

El reto internacional de la formación de nuevos ingenieros nucleares

Consejo Social UPM
Seminario sobre Tecnologías para el nuevo futuro de la Energía Nuclear
24 de octubre de 2006

Emilio Minguez Torres
Catedrático de Tecnología Nuclear
Vicerrector de Gestión Académica y Profesorado
Universidad Politécnica de Madrid
(emilio.minguez@upm.es)



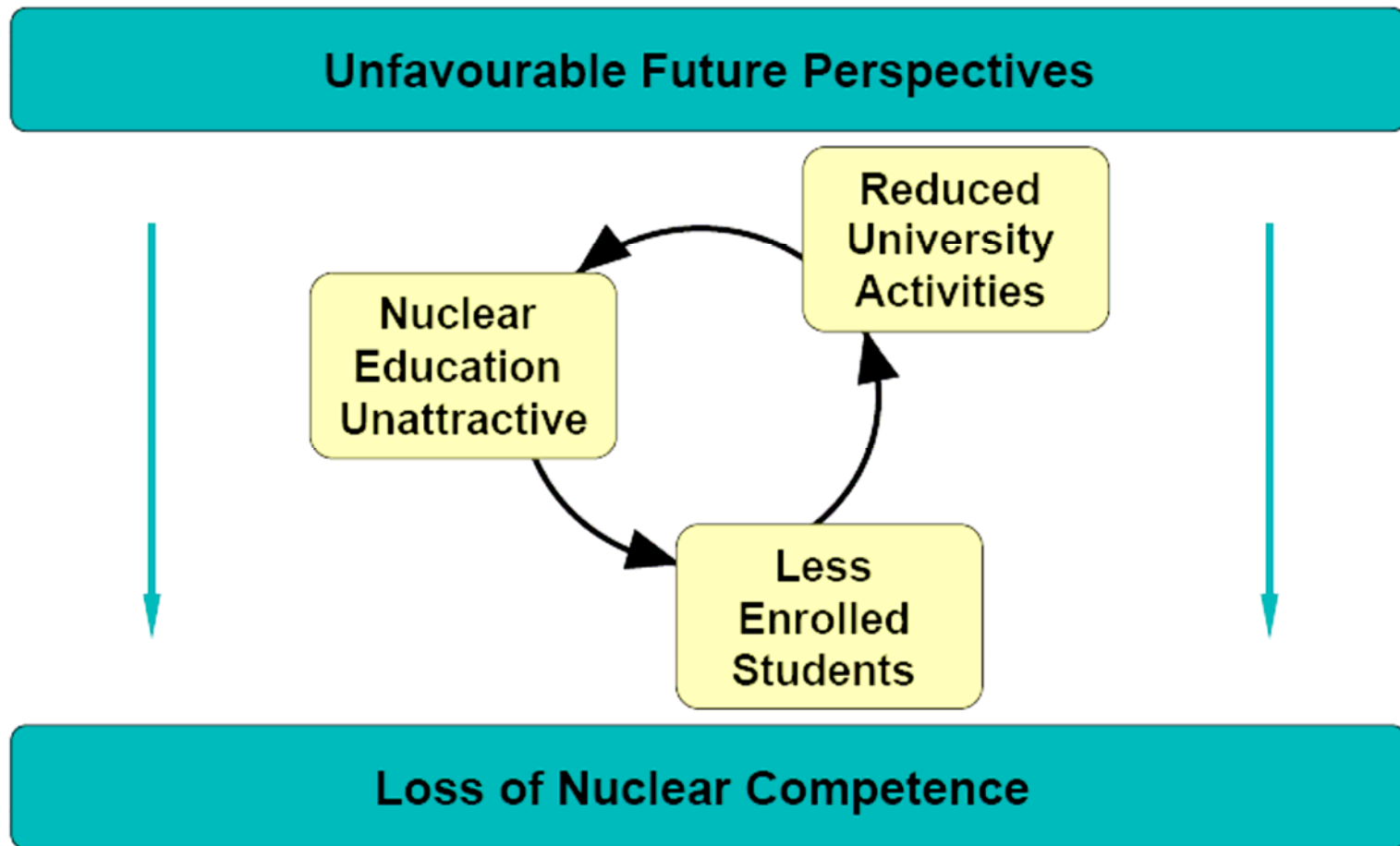
Algunos estudios que detectaron falta de interés en los programas de formación nuclear

