



# Siglo XX: el siglo de la energía

## Panorama energético del mundo y de la Argentina.

### Actualidad y futuro

Por **Hugo A. Carranza**

*“[...] Los habitantes de los pueblos y de las ciudades no sólo viven de las cosas materiales que los rodean. El imaginario que van construyendo a lo largo de los años es quizás más importante que esas mismas cosas tangibles [...]”.*  
(Carlos Albano - *Nostalgias del Viejo Puente Holandés*, 2004)

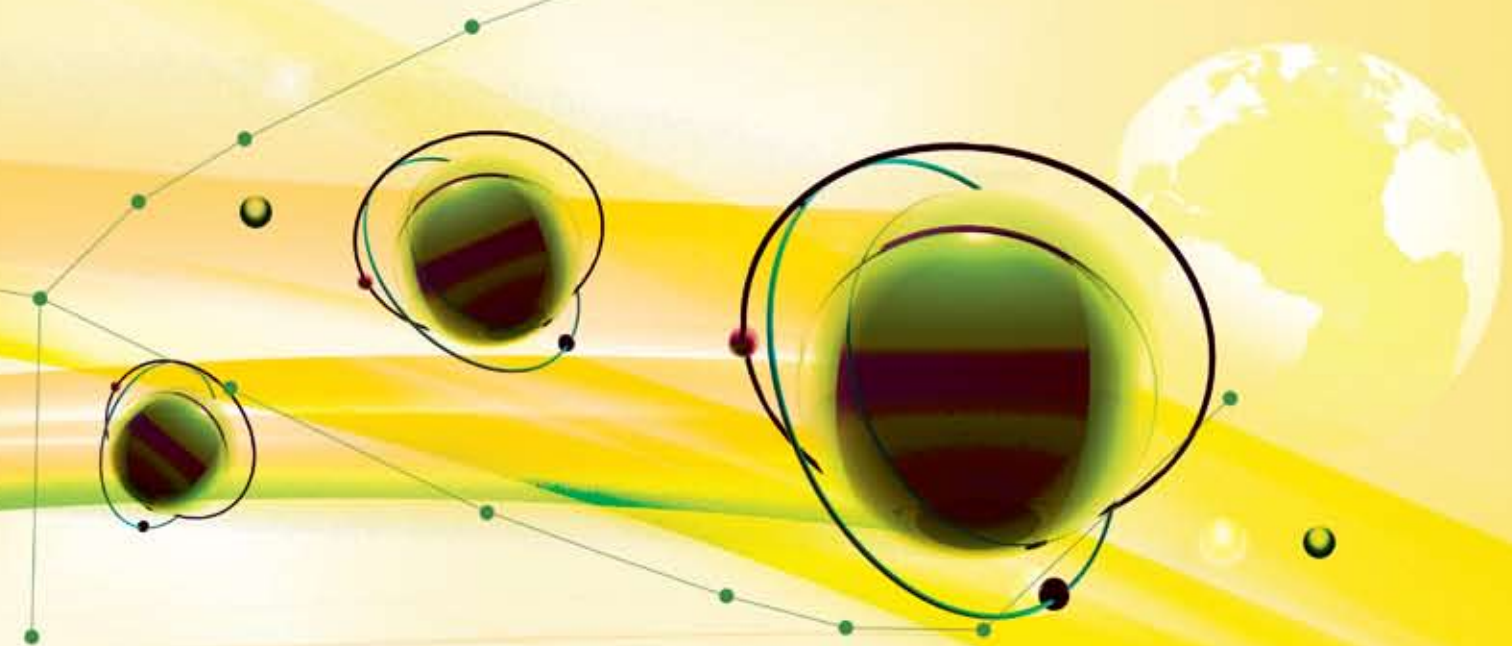
*“[...] Menuda tarea la de las generaciones que vienen [...] No sólo deberán encontrar sustitutos viables a los fósiles, sino construir un mundo mejor que el que les entregamos [...]”.*  
(Roberto Cunningham, *La Energía*, 2004)

Mi sencillo homenaje a Carlos A. Albano y Roberto E. Cunningham, maestros de varias generaciones, aún de aquellos que en apariencia no éramos sus alumnos.

Esta nueva edición de *Petrotecnica* está dedicada a la *diversificación de la oferta de energía* mediante la utilización de las llamadas “energías renovables y alternativas”; los artículos presentados en la revista se refieren a algunos de los proyectos en ejecución o estudio que indudablemente contribuirán a diversificar nuestra matriz energética. Las líneas siguientes analizan algunos elementos esenciales de la relación entre el hombre contemporáneo, la energía y la República Argentina, en la proximidad de la celebración de sus 200 años, y se interroga sobre cuáles son las condiciones de posibilidad de establecer políticas de largo plazo que incluyan el desarrollo y la utilización de nuevas formas de producción de energía.

