

## ***Línea de Estudios de Expansión del Sector Eléctrico***

### **Descripción de la línea**

Por su impacto en la economía, la expansión de los sistemas eléctricos para satisfacer el crecimiento de la demanda es de vital importancia y requiere una planificación cuidadosa. La planificación del sector eléctrico tiene como objetivo diseñar el programa de expansión del Sistema Eléctrico Nacional para satisfacer la demanda futura a costo mínimo y con nivel adecuado de confiabilidad y calidad, respetando las disposiciones nacionales en materia energética, social, financiera y ambiental.

En esta línea de desarrollo, que tiene la Facultad de Ingeniería, se realizan estudios de expansión de la generación eléctrica y se analiza el papel de la energía nuclear en la expansión considerando una evaluación desde el punto de vista del desarrollo sustentable. Adicionalmente, se analizan aplicaciones de la energía nuclear a otros procesos energéticos como son la desalación de agua de mar y la producción de hidrógeno.

Las actividades que se desarrollan se enfocan tanto al desarrollo tecnológico como a la formación de recursos humanos en el área energética.

### **Principales Actividades**

- Análisis de costos nivelados de generación de las diferentes tecnologías de generación eléctrica y análisis económicos desde el punto de vista del sistema de generación eléctrica.
- Análisis de costos ambientales de las diferentes tecnologías de generación eléctrica aplicando análisis del ciclo de vida.
- Desarrollo de metodologías para comparar diferentes fuentes de energía para la generación eléctrica aplicando indicadores de desarrollo sustentable.
- Estudios de expansión a largo plazo de la generación eléctrica buscando la participación óptima de las diferentes tecnologías renovables y no renovables, y satisfaciendo los requerimientos de confiabilidad del sistema.
- Analizar diferentes tecnologías nucleares para la generación eléctrica a corto, mediano y largo plazo. Selección de reactores para México.
- Analizar proyectos de aplicación de la Energía Nuclear para desalar agua de mar y para producir hidrógeno.
- Aplicación de técnicas avanzadas de toma de decisión multicriterio en todas las actividades anteriores.

### **Proyectos realizados y/o en proceso**

1. "IAEA Proyecto MEX/0/012: Evaluación Comparativa de Opciones y Estrategias Energéticas al Año 2025". Fase I: Análisis del Sector Eléctrico Utilizando el sistema DECADES. Proyecto SENER-OIEA.
2. "IAEA Proyecto MEX/0/012: Evaluación Comparativa de Opciones y Estrategias Energéticas al Año 2025" Fase II: Análisis del Sistema

- Energético Utilizando el Módulo BALANCE-ENPEP. Proyecto SENER-OIEA.
3. “Actualización de Costos y Parámetros de Referencia de Plantas Nucleoeléctricas para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico” *Proyecto con Comisión Federal de Electricidad*.
  4. “Desarrollo de una Metodología para Evaluar Opciones de Reactores Nucleares de Potencia para México”. Proyecto PAPIIT.
  5. “Estudio de Planes de Expansión del Sistema de Generación Eléctrica Mexicano Basado en Toma de Decisiones”. Proyecto CONACYT-SNI-ESTUDIANTES.
  6. “Producción de hidrógeno a partir del calor producido por reactores nucleares de alta temperatura”. Propuesta para PAPIIT.

## **Publicaciones recientes (últimos cinco años)**

### **Revistas**

1. Cecilia Martín-del-Campo Márquez, Pamela Fran Nelson, Miguel Ángel García Vázquez. “La energía del viento en México: Simulación de un parque eólico y aplicación de Análisis de Probabilístico de Seguridad”. Revista Ingeniería, Investigación y Tecnología. ISSN: 1405-7743. (Aceptado el 13 de marzo 2008, actualmente en prensa)<sup>1</sup>.

### **Capítulos de Libros**

2. International Atomic Energy Agency (IAEA), Martín del Campo Márquez, C. (contributor to drafting and review, total 16) “Comparative assessment of energy options and strategies in Mexico until 2025”. Final report of a coordinated research project 2000-2004. IAEA-TECDOC-1469. ISBN 92-0-111105-2. ISSN 1011-4289. 309 p. Vienna, Austria, October 2005.
3. Cecilia Martín del Campo Márquez y Juan Luis Francois Lacouture. Elaboración del Capítulo: “Informe del estado del arte y propuesta de líneas de investigación y acciones de lo que se debe hacer en México en ciencia y tecnología sobre la alternativa Nuclear de Fisión” del *Libro Blanco sobre Energías Alternas*, actualmente en elaboración en la Academia Mexicana de Ciencias y el Centro de Investigación en Energía de la UNAM. (Invitación, enviado el 12/09/2008, aceptado el 9/02/2008).
4. Cecilia Martín del Campo Márquez y Juan Luis Francois Lacouture. Elaboración del Capítulo: “Ingeniería Nuclear” de la “Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México” actualmente en elaboración en la Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa. 21 págs. (Invitación, entregado el 26 de diciembre de 2008, aceptado, el 26 de enero 2009, actualmente en prensa).

