TEÓR.	PRÁC.	TOTALES		
Alicante	Geometría Aplicada a la Ingeniería Geológica	1º	O	3.0	4.5	7.5	33.0	9.0
	Expresión Gráfica y Topografía	1º	T	3.0	4.5	7.5		
	Proyectos	5º	O	6.0	3.0	9.0		
	Oficina Técnica en Ingeniería Geológica	4º-5º	OP	3.0	1.5	4.5		
	Diseño de Ingeniería por ordenador	4º-5º	OP	3.0	1.5	4.5		
Barcelona (UPC+UB)	Expresión Gráfica y Topografía	2º	T	4.0	5.0	9.0	15.0	4.0
	Proyectos	5º	T	6.0	0.0	6.0		
Complutense de Madrid	Expresión Gráfica y Topografía	1º	T	3.0	3.0	6.0	12.0	3.8
	Proyectos	5º	T	3.0	3.0	6.0		
Politécnica de Madrid	Expresión Gráfica	1º	T	3.0	3.0	6.0	18.0	4.8
	Topografía	1º	T	3.0	3.0	6.0		
	Proyectos	5º	T	3.0	3.0	6.0		
Oviedo	Proyectos	5º	T	2.0	4.0	6.0	6.0	4.1
Salamanca	Expresión Gráfica y Topografía	1º	T	4.5	4.5	9.0	15.0	4.5
	Proyectos	5º	T	3.0	3.0	6.0		
Politécnica de Valencia	Proyectos	4º	T	3.5	2.5	6.0	6.0	4.0

O: Obligatoria; OP: Optativa; T: Troncal

## 6. Conclusiones

Los conocimientos relacionados con la Expresión Gráfica en las carreras técnicas y más concretamente en la titulación de Ingeniería Geológica constituyen un pilar esencial en la formación de los futuros ingenieros, siendo necesarios para el correcto desarrollo de sus funciones como técnicos. Además, estas asignaturas establecen notables diferencias en el perfil formativo del Ingeniero Geólogo respecto del Licenciado en Geología, por lo que habría de incidirse en este aspecto.

No obstante, la escasa cantidad de créditos de la titulación de Ingeniería Geológica, que consta en el plan de estudios, destinada a los conocimientos que imparte el Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, dificultan en gran medida dotar al alumno de una base sólida en materia de Expresión Gráfica. De hecho, los créditos asignados a este fin varían desde 33.0 hasta 12.0 dependiendo de la universidad (Fig. 3), lo que supone entre un 9.0 % y un 3.8 % de los créditos totales de los que consta el plan de estudios (Fig. 4). Sin duda, con Ingeniería Geológica se ha producido un fenómeno similar al que se está produciendo en el resto de titulaciones técnicas, en las cuales se tiende a restar importancia a las asignaturas de EG en beneficio de otras.