### La energía en el mundo

Dicen los expertos que el hombre, el Homo Sapiens Sapiens, apareció sobre la tierra en el Pleistoceno, hace aproximadamente 100.000 años. A partir del Holoceno, hace 10.000 años, se registran los primeros signos de civilización y cultura. Desde entonces, y hasta mediados del siglo XIX, el hombre se expandió sobre el planeta manteniendo una población menor a los mil millones de habitantes con un reducido consumo de energía limitado a sus necesidades básicas de cocción, calefacción, higiene e iluminación. Durante el siglo XVIII, se produce la Revolución Industrial y el inicio del consumo intensivo del carbón como



energético primario y el uso del vapor de agua como energético secundario, mediante la bomba de vapor de Savery (1698) y Newcomen (1712), en primer lugar, y luego con el cilindro de Watt patentado en 1769. El petróleo es apenas utilizado extrayéndose de campos en Baku, Azerbaijan y en Alsacia, Francia. En el siglo XVIII se desarrolló una intensa actividad científica y maduró una corriente de pensamiento llamada Iluminismo de gran influencia en la Declaración de Principios de la Revolución Norteamericana en 1776 y en la Declaración de Derechos del Hombre de la Revolución Francesa en 1789; ambas declaraciones establecían la igualdad del hombre, su derecho a la vida, a la libertad y a la búsqueda de la felicidad, hechos de gran incidencia en la gestación de la República Argentina.

En 1804 muere, en Königsberg, Emmanuel Kant, quien en su *Crítica de la Razón Pura* enunciara las condiciones de posibilidad de la existencia de la ciencia cerrando la discusión filosófica sostenida durante casi dos siglos entre el Racionalismo Continental y el Empirismo Inglés. Seis años más tarde, en 1810, en una aldea del Río de la Plata, un grupo de plebeyos produce la Revolución de Mayo y da

inicio al proceso de formación de la República Argentina.

A mediados de siglo XIX se producen una serie de descubrimientos que van a revolucionar la vida del hombre, en 1831 Faraday, por mencionar uno de los artífices, descubre el Electromagnetismo. En distintas partes del mundo comienza la moderna industria de extracción de petróleo: F.N. Semyenov en Aspheron, Baku en 1844, I.Lukasiewicz en Bobrka, Polonia en 1854, J. M. Williams en Oil Spring, Ontario en 1858 y E. Drake en Titusville, Pensilvania en 1859. Posteriormente Nicolaus A.Otto patenta el motor a explosión en Alemania en 1876.

En el inicio del siglo XX, la energía irrumpe después de medio siglo de mejoras tecnológicas, constituyéndose en el principal impulsor del desarrollo industrial y en el facilitador de gran parte de las actividades humanas.

Durante el siglo XX la producción de electricidad crece desde cero hasta alcanzar los 15.000 TWh en el año 2000; el petróleo y el consumo de derivados llega a las 3.500 MTEP y la población mundial crece de 1600 millones de habitantes en 1900 a 6000 millones en el año 2000 (6400 en 2006).