- **CCE-Fission Working Group 2004 (fission programme advisory committee):**
“training and RI are intrinsically linked and must be made the cornerstone of the EURATOM programme...”
- **IAEA established in 2002 knowledge management as an Agency-wide cross-cutting activity**
“Like any highly technical endeavour, the use of nuclear technology relies heavily on a vast accumulation of knowledge - volumes of scientific research, engineering analysis, operational data, regulatory reviews and
- **“Nuclear Education and Training: Cause for Concern?” Report 2000, OECD / Nuclear Energy Agency, ISBN 92-64-18521-6**
“The ability of universities to attract top quality students, meet future staffing requirements of the nuclear industry, and conduct leading-edge research is becoming seriously compromised”.
- **Manpower Supply and Demand in the Nuclear Industry (NEDHO 2000)**
- **The Future of Nuclear Engineering Programs and University Research and Training Reactors (NERAC 2000)**



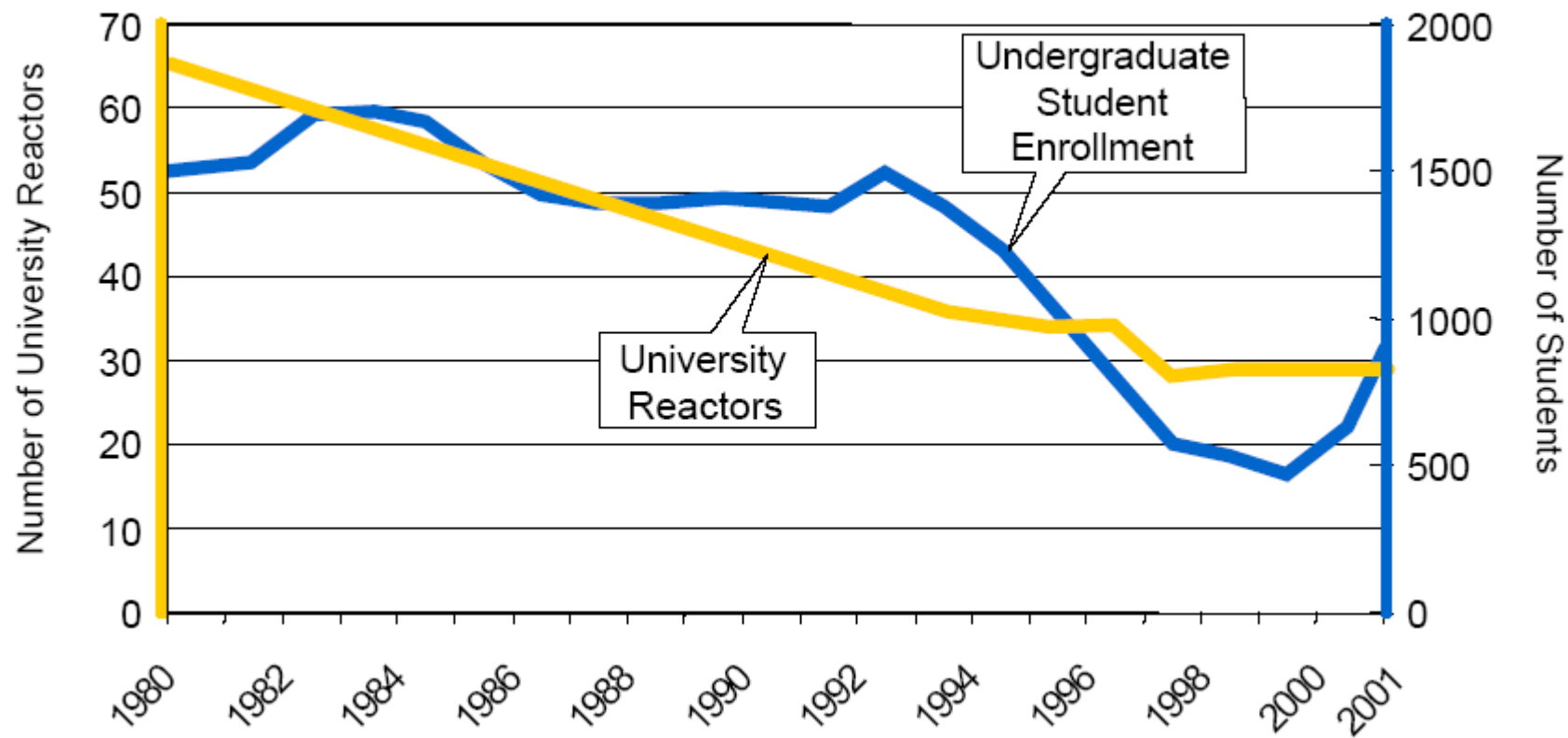
CIRCULO DE INCOMPETENCIA

Vicious Circuit





Aplicación a Estados Unidos



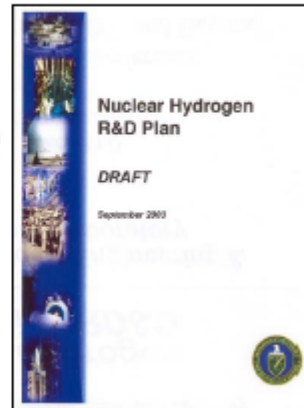


Cambio de tendencia: Nuevas iniciativas

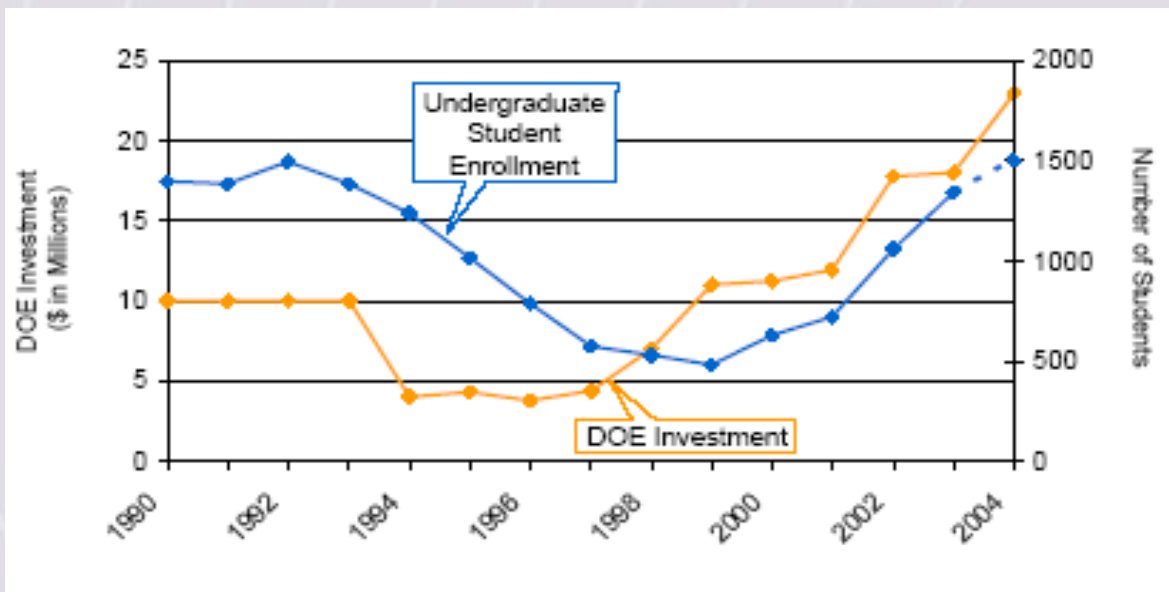
USA: Nuclear Energy Reserch Initiative – Universities (NERI-U)



- Generation IV (GenIV)
≈ 3 Mio \$
- Advance Fuel Cycle Initiative (AFCI)
≈ 3 Mio \$
- Nuclear Hydrogen Initiative (NHI)
≈ 0.5 Mio \$



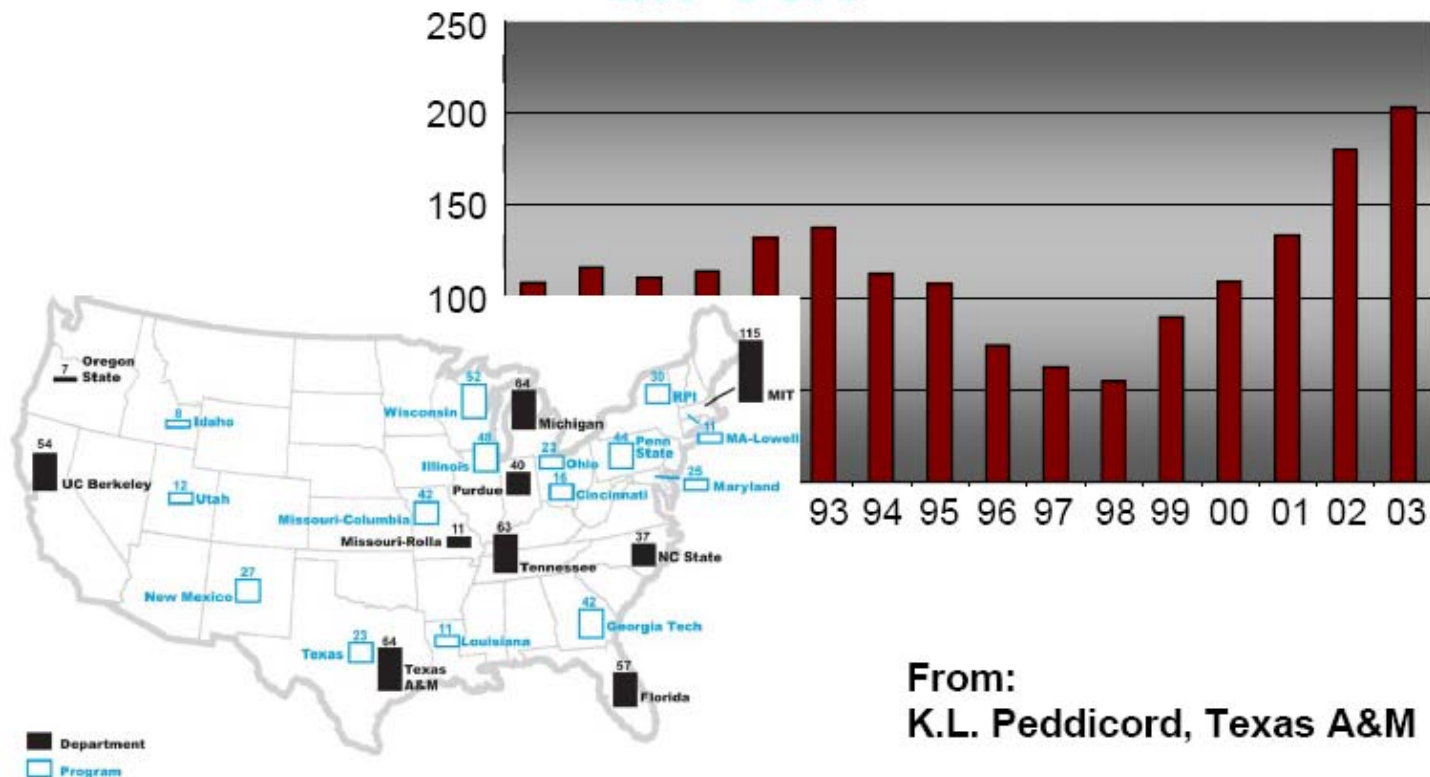
Global Nuclear Energy Partnership
Febrero 2006





