

NUEVAS TECNOLOGÍAS EN GENERACIÓN ELÉCTRICA

G. Thern, A. Marajofsky, C.

Dominguez, A. Benítez

CAC-CNEA

motivaciòn

- Grupo E.C.Avanzados.Desarrollo y Pta.Piloto.CNEA-CAC
- Justificaciòn
- Avances tècnicos
- Invocaciòn

Resumen

- Crecimiento previsto de la Gen.Electr.
- Estudio de generación eléctrica CNEA
- Comentarios
- Invest y des?cuánto? Qué?
- Prospectiva.nuevas tecnologías?
- Generación distribuida perspectiva
- Algunos tipos de estudios
- Celdas combustibles
- Avances en CNEA-CAC-ECAv

Crisis energètica

- La polució, finitud de hidrocarburos, calentamiento global, inestabilidad del mercado energ, guerras del petròleo
- Nos encontramos en un revival de la e atomica!!!
- Còmo se realiza la transició?
- Còmo se asegura la sustentabilidad?
- En Arg la crisis del 2001 detuvo la inversió, no se previò el crecimiento: crisis en ciernes

Necesidades de energía eléctrica en Argentina a mediano plazo

- La CNEA realizó un estudio sobre instalación de generación de energía eléctrica a mediano plazo (20 años), el cual supone un crecimiento razonable del 5% anual (crec pbi 8% actual, crec pob. 1.5%, crec elect siempre mayor), lo que da un incremento de 40000 Mw siendo la capacidad de generación actual de 23000 Mw

Implica una inversión respetable, sin tener en cuenta transmisión y combustible!

Estudio prospectivo de CNEA utilizando codigos conocidos

- Diversificación del menú de fuentes energéticas con condiciones de sustentabilidad
- Utilización de hidráulica (Secr.Energía)
- Utilización de tecnologías probadas

Valores de cada tipo de generador de energía eléctrica y fuente, %potencia instalada,

	2007	2027
• Termica	41 %	40%
• Hidraulica	54,7	31,5
• Nuclear	4,2%	19,5
• Eòlica	0	6,5
• Solar	0	1,5
• Otras	0	1 %

Valores en el consumo total de energía

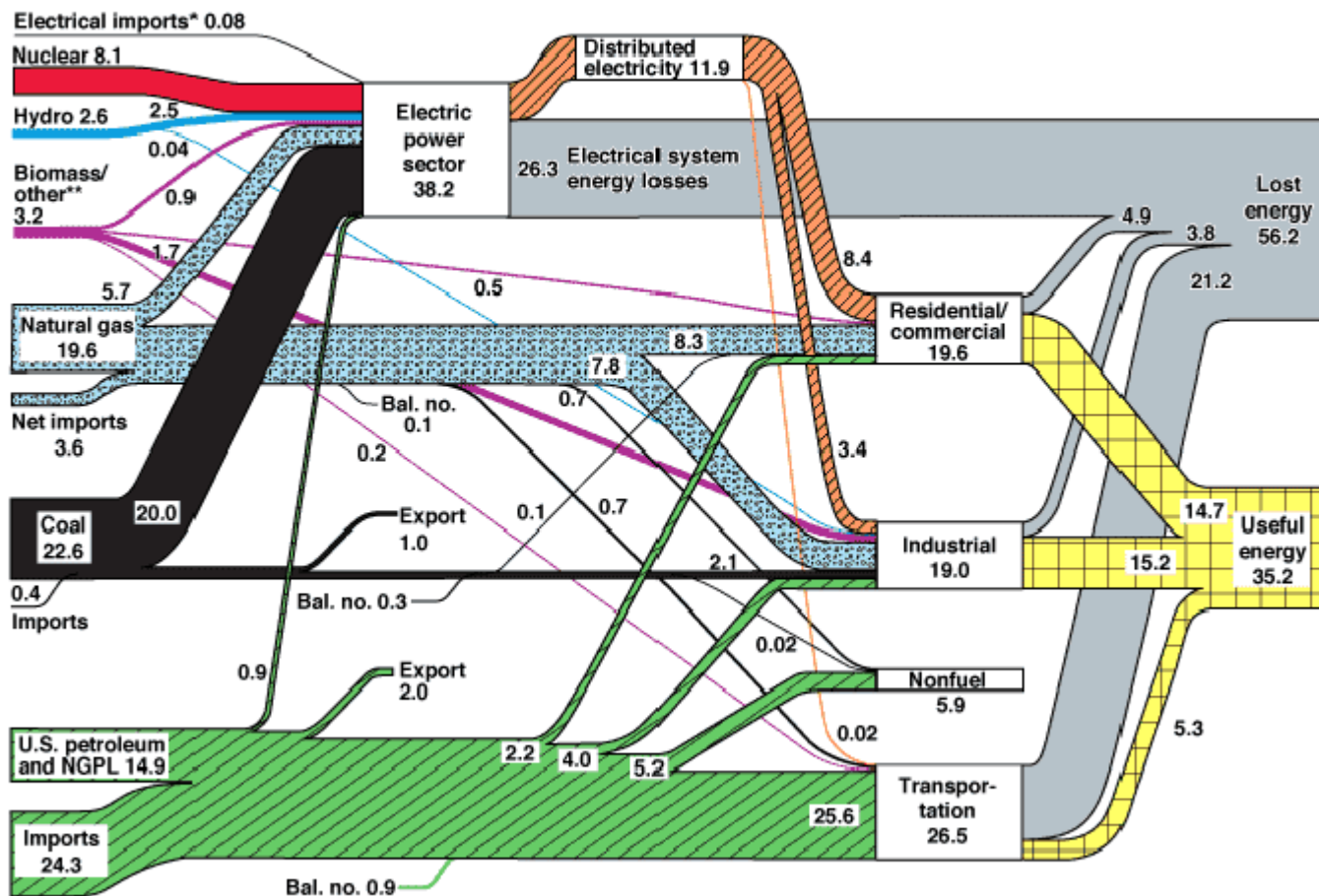
• tipo	2002	2020
• Petroleo	41%	30%
• Gas	45%	42%
• Hidráulica	6%	3%
• Vegetal	2%	4 a 6%
• Nuclear	2%	10%
• Carbón min	1%	2 a 4%?
• Otros	3%	4%