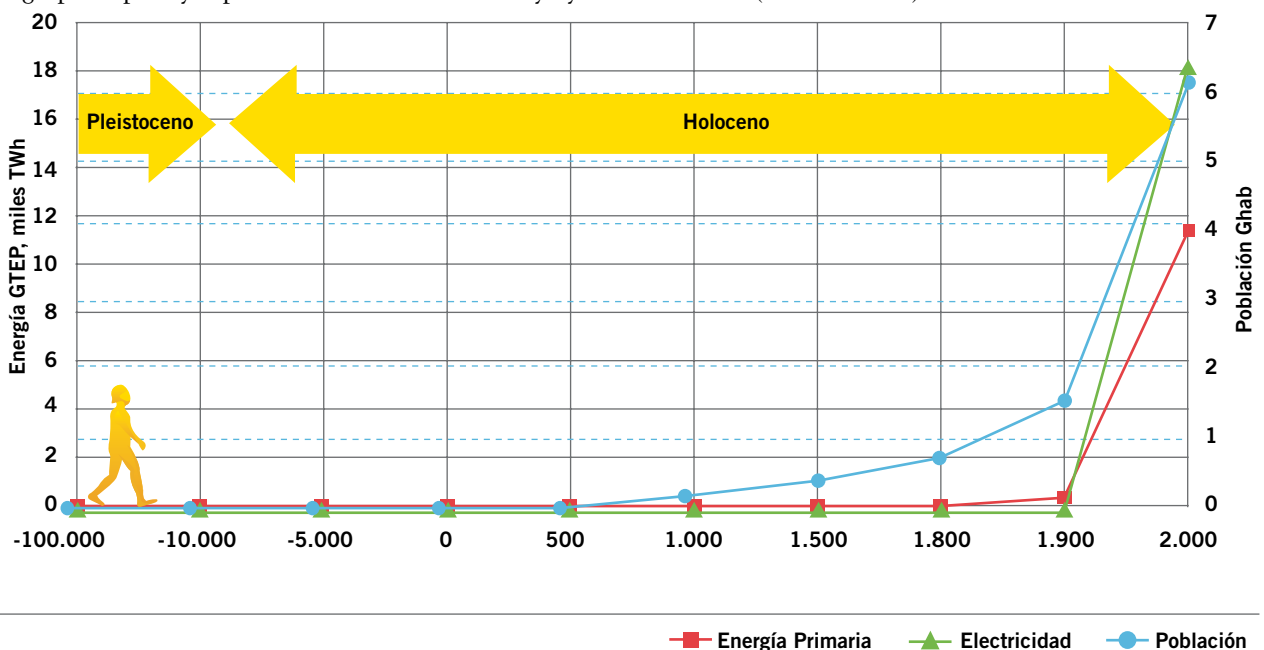


Figura 1

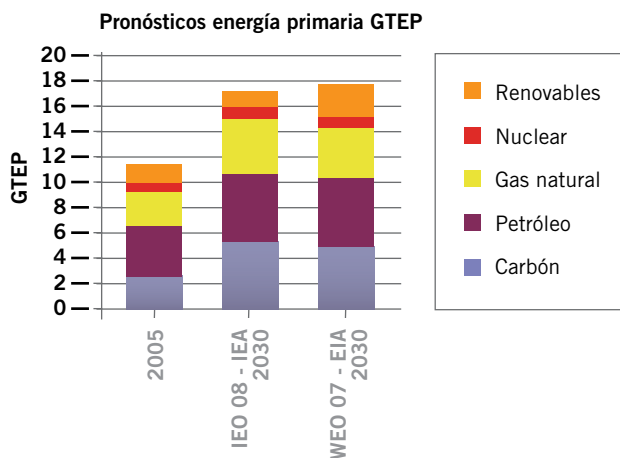


Figura 2

La Argentina con menos de 8 millones de habitantes en 1914 crece a alrededor de 40 millones de habitantes en la actualidad. En síntesis, el siglo XX constituye el siglo en el que “la energía” pasa a formar parte en forma esencial e insustituible de la vida moderna, y es motivo de reflexión, de estudio y de acción.

La opinión de dos de los organismos más reconocidos en el análisis y en la elaboración de pronósticos energéticos internacionales es coincidente en el diagnóstico de largo plazo 2005-2030. La Agencia Internacional de Energía (IEA) elabora el *World Energy Outlook* (WEO) y la *Energy Information Administration* del Departamento de Energía de los Estados Unidos (EIA-DOE), el *International Energy Outlook* (IEO); ambos prevén que:

- El mundo incrementará su consumo de energía primaria más de un 50% en 2030 llegando a casi 18.000 MTEP. China e India son los de mayor tasa de crecimiento.
- Los fósiles continuarán aportando un 80% de la energía en el horizonte 2005-2030.
- El IEO 2008 prevé que la producción de crudo crecerá desde los 84,3 M bbls/día en 2005 a 112,5 M bbl/día en 2030, de los cuales sólo el 8% será del tipo no convencional.
- Como consecuencia, las emisiones de carbono crecerán según el IEO 2008 del DOE-EIA desde los 29,1 GTn de CO<sub>2</sub> en 2005 hasta 42,0 GTn en 2030.

En el trabajo “Abastecimiento sustentable de energía – Instituciones requeridas”<sup>(\*)</sup>, elaborado en el ITBA, para el Coloquio de IDEA 2007, se resumían bajo el título: “10 Temas de la Agenda Energética” las principales dudas e incertezas asociadas a los mencionados pronósticos internacionales. De estos “10 Temas” extraemos 3 relacionados con la oferta, la demanda y las consecuencias ambientales, que están directamente asociadas al contenido del presente número de *Petrotecnia*:

- Diversificación de la matriz energética, ¿cuánto es posible diversificar?
- Restricciones ambientales y su impacto en los costos de la energía.
- Uso eficiente de la energía, ¿cuánto más eficiente puede hacerse la demanda?

En otras palabras, uno de los mayores desafíos que presenta el siglo XXI: frente a una población que crece y que

demanda mayor energía se asocia un deterioro creciente y peligroso del medio ambiente, esto hace que los especialistas se interroguen sobre lo sostenible de los actuales pronósticos de largo plazo.