Crece el interés

Under-/ Graduate Nuclear Enrollments in the USA



From:
K.L. Peddicord, Texas A&M



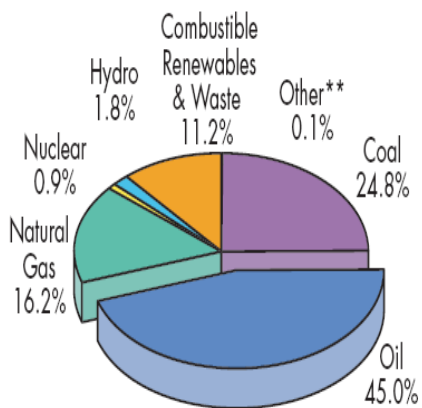
Escenario futuro

- **Operación de centrales a costes muy competitivos.**
- **Producción sostenible (factores de carga elevados).**
- **Operación a largo plazo: paso de 40 a 60 años.**
- **Suministro asegurado de combustible.**
- **Desmantelamiento y gestión de residuos.**
- **Construcción de nuevas centrales: Gen-III, HTR**
- **Programas: Generación IV / INPRO**
- **Otros productos no eléctricos: hidrógeno**
- **Transmutación de residuos: instalaciones de fuentes de irradiación**
- **Fusión: ITER, fábrica de blancos, materiales, FCI.**



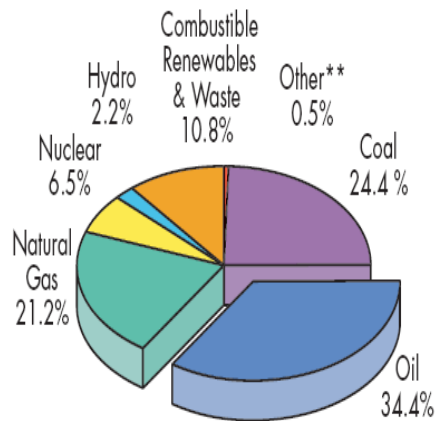
Objetivo: al menos mantener el porcentaje

1973



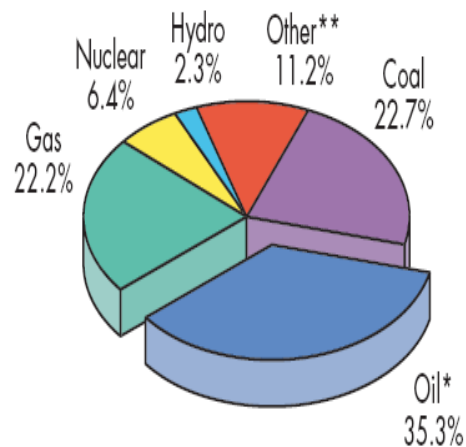
6 034 Mtoe

2003



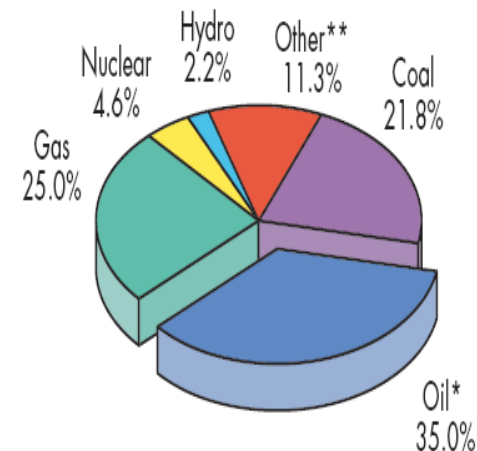
10 579 Mtoe

2010



12 200 Mtoe

2030



16 500 Mtoe

*Excludes international marine bunkers and electricity trade.