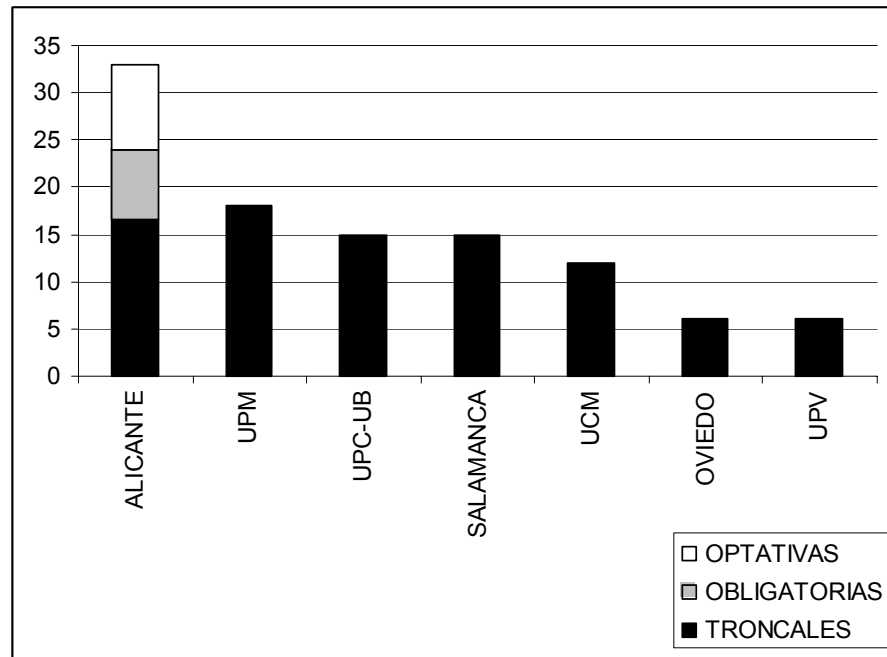


Fig. 3.- Número de créditos de Expresión Gráfica por universidades

A la falta de créditos existente en la titulación de Ingeniería Geológica, debe añadirse otro inconveniente propio del sistema educativo; se trata del hecho de que un gran número de alumnos que acceden a la titulación procedentes del sistema LOGSE, carecen de conocimientos suficientes sobre Expresión Gráfica ya que han cursado pocas horas de esta materia. Esto supone que en ocasiones sea complejo desarrollar los programas con total normalidad, viéndonos obligados a comenzar desde el principio. Por último, cabe destacar el hecho de que, a pesar de la juventud de la titulación en España y dada la importancia que ha adquirido el uso de los ordenadores en la Ingeniería Geológica durante los últimos diez años [Hatheway et al., 1997; Hatheway et al, 2001], ninguna de las titulaciones de Ingeniería Geológica de España cuenta con una asignatura donde se imparta Diseño Asistido por Ordenador (DAO), de tanta utilidad

para el desarrollo laboral de los ingenieros. Tan sólo en la Universidad de Alicante se imparte una optativa (Diseño de Ingeniería por Ordenador) en la que se estudia tanto el DAO como los sistemas de información geográfica (SIG).