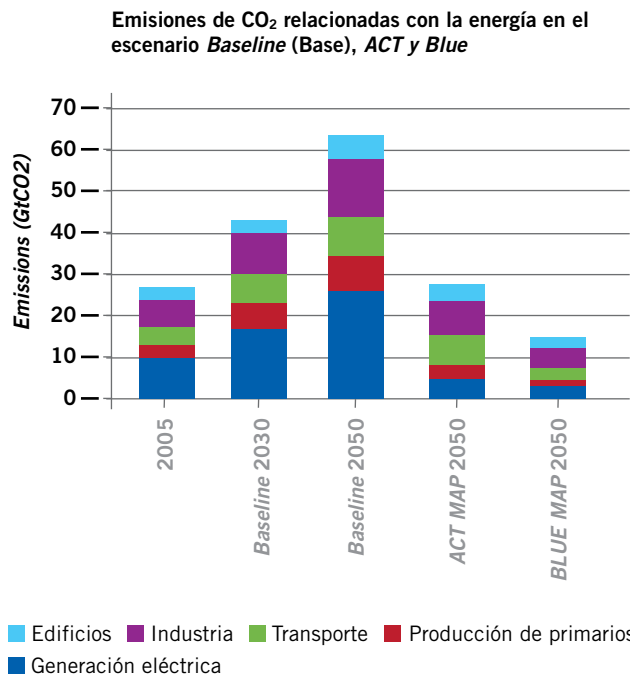
Una respuesta posible, pero no probable por el alto costo de reconversión del sector energético internacional, se encuentra en el informe de la IEA, “*Energy Technologies Perspectives 2008*” (ETP 2008), donde se presentan distintos escenarios que podrían reducir las emisiones operando del lado de la oferta y la demanda.

En el escenario ACT 2050 (*Accelerated Technology Scenario*) se mantienen las emisiones en el año 2050 en el nivel del año 2005, utilizando aquellas tecnologías hoy existentes o de muy avanzado grado de desarrollo. En el escenario de BLUE 2050, el objetivo es reducir las emisiones al 50% de los niveles del año 2005 utilizando tecnologías aún bajo desarrollo de progreso y aplicabilidad incierta.

Estas tecnologías son:

- Del lado *oferta*: generación con captura y almacenaje de CO<sub>2</sub> CCS (*Carbon Capture and Storage*), Carbón Limpio IGCC (*Integrated Gasification Combined Cycle*), Carbón Limpio USCSC (*Ultra Supercritical Steam Cycle*), Nuclear Generación GEN III+ y GEN IV, Solar Fotovoltaico y Concentrado CSP (*Concentrating Solar Power*), Eólico, Biomasa IGCC, 2ª Generación de biofuels.
- Del lado *demanda*: eficiencia en edificios y aparatos; eficiencia en motores; eficiencia en motores de combustión interna, bombas de calor, vehículos híbridos c/electricidad, Vehículos Eléctricos Puros (PEV); captura y almacenaje de CO<sub>2</sub> en la industria CCS; calefacción solar.

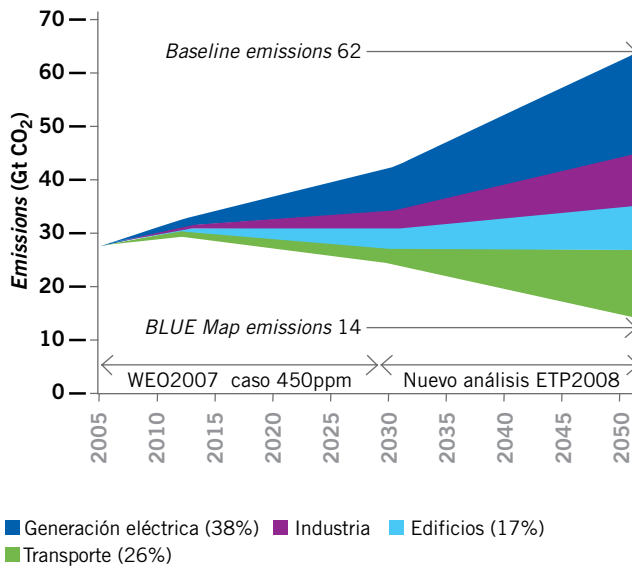
En cualquier caso el mundo, sus líderes y sus dirigentes se enfrentan a la necesidad de implementar políticas efectivas frente al desafío energético. Cuando se realiza



Fuente: IEA, 2008

Figura 3

**Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del escenario Base (*Baseline*) en el escenario *BLUE* por sector. 2005-2050**



Fuente: IEA, 2008

Figura 4

la pregunta: ¿cuál es la forma de enfrentar este desafío?, es común que la respuesta académica sea analizar

diferentes experiencias y opiniones internacionales, por ejemplo la creación en el año 2004 de la Empresa de Pesquisa Energética (EPE) de Brasil y su reciente Plan Energético Nacional PEN 2030, o el rol de la *New York State Energy Research and Development Authority* (NYSERDA) creada en 1975 y de sus planes energéticos NYSEP 2002 y el último NYSEP 2009, o los fundamentos del recientemente creado Ministerio de Energía de Chile.