**Other includes geothermal, solar, wind, heat, etc.



Retos de la Energía Nuclear

- **Sostenibilidad:** aportación a la disminución efecto invernadero
garantía de suministro
reducción de cantidad de residuos
disminución toxicidad y tiempo de vida
extensión de reservas de combustible
- **Competitividad:** bajos costes de generación
Simplificación de diseño
reducción tiempos de construcción
mejor empleo del combustible
nuevas técnicas de construcción
- **Seguridad y fiabilidad:** Seguridad inherente
diseños robustos
aumento de la aceptación y confianza públicas
- **Resistencia a la proliferación y protección física**

**FORMACIÓN Y ENTRENAMIENTO:
nuevas generaciones de expertos**



Recordar que:

- **La industria nuclear se ha nutrido de especialistas con una alta formación y nivel de conocimientos elevados.**
- **La formación se ha adaptado siempre a las tecnologías modernas.**
- **Se ha realizado en Universidades de prestigio en colaboración con empresas y centros de investigación.**
- **Los programas de investigación han estado básicamente soportados por los Gobiernos.**



Redes de Formación en la UE

NEPTUNO (CA)

“Nuclear European Platform of Training and University Organisations” (nuclear engineering)

CETRAD (CA)

“Co-ordination Action on Education and Training in Radiation Protection and Radioactive Waste Management”

EURAC (CA)

“Securing European Radiological Protection & Radioecology Competence to meet the Future Needs of Stakeholders”

MSCRB (SSA)

“European Master of Science Course in Radiation Biology”

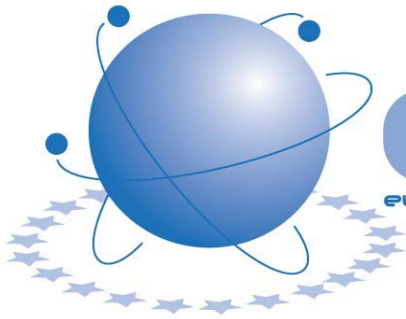
ENETRAP (CA)

“European Network on Education and Training in Radiological Protection”

BNEN (SSA)

“Open Access to the Belgian Nuclear higher Education Network”

ENEN-II



enen
european nuclear education network

Aims of the legal association ENEN (Paris, Sept. 03, by-laws : members, general assembly and governing board)

- **Promote and further develop the collaboration in nuclear engineering education of engineers and researchers needed by the industry and the regulatory bodies**
- **Ensure the quality of nuclear academic engineering education and training**
- **Increase the attractiveness for students and young academics**
- **Deliver a “European Master of Science in Nuclear Engineering”.**



EMSNE

All ENEN Association members listed



Atomintézet der Österreichischen Universitäten • University of Birmingham • Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem • Université Catholique de Louvain • Česká vysoká škola technická v Praze • Commissariat à l'Energie Atomique - Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires • Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare • Technische Universiteit Delft • Eidgenössische Technische Hochschule Zurich • Πύλοιο Μεταπτυχιακό Τμήμα Τεχνολογίας • Universität Gent • Katholieke Universiteit Leuven • Kungl Tekniska Högskolan • Lappeenranta Teknillinen Yliopisto • L'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne • Univerca v Ljubljani • Technische Universität München • Universidad Politécnica de Madrid • Università Politecnica Bolognese • Slovenská Technická Univerzita v Bratislave • Τεχνίλιον Κοκκαλιού - Τεχνικά Ηögskolan • Centru de Inginerie Tehnologice Obiective Nucleare • Institute for Safety and Reliability • HMS Sultan • Studicentrum voor Kernenergie - Centre d'Etudes Nucléaires • Ústav jaderného výzkumu Řež

Diploma Supplement

On behalf of the Board of Governors of the European Nuclear Education Network, we acknowledge that
the academic programme of

Geert Van den Branden

born on *December 1, 1971, Wilrijk (Belgium)*, leading to the degree of

Diplome d'Etudes Spécialisées en Génie Nucléaire at the *Université Catholique de Louvain*

fulfils all the requirements set by the European Nuclear Education Network and is therefore considered by
the member institutions to qualify as the equivalent of