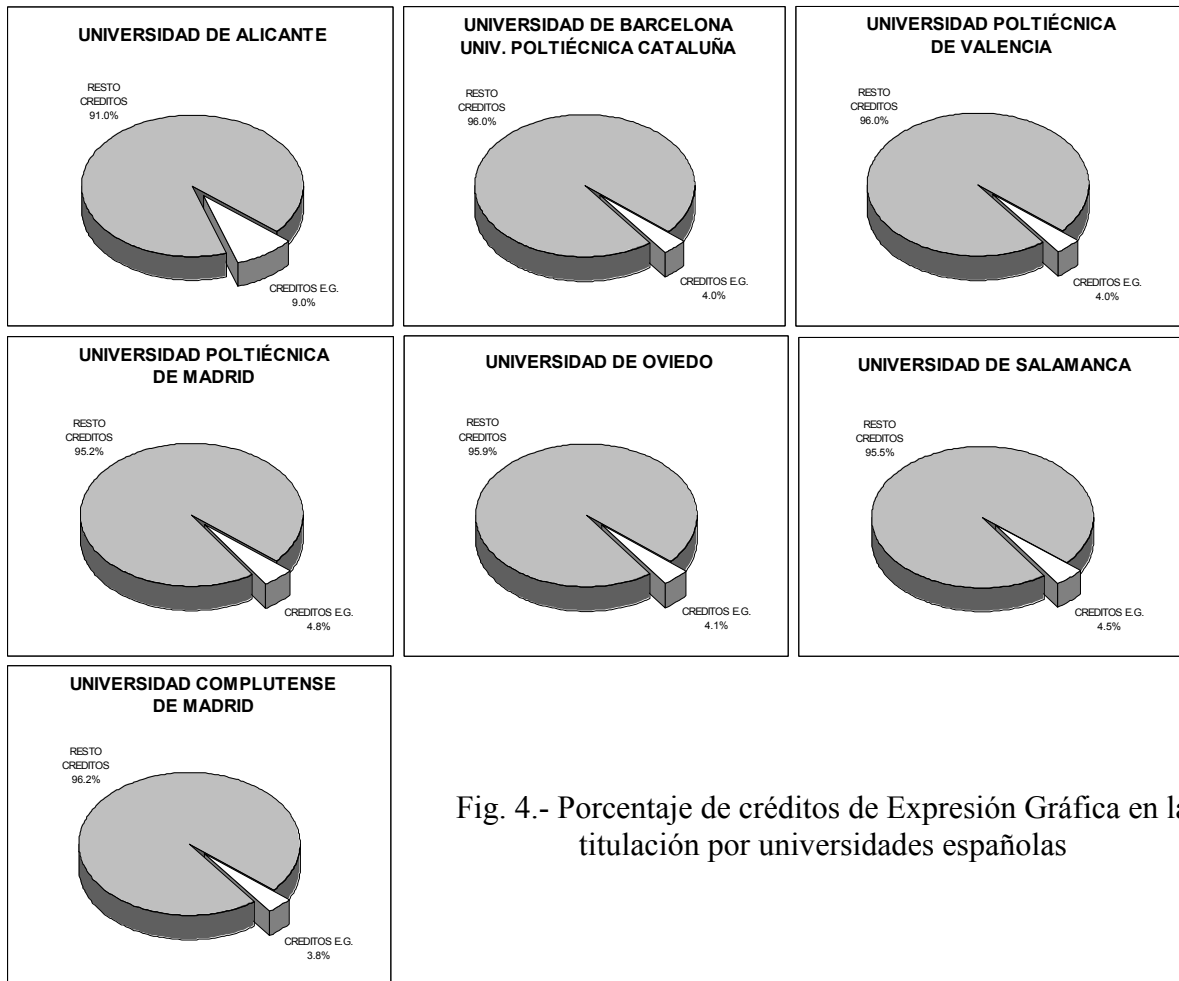


Fig. 4.- Porcentaje de créditos de Expresión Gráfica en la titulación por universidades españolas

Ante esta situación se estima conveniente llevar a cabo una serie de medidas como son revisar los planes de estudios asignando un mayor número de créditos y ampliando el número de asignaturas ofertadas de Expresión Gráfica, revisar los programas de las asignaturas para abarcar los contenidos considerados fundamentales para la formación Gráfica de los futuros Ingenieros Geólogos, cambiar las metodologías pasivas por otras más activas, elaborar material de autoaprendizaje y refuerzo para complementar la carencia de créditos así como impartir cursos cero para aquellos alumnos que accedan con un nivel inferior al requerido.

### Referencias bibliográficas

Bañón Blázquez, L., *IGA - Ingeniería Geológica Alicante*, Página web. URL: <http://iga.iespana.es>, Alicante, 2002.

Hatheway, A.W., Reeves, G.M., *Status of engineering Geology in North America and Europe*, Engineering Geology, nº 47, 1997, pp. 191-215.



Hatheway, A.W., Kanaori, Y., *Sixth Annual Report on the international status of engineering geology-Year 2000*, Engineering Geology, nº 61, 2001, pp. 1-27.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 9 de noviembre de 1999, de la Universidad de Alicante, relativa al plan de estudios conducente a la obtención del título de Ingeniero Geólogo*, B.O.E. nº 287, miércoles 1 de diciembre de 1999, pp. 41635-41645.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Real Decreto 666/1999, de 23 de abril, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero Geólogo y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél*, B.O.E. nº 109, viernes 7 de mayo de 1999, pp. 17210-17213.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 14 de Junio de 2000, de la Universidad Politécnica de Madrid, por la que se publica el plan de estudios para la obtención del título de Ingeniero Geólogo*, BOE 160, miércoles 5 de julio de 2000, pp. 24291-24304.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 14 de Septiembre de 2000, de la Universidad Politécnica de Cataluña y de la Universidad de Barcelona, por la que se publica el plan de estudios conjunto de Ingeniero Geólogo a impartir en la escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona de la UPC y en la Facultad de Geología de la UB*, B.O.E. nº 248, lunes 16 de octubre de 2000, pp. 35405-35413.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 15 de Junio de 2000, de la Universidad Complutense de Madrid, por la que se publica el plan de Ingeniero Geólogo*, B.O.E. nº 160, miércoles 5 de julio de 2000, pp. 24278-24290.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 26 de Septiembre de 2002, de la Universidad de Oviedo, por la que se ordena la publicación del plan de estudios de Ingeniero Geólogo (2º C) a impartir en la E.P.S. "Guillermo Schulz" de Mieres*, B.O.E. nº 241, martes 8 de octubre de 2002, pp. 35614-35620.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, *Resolución de 7 de enero de 2002, de la Universidad de Salamanca, por la que se publica el plan de estudios de Ingeniero Geólogo de la Facultad de Ciencias de esta Universidad*, B.O.E. nº 21, Jueves 24 de enero de 2002, pp. 3201-3215.