Sólo como ejemplo será mencionado el informe del *National Petroleum Council* de 2007, dirigido al Secretario de Energía de los Estados Unidos, que aporta algunos elementos fundamentales para el diagnóstico y la prognosis y constituye un ejemplo de síntesis en plantear objetivos estratégicos para una Nación.

En julio de 2007, el *National Petroleum Council*, a pedido del Secretario de Energía de los Estados Unidos (SE), emitió el informe "*Hard Truths About Energy*", con recomendaciones sobre la estrategia por seguir en la política energética de los Estados Unidos ([www.npc.org](http://www.npc.org)).

El NPC es un consejo asesor no vinculante, fundado en 1945, que desde 1972 reporta al SE. Está integrado por 175 miembros seleccionados por el SE entre empresas, Organismos y universidades dentro y fuera del sector energético. El informe "*Hard Truths*" fue elaborado en un año y medio de trabajo por un grupo de 350 miembros y numerosos colaboradores externos, incluyendo entrevistas a 14 secretarios de energía de países extranjeros.

Evolución de la generación nuclear en el mundo (TWh) - fuente IEA

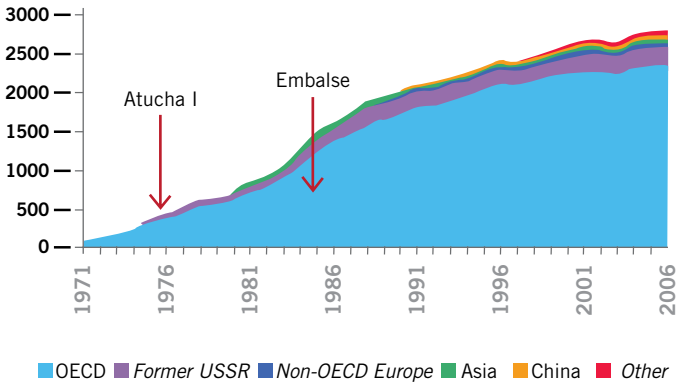


Figura 5

El resumen ejecutivo recomienda cinco objetivos estratégicos:

- Moderar la demanda mediante el incremento de la eficiencia energética.
- Expandir y diversificar el suministro de energía de los Estados Unidos.
- Fortalecer la seguridad del suministro global y de los Estados Unidos.
- Reforzar las capacidades para asumir nuevos desafíos (infraestructura, ciencia y tecnología).

- Enfrentar las restricciones de las emisiones de carbono.

Es notable la síntesis de la NPC, los cinco objetivos elaborados para el mayor país consumidor de energía del mundo: se centran en asegurar a los ciudadanos de Estados Unidos un suministro confiable de energía. Es inevitable entonces preguntarnos: ¿no sería de utilidad que Argentina contara con un Consejo Energético Nacional? ¿Cuál sería la recomendación de un imaginario Consejo Energético Nacional, un comité de expertos, a la Autoridad Energética Argentina?

## La energía en Argentina

El análisis de la evolución y del futuro energético de la Argentina, si bien apasionante, es complejo y contradictorio.

La historia está abonada con hitos de emprendedores públicos y privados, como La Compañía Mendocina de Petróleo, dirigida por Fader en 1886; la Compañía Jujeña del Kerosene de 1865; la iluminación del centro de Buenos Aires con gas manufacturado por la Compañía de Federico Jaunet, en 1856; el pozo descubridor de Fucks, Beghin y Hermitte de 1907, en Comodoro; los estudios del Capitán Oca Balda para el aprovechamiento mareomotriz de las costas patagónicas realizado entre 1915-19; la creación, en 1922, de YPF, primera empresa petrolera estatal en el mundo.