European Master of Science in Nuclear Engineering

Stockholm, March 5, 2004

Prof. Dominique Gentile
President ENEN

Prof. Anselm Schaefer
Vice-President ENEN



ENEN Network: partners

- *Austria* : Atominstitut der Österreichischen Universitäten, - Vienna.
- *Belgium* : Katholieke Universiteit Leuven, - Leuven
- *Belgium* : Université Catholique de Louvain UCL,- Louvain-la-Neuve.
- *Belgium* : Universiteit Gent, University of Gent- Gent.
- *Czech Republic* : Czech Technical University - Prague.
- *Finland* : Helsinki University of Technology- Helsinki.
- *Finland*: Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta.
- *France* : CEA - Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires - Saclay.
- *France* : Institut National Polytechnique de Grenoble - Grenoble
- *Germany* : Technische Universität München (TUM) – München
- *Germany* : Institut für Kernenergetik und Energiesysteme - Stuttgart
- *Greece* : National Technical University of Athens- Athens.
- *Great Britain* : University of Manchester - Manchester.
- *Great Britain* : University of Birmingham - Birmingham
- *Hungary* : Budapest University of Technology and Economics - Budapest.
- *Italy* : Consorzio Interuniversitario per la Ricerca Tecnologica Nucleare – Torino.
- *Netherlands* : Delft University of Technology - Delft.



ENEN Network: partners

- *Romania* : "Politechnica" University of Bucharest – Bucharest.
- *Slovakia* : Slovak University of Technology, Bratislava.
- *Spain* : **Universidad Politecnica de Madrid (UPM),- Madrid.**
- *Spain* : Universidad Politecnica de Catalunya
- *Slovenia* : University of Ljubljana - Ljubljana.
- *Sweden* : Kungl Tekniska Högskolan- Royal Institute of Technology - Stockholm
- *Sweden* : Uppsala University
- *Switzerland* : Swiss Federal Institute of Technology (ETH),- Zurich.
- *Switzerland*: Swiss Federal Institute of Technology (EPFL) – Lausanne.



ENEN Network: partners

- ***Belgium:*** Nuclear Research Centre SCKCEN, Mol
- ***Czech Republic:*** Nuclear Research Institute, Rez plc
- ***Germany:*** Institute for Safety and Reliability, Munich
- ***Romania:*** CITON, Bucharest
- ***Slovenia :*** Jozef Stefan Institute, Ljubljana
- ***United Kingdom:*** HMS Sultan, Hants