### **Revista nacional**

5. Cecilia Martín del Campo Márquez, Juan Luis Francois Lacouture. “Desarrollo de una Metodología para Evaluar la Sustentabilidad de Fuentes de Generación Eléctrica”. Revista MÉXICO NUCLEAR, Sociedad Nuclear Mexicana. ISSN en trámite. Año 8, Vol 1, pp 15-28, Enero-Abril (2008).

### **Congresos Internacionales**

---

<sup>1</sup> Revista nacional indizada

6. C. Martín del Campo M., J. L. François L., "Desarrollo de una Metodología Basada en Lógica Difusa para Evaluar la Sustentabilidad de Tecnologías de Generación Eléctrica". "2005 ANS/LAS Symposium "Maintaining the Nuclear Option in Latin America". p. 1 – 14. Río de Janeiro, Brasil. Junio 13-16, 2005.
7. J. L. François L., C. Martín del Campo M., M. Giraldi. "Evaluación Comparativa Integral de Tecnologías de Generación para el Sector Eléctrico Mexicano". 2005 ANS/LAS Symposium "Maintaining the Nuclear Option in Latin America ". p. 1 - 9. Río de Janeiro, Brasil. Junio 13-16, 2005.
8. M. A. García V., C. Martín del Campo M., P. F. Nelson E. "Economic, Technological and Environmental Aspects of Wind Energy for Electricity Generation in Mexico". The 11<sup>th</sup> international energy conference & exhibition. Energex 2006: Energy Systems in Transition towards a Sustainable Development. Stavanger, Norway. <http://www.energex2006.com/>. June 12-15, 2006. (Se tiene el artículo, no se editaron memorias)
9. R. Reyes R., C. Martín del Campo M., "Metodología para Evaluar Opciones de Reactores Nucleares de Potencia para México". Simposio LAS-ANS 2006. "Situación Energética en Latinoamérica y Energía Nuclear". Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina. <http://www.las-ans.org.br/Papers2006.HTM>. Junio 26 -29, 2006.
10. C. Martín del Campo M., J. L. François L. "Perspectiva Actual de la Energía Nuclear en México". Simposio LAS-ANS 2006. "Situación Energética en Latinoamérica y Energía Nuclear". Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina. <http://www.las-ans.org.br/Papers2006.HTM>. Junio 26 -29, 2006.
11. R. Reyes R., C. Martín del Campo M., "Metodología para la Comparación Integral de Reactores Nucleares: Selección de un Reactor para México". First American IRPA Congress 2006, XXIV SMSR, Annual Meeting, XVII Annual SNM Congress. Acapulco México. 16 págs. Septiembre 4-8, 2006.
12. C. Martín del Campo M., J. L. François L. "Sustainability of Nuclear Energy in Mexico: Comparison With Other Sources". 15th Pacific Basin Nuclear Conference. Sydney, Australia. 6 págs. Octubre 15-20, 2006.
13. Cecilia Martín-del-Campo, Juan Luis Francois & Ricardo Reyes, "Development of a Tool for Comparing Different Nuclear Power Reactor Technologies: The Mexican Choice". 2007 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants. "The Nuclear Renaissance at Work", Proceedings of ICAPP 2007. Paper 7266. 7 págs. Nice Acropolis, France. May 13-16, 2007.
14. Alejandra Maribel Barragán Martínez, Cecilia Martín del Campo Márquez, "Estudio de técnicas de agregación de indicadores para la selección de un nuevo reactor nuclear para México". Congreso Internacional Conjunto Cancún 2007. Simposio LAS/ANS 2007, XVIII Congreso Anual de la SNM, XXV Reunión Anual de la SMSR, Copatrocinado por la AMEE. 17 págs. Cancún, Quintana Roo, MÉXICO, 1-5 de Julio 2007.
15. Sandrine Toupiol, Cecilia Martín del Campo M. y Rubén Ortega C. "Análisis de Decisión en la Planificación de la Expansión del Sistema