### Argentina - Proyección de oferta-demanda de energía primaria

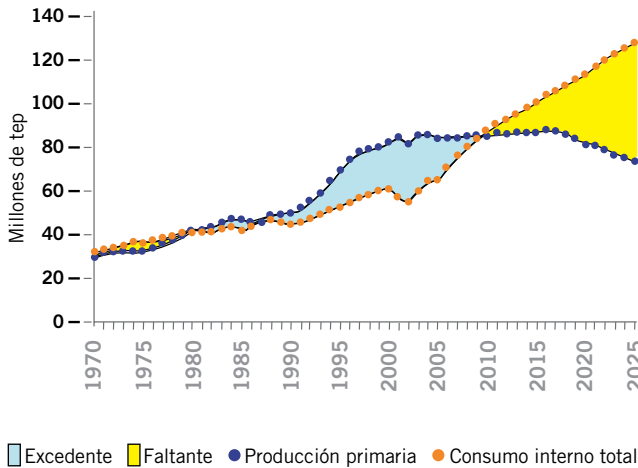


Figura 6

Los ejemplos mencionados están asociados a decisiones públicas o privadas tomadas con el fin de asegurar el suministro de energía. Algunas de ellas constituyeron políticas de largo plazo que se mantuvieron durante varios años abarcando varios períodos gubernamentales. Un ejemplo lo ha constituido el sector nuclear. Luego de la creación de la CNEA en 1951, se realiza 23 años después la puesta en marcha de la Central Nuclear de Atucha I en 1974, en el inicio de la utilización pacífica de la energía nuclear en el mundo, y de la central Embalse Río Tercero en 1984, aportando a la República Argentina un valiosísimo activo intangible como lo es el reconocimiento internacional

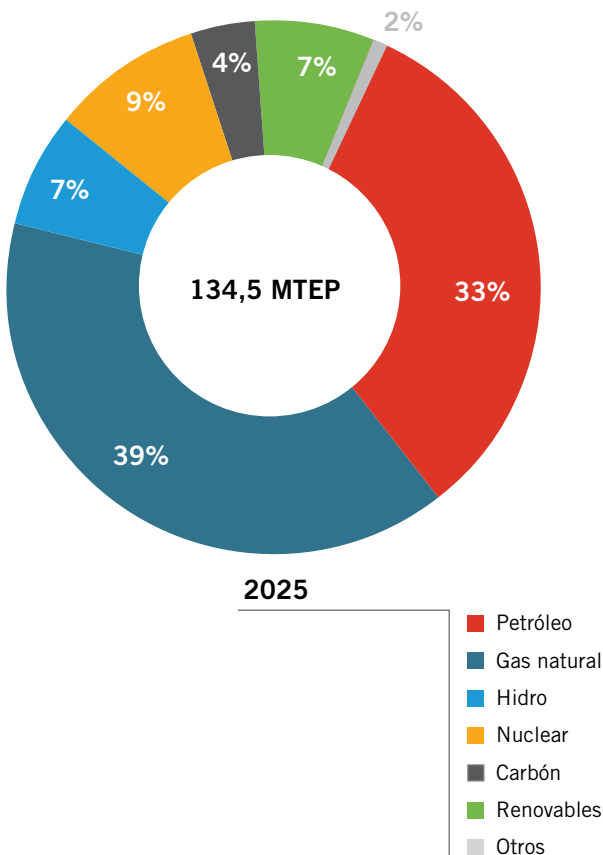


Figura 7. Pronóstico SEE

como país probado por más de 50 años en el uso pacífico y confiable de la energía nuclear.

El siglo XXI encuentra a la Argentina frente a un dilema: por un lado, una oferta de energía primaria soportada en un 87% por petróleo y gas producidos en el país; por otro, una demanda en constante crecimiento que impone un desequilibrio dinámico entre las tendencias de producción y la demanda y amenaza con convertirse en un desequilibrio crónico que obligue a la importación de energía.

A diferencia de otros períodos de la historia existe hoy en el sector energético una estructura constituida por empresas estatales, privadas y mixtas que requiere una coordinación institucional muy fuerte para la operación y para la planificación. Por otro lado, con excepción obviamente de la Secretaría de Energía, no hay organismo o institución que sea lo suficientemente representativa y consolidada para aportar un diagnóstico y una perspectiva energética que ayude a las autoridades o al sector privado en la toma de decisiones.

Existen, por supuesto, el Foro Estratégico para el Desarrollo Nacional, las comisiones de energía del Centro Argentino de Ingenieros, del Consejo Profesional de Ingeniería Mecánica y Electricista, de algunas universidades y de otras asociaciones e institutos pero ninguno de ellos cuenta con recursos humanos y financieros suficientes para garantizar su continuidad, ni la profundización de los estudios, ni cuenta con consenso generalizado para constituirse en "La Institución de Referencia" con el prestigio y la solidez que se requerirían, a pesar del esfuerzo individual de sus integrantes.

Ante la situación descrita, para analizar este desequilibrio oferta-demanda y sus consecuencias, se utilizaron algunos trabajos mencionados en la lista de bibliografía que acompaña este artículo, así como algunas de las presentaciones expuestas durante el IV Seminario Estratégico de la *Society of Petroleum Engineers*, realizado el 4 y el 5 de septiembre de 2008 en Buenos Aires.

Uno de los trabajos disponibles plantea un ejercicio de evolución de la producción y la demanda, que aún como mera posibilidad, advierte sobre dos efectos negativos de mantenerse este desequilibrio: por un lado, escasez y mayor costo marginal de largo plazo sobre la energía adicional requerida y aún sobre la actualmente consumida, y en segundo lugar, el impacto macroeconómico que surge de la necesidad de importar combustibles por 20.000 millones de dólares anuales en 2025.