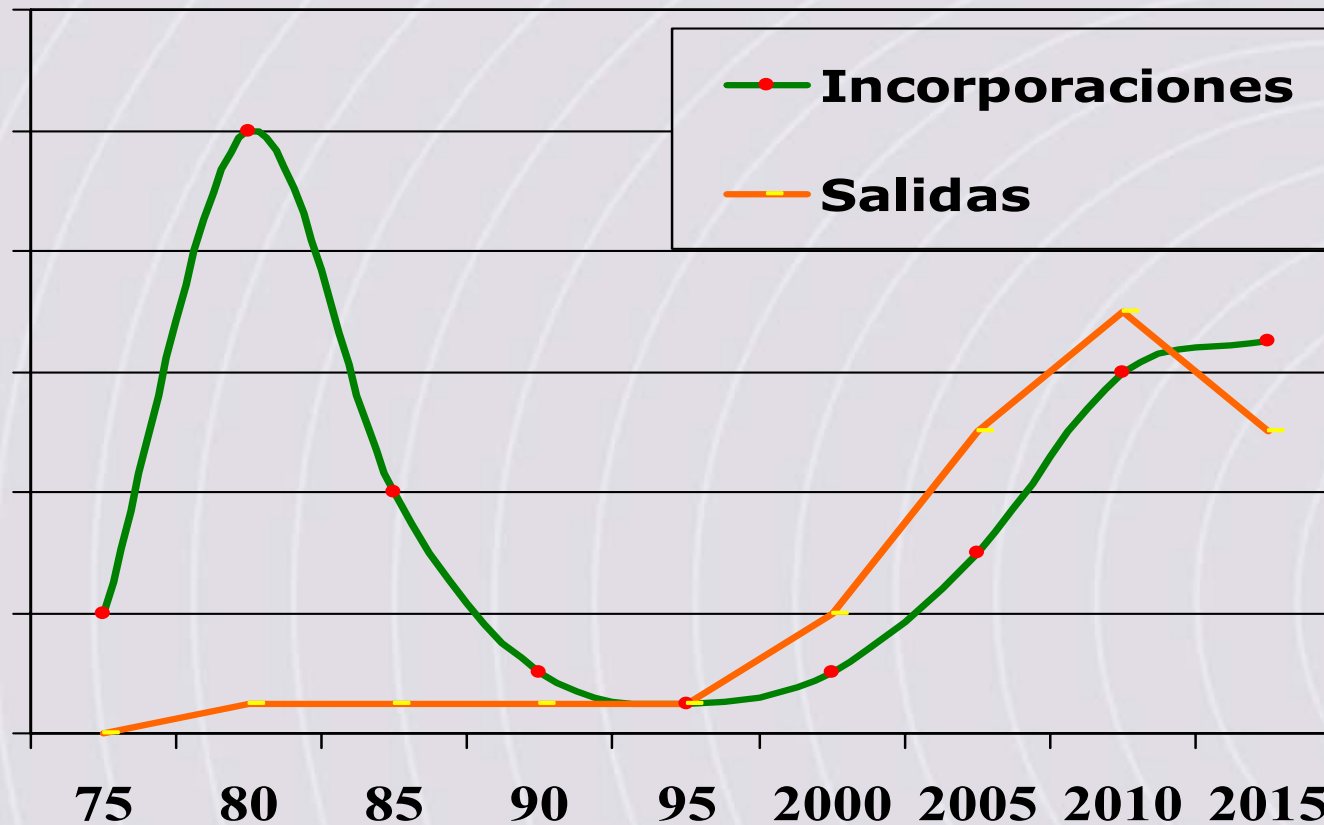
Necesidades previsibles

- En EUA: 800 titulaciones/año
- En Francia: 500 titulaciones/año
- En España: 150 titulados/año

En los próximos diez años se producirá un importante relevo generacional, debiendo sustituirse a la mitad de los técnicos y titulados superiores.



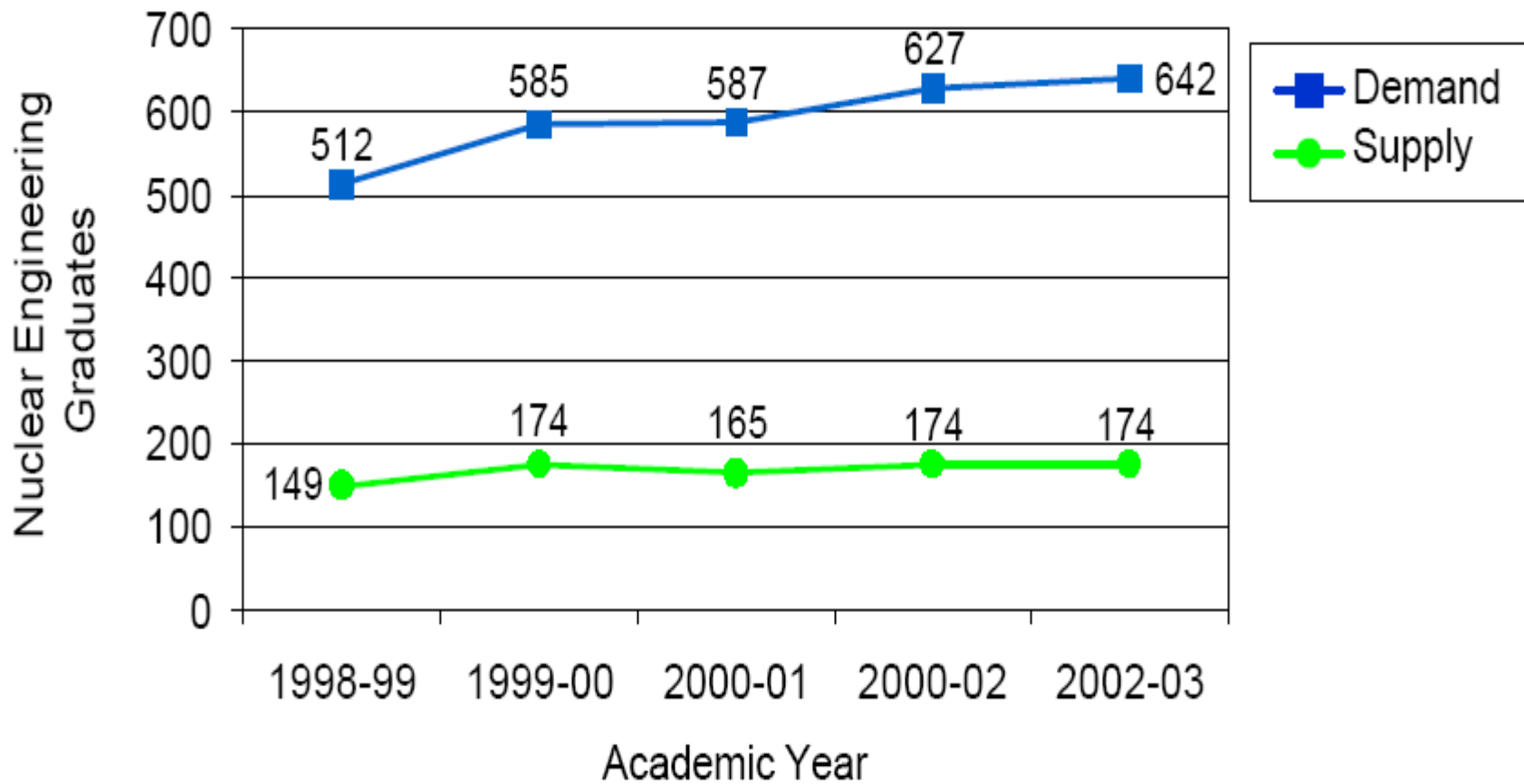
Relevo generacional en el campo nuclear en España