- Eléctrico Mexicano". Congreso Internacional Conjunto Cancún 2007. Simposio LAS/ANS 2007, XVIII Congreso Anual de la SNM, XXV Reunión Anual de la SMSR, Copatrocinado por la AMEE. 15 págs. Cancún, Quintana Roo, MÉXICO, 1-5 de Julio 2007.
16. Sandrine Toupiol, Cecilia Martín del Campo M. "Método de Toma de Decisión con Criterios Múltiples para la Planificación de la Expansión del Sistema Eléctrico". Tercer Encuentro de la Red Iberoamericana de Evaluación y Decisión Multicriterio, RED-M 2007. Univ. de Occidente. ISBN: 978-970-660-203-9. 6 Págs. Culiacán, Sinaloa, México, 5-8 de noviembre de 2007.
  17. Cecilia Martín-del-Campo, Pamela F. Nelson, Juan Luis François. "Analytical Hierarchy Process for the Selection of Nuclear Reactors for Mexico". Proceedings of 2008 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP '08), Embedded Topical Meeting of the ANS. Paper 8111, pp. 2228-2236. Anaheim, CA USA, June 8-12, 2008.
  18. Cecilia Martín-del-Campo, Juan-Luis François. "A Methodology for Comparative Assessment of energy Options: The Case of Mexico". PHYSOR' 08 International Conference on the Physics of Reactors, "Nuclear Power: A Sustainable Resource". 11 págs. Poster. Casino-Kursaal Conference Center, Interlaken, Switzerland, September 14-19, 2008.
  19. Cecilia Martín-del-Campo, Juan-Luis François. "Comparative assessment of electricity generation options for Mexico". 24<sup>th</sup> KAIF/KNS Annual Conference, 10 págs. Seoul, Korea. Abril 8-10, 2009

### **Congresos Nacionales**

20. C. Martín del Campo, J. L. François. "Sustentabilidad de Fuentes de Generación Eléctrica: Indicadores y Calificación Global Empleando Lógica Difusa". XVI Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana y XXIII Reunión de la Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica. p. 1 – 16. Oaxaca, Oax. Julio 10 - 13, 2005.
21. M. Jurado, C. Martín del Campo. "Instalación de un nuevo tipo de reactor nuclear en México: Ventajas y Desventajas". XVI Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana y XXIII Reunión de la Sociedad Mexicana de Seguridad Radiológica. p. 1 – 6. Oaxaca, Oax. Julio 10 - 13, 2005.
22. C. Martín del Campo M, J. L. François L. "Evaluación de Opciones de Generación Eléctrica Bajo el Principio del Desarrollo Sustentable". II Simposio: "La Investigación y Desarrollo en La Facultad de Ingeniería" Facultad de Ingeniería - UNAM. p. 1 - 10. Presentación oral: Noviembre 16, 2005. Presentación cartel: Noviembre 14 – 18, 2005.
23. Martín del Campo Márquez Cecilia, François Lacouture Juan Luis, Reyes Ramírez Ricardo. "Desarrollo de Herramientas para la Planeación de Adición de Capacidad Nucleoeléctrica en México". III Simposio: "La Investigación y Desarrollo en La Facultad de Ingeniería". 17 págs. Facultad de Ingeniería - UNAM. Presentación oral. Noviembre 17, 2006. Presentación cartel: Noviembre 13-17, 2006.
24. Martín del Campo Márquez Cecilia, Nelson Edelstein Pamela, François Lacouture Juan Luis, Barragán Martínez Alejandra Maribel. "Proceso de Análisis Jerárquico para la Selección de Reactores Nucleares para México". IV Simposio: "La Investigación y Desarrollo en La Facultad de