En el mismo sentido, proyecciones de la demanda hacia 2025, presentadas como anticipo de estudios realizados por la Secretaría de Energía en 2007, coinciden en el pronóstico del fuerte crecimiento de la demanda, en este caso mostrando ya la inclusión de acciones de diversificación de oferta reduciendo al 72% el aporte del petróleo y del gas.

Para afrontar las exigencias que plantea la demanda de energía, Argentina cuenta con amplios recursos, muchos de ellos inexplorados, por ejemplo:

- 24 cuencas sedimentarias - 3 millones de km<sup>2</sup> de cuencas sedimentarias, 82% de las cuales están casi inexploradas.
- Hydro 30 GW adicionales inventariados capaces de producir 110 TWh.
- Nuclear: activo intangible, más de 50 años de uso probado, seguro y pacífico de la energía Nuclear.
- Eólica: zonas geográficas de las más potencialmente productivas del planeta.

- Recursos humanos, tradición académica y probada capacidad de formación de profesionales.

Podemos aún hacer un ejercicio simple de prospectiva mediante un sencillo cuadro, basado en el artículo de A. M. Skov, publicado en el *Journal of Petroleum Technology* de la SPE, en el que se puede observar la evolución histórica de la población mundial y el consumo promedio de energía primaria per cápita desde mediados del siglo XIX. Sobre el cuadro de Skov agregamos los datos de la República Argentina según el balance 2000 y una hipótesis sobre la posible proyección a 2025 y 2050: el cuadro muestra que Argentina requerirá en el año 2025 casi el doble de la energía utilizada en el presente y más del triple para el año 2050.

Todo lo expuesto impone la necesidad de preguntar: ¿cómo debería enfrentar la Argentina este incierto y desafiante futuro de la energía? ¿Cuáles son las verdades duras, las *hard truths* que un imaginado Consejo Energético Nacional les sugeriría a las Autoridades del Sector Energético? (Ver página 22).

Recopilando los ejes principales de la acción de los gobiernos y las tendencias internacionales para afrontar el desafío energético, podríamos sugerir, en primer lugar, el siguiente objetivo de contenidos de cualquier política consensuada: “Asegurar la provisión de energía abundante, segura, limpia y con precios competitivos a todos los integrantes de la sociedad mediante:

- Diversificación de la oferta.
- Mejorar la eficiencia del uso.
- Enfrentar y reducir el deterioro ambiental.

- Garantizar las condiciones de acceso a todos los ciudadanos.
- Desarrollar recursos humanos y Tecnología.
- Asegurar el suministro mediante la planificación consensuada en el marco de instituciones, el permanente monitoreo y el análisis de la evolución del sector energético”.

Además, nos permitimos enunciar algunas ideas surgidas de la reflexión y de los ejemplos internacionales analizados, expresadas como la “condición de posibilidad de la existencia” de cualquier política energética sostenible:

- 1) *Sin transformar la problemática energética en “política de Estado” no habrá política energética sostenible.* El horizonte de análisis, de toma de decisiones de los proyectos energéticos y el tiempo de los proyectos energéticos son como mínimo tres veces mayores que los de los períodos gubernamentales. La alternativa es la selección entre opciones de corto plazo que, lejos de optimizar el sistema energético, lo transforman en ineficiente e insostenible.
- 2) *Sin consenso sobre los ejes principales de cualquier política energética de largo plazo, tampoco habrá política energética sostenible.* Esto dicho sin mengua de la responsabilidad y libertad de acción de cualquier gobierno soberano y con la clara conciencia de que siempre es más fácil “decir” que “hacer”. Pero en un futuro siempre contingente la necesidad de cambios y rectificaciones requiere consenso.

Año	Mundo			Argentina		
	Población G hab.	Energía primaria GTEP	Consumo per cápita TEP/hab-año	Población M hab.	Energía primaria MTEP	Consumo per cápita TEP/hab-año
1850	1,0	0,31	0,31	1,5	0,5	0,33
1900	1,6	0,73	0,46	4,8	2,5	0,53
1950	2,7	1,83	0,68	16,2	13,6	0,84
2000 (*)	6,0	10,11	1,69	36,0	65,3	1,81
2025	<b>7,8</b>	<b>18,4</b>	<b>2,36</b>	<b>50,4</b>	<b>128,0</b>	<b>2,54</b>
2050	<b>9,4</b>	<b>27,6</b>	<b>2,95</b>	<b>65,5</b>	<b>208,0</b>	<b>3,17</b>
Período 2000-2025	30%		40%	40%		40%
Período 2025-2050	20%		25%	30%		25%