Combustibles fòsiles

- El porcentaje de energías fòsiles continúa importante: del orden del 70% del consumo total entre petróleo y gas.
- Del consumo para e electrica, entre 35% y 40% serà de gas!
-

U.S. Energy Flow Trends – 2002

Net Primary Resource Consumption ~97 Quads



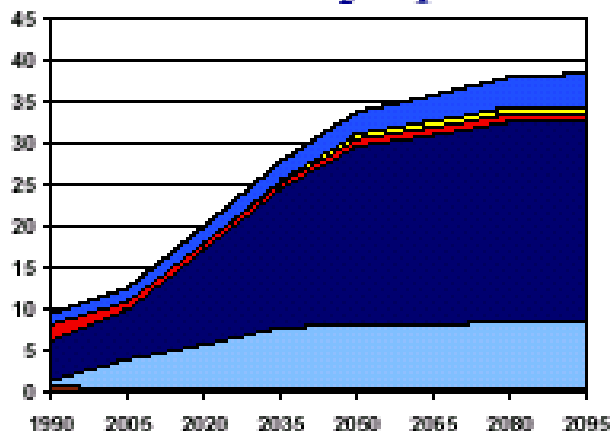
Source: Production and end-use data from Energy Information Administration, *Annual Energy Review 2002*.
 *Net fossil-fuel electrical imports.

June 2004
 Lawrence Livermore
 National Laboratory

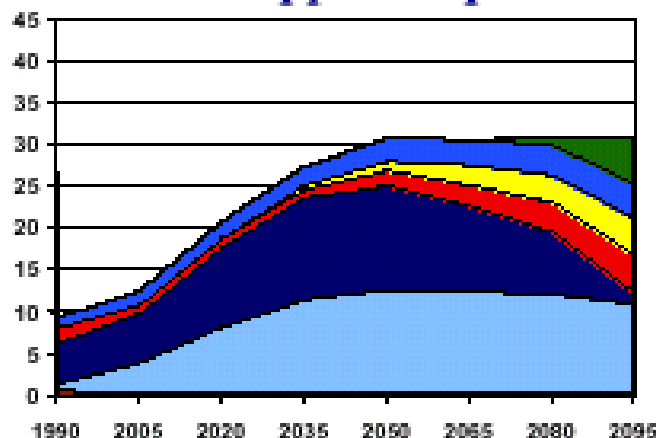
Transition to the Future

U.S. Electricity Generation

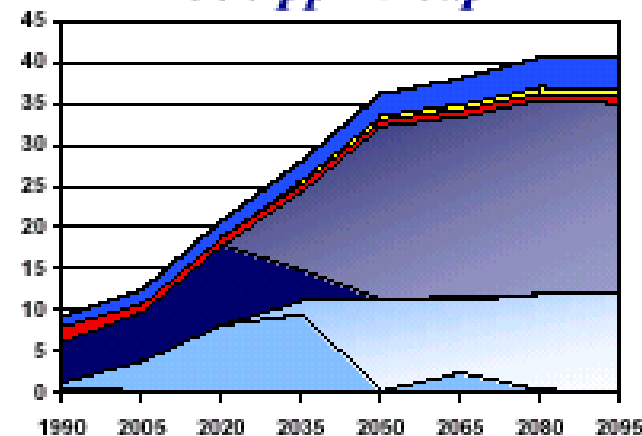
*Reference Case
No CO₂ cap*



*No Sequestration
550 ppmv cap*



*Sequestration Option
550 ppmv cap*



- Biomass
- Hydro
- Solar
- Nuclear
- Coal
- Gas

$\times 10^{12}$ kWh/año



Estrategia multilateral

- Si se cumplen los convenios previstos en el mercosur, bolivia y venezuela...se asegura la provisión de gas en por lo menos 20 a 30 años.precio?
- En caso contrario habrá que tener en cuenta también el uso de carbón como fuente de energía.(5×10^8 Tn) Ello implica el estudio de gasificación del carbón y captura del CO2 y tec. asociadas

Inv y desarrollo en què?