- Ingeniería". 10 págs. Facultad de Ingeniería - UNAM. 10 págs. Presentación Oral y Poster. Noviembre 14, 2007.
25. E. Ortega, J.L. François, C. Martín del Campo. "Análisis de la sustentabilidad de diferentes opciones de producción de Hidrógeno". IV Simposio: "La Investigación y Desarrollo en la Facultad de Ingeniería". 8 págs. Facultad de Ingeniería - UNAM. Noviembre 12, 2007.
  26. Cecilia Martín del Campo, Pamela F. Nelson y Juan Luis François. "Selección de Reactores Nucleares Mediante el Proceso de Análisis Jerárquico". XIX Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana, "Átomos para el Desarrollo de México". ISBN: 978-968-9353-01-0. 12 págs 188-199. Mérida 2008, Yucatán, México, Julio 6-9, 2008.
  27. Guillermo José Estrada Sarti y Cecilia Martín del Campo Márquez, "Plantas Nucleares en la Expansión del Sistema Eléctrico Mexicano". XX Congreso Anual de la SNM, Puerto Vallarta, Jalisco, México, del 5 al 8 de julio 2009.
  28. Rodrigo Guadarrama Lara, Octavio Emmanuel Sánchez Rodea, Cecilia Martín del Campo Márquez, "Prospectiva de la Generación Nucleoeléctrica en México a Largo Plazo". XX Congreso Anual de la SNM, Puerto Vallarta, Jalisco, México, del 5 al 8 de julio 2009.
  29. C. Martín del Campo. "Actualización de Costos y Parámetros de Referencia de Plantas Nucleoeléctricas para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico". Primera Reunión Anual "La Vinculación de la Facultad de Ingeniería". Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Secretaría de Posgrado e Investigación, Coordinación de Vinculación e Innovación Tecnológica. Torre de Ingeniería, (Diploma mayo 2005) México, D. F. Agosto 12, 2005.
  30. C. Martín del Campo Márquez, Rubén Ortega Carmona, Juan Luis François Lacouture. "Nuevo Escenario de la Energía Nuclear en el Sector Eléctrico Mexicano: Propuestas de Trabajo". Coloquio de Especialidades de la Academia de Ingeniería como parte de las actividades del II Congreso Nacional "La Ingeniería en el Desarrollo de México". p. 1 – 5. Palacio de Minería, México, D. F. Agosto 18, 2005.
  31. Juan Luis François Lacouture, Cecilia Martín del Campo Márquez, Rubén Ortega Carmona, Carlos Daniel Leal Cobos. "Propuesta de Instalación de un Reactor Nuclear Adicional en el Sitio de Laguna Verde". Coloquio de Especialidades de la Academia de Ingeniería como parte de las actividades del II Congreso Nacional "La Ingeniería en el Desarrollo de México". p. 1 – 5. Palacio de Minería, México, D. F. Agosto 18, 2005.
  32. C. Martín del Campo Márquez, Rubén Ortega Carmona, Juan Luis François Lacouture. "Nuevo Escenario de la Energía Nuclear en el Sector Eléctrico Mexicano: Propuestas de Trabajo". Presentación en Poster. II Congreso Nacional de la Academia de Ingeniería "La Ingeniería en el Desarrollo de México". Palacio de Minería, México, D. F. Noviembre 9 -11, 2005.
  33. Juan Luis François Lacouture, Cecilia Martín del Campo Márquez, Rubén Ortega Carmona, Carlos D. Leal Cobos. "Propuesta de Instalación de un Reactor Nuclear Adicional en el Sitio de Laguna Verde". Presentación en Poster. II Congreso Nacional de la Academia de Ingeniería "La Ingeniería en el Desarrollo de México". Palacio de Minería, México, D. F. Noviembre 9 -11, 2005.

34. Sandrine Toupiol, Cecilia Martín del Campo Márquez y Rubén F. Ortega Carmona. Facultad de Ingeniería, UNAM. “Análisis de Decisión para la Planificación de la Expansión del Sistema Eléctrico Mexicano”. Coloquio de Especialidades 2007 de la Academia de Ingeniería. FIME-UANL. Monterrey Nuevo León, 31 de Agosto, 2007.
35. Cecilia Martín del Campo Márquez, Sandrine Toupiol. “Análisis de Decisión para la Planificación de la Expansión de la Generación Eléctrica”. Tercer Congreso Nacional: La Ingeniería en el Desarrollo de México. Academia de Ingeniería. Palacio de Minería, México, D. F. 17-19 de octubre de 2007.

### **Asignaturas impartidas**

- Seminario de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (Carrera de Ingeniero Eléctrico Electrónico)
- Energía e impacto ambiental (Carrera de Ingeniero Eléctrico Electrónico)
- Energía y Medio Ambiente (Maestría en Ingeniería en Energía)
- Energía y Ambiente (Maestría a distancia en Ingeniería en Energía – Sistemas Energéticos)
- Planeación de Sistemas de Generación Eléctrica (Carrera de Ingeniero Eléctrico Electrónico)
- Análisis de Expansión de Sistemas Eléctricos (Maestría en Ingeniería en Energía)
- Proyectos de Investigación I y II (Maestría en Ingeniería en Energía)

### **Responsable:**

Dra. Cecilia Martín del Campo Márquez  
cecilia.martin.del.campo@gmail.com