(\*) Corregido según KWS 2002 y BEN 2000

- 3) Sin “política de Estado” para el sector de hidrocarburos, no hay política energética sostenible. Constatado el hecho de que casi el 90% de la matriz energética depende de los hidrocarburos, lo contrario sería confundir la sustancia con el accidente.
- 4) Sin instituciones sólidas tampoco será viable una política energética sostenible. Las instituciones, en general, y el sector energético, en particular, constituyen la única base de apoyo legítima para la defensa del bien común, nunca será posible el arbitraje equitativo en el inevitable conflicto de intereses emergente en la producción y utilización de la energía. Constituyen, además, la garantía del mantenimiento de las “políticas de Estado”
- 5) Sin la educación del público en general, y sin formación de recursos humanos especializados tampoco será posible ninguna política energética sostenible. La educación de los ciudadanos en general basada en la información y en el ejemplo, y la formación y preservación de recursos humanos especializados, en tanto constituyen recursos intangibles de las naciones, permitirán optimizar e implementar las decisiones de corto y largo plazo.

Estas son algunas ideas compartidas, según verificamos, por una amplia gama de especialistas. Para mejorarlas e implementarlas quizás debamos, ante la proximidad del Bicentenario de nuestra Nación, inspirarnos en aquellos rioplatenses arrogantes que mencionamos al inicio, y que decidieron hace 200 años “ser” en lugar de “padecer” o “parecer”; decidieron tener una identidad, un orgullo de ser y de pertenecer, eso que constituye lo intangible de una comunidad y de una nación, como dice el párrafo de Carlos Albano, y que permite constituir una sociedad mejor, como lo sugiere R. Cunningham, ambos mencionados al principio.

Quizás debamos posponer o mitigar por un tiempo los conflictos de intereses, los fundamentalismos e ideologismos y hacer el esfuerzo de constituir en el menor plazo posible un Consejo Nacional de la Energía, convocando a universidades, empresas privadas y estatales, organismos y especialistas individuales, para la creación de un ámbito de análisis, discusión y formación de consensos en la definición de una política energética que pueda ser enunciada como política de Estado. El Consejo podría cumplir el rol de institución de referencia, sólida, creíble, transparente y entendida siempre como proyecto de contribución al bienestar ciudadano y a las autoridades energéticas en carácter de Consejo Asesor no vinculante.

Esta es la reflexión del autor frente a la proximidad del Bicentenario. En este presente que describimos y frente a un futuro siempre contingente, es necesario pensar con grandeza, con vocación de trascender, de utilizar con

inteligencia todas las posibilidades, diseñar y acordar una política energética sostenible. Sin este objetivo todo lo que podamos decir y escribir quizás sólo sea mero agrupamiento de palabras, rayas y signos ininteligibles volcados sobre unas hojas de papel. ■

Buenos Aires, julio de 2009

#### Hugo Alberto Carranza

Ingeniero Electricista graduado en la UTN, Especialista en Gas Natural en el IGPUBA de la UBA. Docente de grado en UTN y de Posgrado en ITBA y UBA. Especialista en Transmisión de la Energía. Presidente 2003/04 de la SPE Sección Argentina.

#### Bibliografía:

1. La Energía – R.E. Cunningham . 2004
2. Nostalgias del Viejo Puesto Holandés – C.A.Albano 2004
3. ABC del petróleo – IAPG 2009
4. Key World Statistics – IEA – 2008
5. International Energy Outlook 2008- DOE –EIA
6. World Energy Outlook 2007 – IEA
7. Estadísticas INDEC
8. Hard Truths About Energy – NPC 2007
9. NYSEP 2009 – NYSERDA
10. PEN 2030 – EPE – 2008
11. Energy Technologies Perspectives 2008 – IEA
12. Energy Technologies Perspectives 2006 – IEA
13. Presentaciones IV Seminario Estratégico de la SPE Sección Argentina 2008 – www.spe.org.ar
14. Living in One World – WEC -2001
15. BEN 2007 – SEE 2008
16. Abastecimiento Sustentable de Energía – Las Instituciones Necesarias. ITBA – 2007
17. La Energía – M. Martinez Mosquera – 2008
18. World Energy Beyond 2050. A.M. Skov –SPE JTP – 2003
19. Proyección del BEN 2005-2025 – E. Bobillo – Petrotecnia 2007
20. El Suministro de Gas y Petróleo en Argentina durante el próximo decenio” E. Barreiro V LACGEC Mayo 2006
21. “La situación de la Exploración en la Argentina”- Comisión de Exploración y Desarrollo” IAPG – Junio 2004
22. “Exploration Geophysics-Petroleum Industry Timeline” –John Stocwell –Colorado School of Mines- Society of Exploration Geophysicist 2005
23. “The Starting Point of Oil Industry” Fikret Aliyev- Oil of Russia – N°4 -2004

(\*) El trabajo puede ser solicitado al mail [postgrado@itba.edu.ar](mailto:postgrado@itba.edu.ar).