Relevo generacional



Necesidades de ingenieros en EUA





Algunas iniciativas mundiales de formación

- **ENEN Association**
- **NTEC (Nuclear Technology Consortium)**
- **World Nuclear University (WNA)**
 - 5 semanas/año**
 - 2005 Idaho**
 - 2006 Estocolmo**
 - 2007 Korea del Sur**
- **International Centre for Theoretical Physics**
 - 2006, Trieste (WNU, OIEA)**
- **ANENT**
 - Propuesta de Programa de Master.**



Estrategias nacionales en la UE

- **1 - United Kingdom : Dalton Nuclear Institute in Manchester (2004) and University Research Alliance programme (1999) :** radiochemistry, particle technology, waste immobilisation and materials performance
- **2 - Germany : Kompetenzverbund Kerntechnik (2000) + Utility Agreement**
RWE ⇔ Aachen region; EnBW ⇔ Karlsruhe/Stuttgart region;
E.on Energie ⇔ Munich region; and Vattenfall ⇔ Dresden region
- **3 - France : INSTN (1956) /** a service of CEA, for education and professional training activities
- **4 - Belgium : BNEN (2002) /** all 6 Belgian universities with nuclear curricula, one language (English), one place (SCK-CE Mol)
- **5 - Sweden : NTC (1995) /** composed of SKI, Westinghouse-Atom AB and all Swedish NPPs
- **6 - Finland : STUK (2002) /** training needs related to the fifth NPP in Olkiluoto
- **7 - Italy: CIRTEN (1994) /** maintaining a critical mass on nat'l and intern'l scene



Formación en Ingeniería Nuclear en la UPM

ETSI Minas

Dept. Sistemas Energéticos

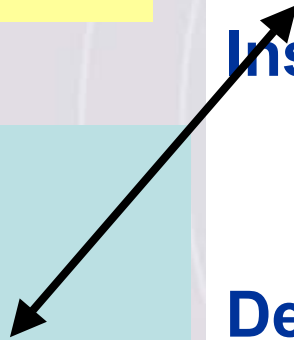
ETSI Navales

Dept. of Ingeniería Nuclear

ETSI Industriales

Dept. Ingeniería Nuclear (DIN)
Inst. de Fusión Nuclear
(DENIM)

Dept. of Ingeniería Energética
y Fluidomecánica





Alumnos en materias nucleares y oferta formativa

ETSI Navales:

Curso 2002-03 : 81
Curso 2003-04 : 46
Curso 2004-05 : 44
Curso 2005-06 : 61

ETSI Minas: (Plan 1966)

Curso 2002-03 : 48
Curso 2003-04 : 43
Curso 2004-05 : 47
Curso 2005-06 : 46

ETSI Industriales: Esp T. Energéticas

	3º	4º	5º
<i>Curso 2002-03 :</i>	29	0	0
<i>Curso 2003-04 :</i>	53	39	0
<i>Curso 2004-05 :</i>	59	60	43
<i>Curso 2005-06 :</i>	73	90	71

**Master en Tecnologías para la
Generación Eléctrica : 850 horas**

Módulo Nuclear : 120 horas





Conclusiones

- **Nuevas generaciones de expertos en materias nucleares.**
- **Universidades: formación básica de alto nivel.**
- **Programas de investigación en materias de interés**
- **Apoyo tanto del sector público como privado en actividades de entrenamiento y formación continua**
- **Intensificar los programas de educación: ENEN, World Nuclear University**
- **7º Programa Marco UE:**
 - soporte cooperación entre universidades,*
 - programa de competitividad e innovación,*
 - programa de educación y training.*



Conclusiones

• La formación y mantenimiento del conocimiento en materias nucleares es decisiva para atender las necesidades actuales y afrontar los retos del futuro.

Know-how and experience can only be maintained by direct person-to-person transfer to guarantee the alternation of generations - ideally in application to a scientifically & technically challenging project.

DOE Programs for Improving the Nuclear Engineering Education Infrastructure

“Universities, Industry and Government: Partners for the Future of Nuclear Engineering and Technology”