- Las centrales nucleares a instalar se basan en tecnologías conocidas y probadas. CNEA. NASA, Ciclo?
- Hidro?, estructuras?, turbinas. Priv.
- Eòlica. Orbita privada. (Pesc, Inv. otros)
- Petròleo. Privada.
- Gas. Turbinas?. Tec. constituída.?
- Gas. Celdas de Combustible?
- Biomasa. Celdas de Combustible?
- Interacciòn entre tecnologías
- Carbòn. Gasif, Secuestro Co2, impurezas, generadores, combustiòn, separaciòn de O2, etc.
- H2 como vector?

Prestar atención a las nuevas tecnologías

- En la prospectiva de CNEA se tiene en cuenta las tecnologías maduras (p.ej. nucleares)
- El mundo se encuentra en estos años en un fuerte desarrollo de nuevas tecnologías impulsado por el agotamiento de los fósiles y el calentamiento global
- Es necesario definir una política de estudio y seguimiento de nuevas tecnologías que permita su incorporación al parque energético.
- Ej: usa en CC 1000mill U\$S en 77/ 2000

Qué sucede en países centrales I

generación eléctrica

- Si observamos las políticas de USA y Europa, algunos enfatizaron la complementariedad de las energías renovables llevando al límite la eólica (Alem, Din, Esp), y realizando inv especialmente en CC en relación al transporte (CC PEMM), Alem
- Fr nuclear razones estrateg...

Que sucede en países centralesII

- En cambio en USA apuestan además a las celdas comb estacionarias SOFC y últimamente a las de carbonato fundido MC, pensando especialmente en el crecimiento de la electricidad distribuida y en la biomasa
- Teniendo en cuenta las similitudes de distribución de población y geografía de ambos países , y la perspectiva de una amplia red de gasoductos en todo el país en los próximos 20 a 30 años , sugerimos como importante el desarrollo de tecnologías de celdas de combustible en nuestro país.

Energías alternativas ARG-I interacción, sinergia

- La distribución geog fuentes e, poblacional y la distribución hidr,eòlica,solar, hace necesario el estudio de la **sinergia** de fuentes y generadores en cada país:
- Eolica-hidràulica
- Eòlica-Hidrògeno-celda de combustible
- Eòlica-gas-celda de combustible
- CC-turbina.Hìbridos.ef. 80/85%

ENERGÍAS ALTERNATIVAS II

- Puesto que las celdas de combustible se encuentran en estado precomercial
- Estimamos que a mediano plazo se debe encarar un programa de desarrollo (7 a 10 años), que se aplique en los 10 años posteriores en fabricación de celdas de combustible.

Conveniencias de las celdas de combustible

- **Eficiencias relativamente altas de 40 a 55% aun operando fuera de la carga de diseño**
- **La eficiencia es independiente de su tamaño**
- **Amplia gama de potencias de watt → Mw**
- **Baja intrusión medioambiental. No emite solidos, gases ácidos o gases orgánicos**
- **Son silenciosas. Sin partes móviles en el apilamiento**
- **Flexibles en cuanto a combustible**
- **Operación remota, sin personal**
- **Capacidad de seguimiento de carga rapido**
- **Pocas restricciones para lugar de instalación**

Generación distribuida

- Se refiere a **generación de potencia en pequeña escala** que provee energía eléctrica en un **sitio mas cercano** al cliente que una central de generación
- Se conecta directamente al consumidor o a un sistema de distribución o de trasmisión existente
- **Tecnologías:** motor combustión interna/generador, turbinas, micro-turbinas, Turbinas eólicas, solar-fotovoltaica, celdas combustibles, etc.
- **Servicios:** posibilidad de generación de punta, de base, de reserva, cogeneración
- **Fuerzas impulsoras:** a) requerimientos de confiabilidad y calidad de potencia superiores a los ofrecidos tradicionalmente b) saturación de líneas de trasmisión c) Tiempos y costos asociados a incrementos en la capacidad existente

Celdas de comb en generaciòn distribuïda

- Se estima la e distribuïda como un 5 a 10% de la generaciòn electrica total
- Si un 20% son celdas de comb en 1017
- 1200 Mw de mercado de celdas de baja potencia e intermedia 5Kw a 50/100 y 40000 horas, U\$S 400/kw
- Requiere una inversiòn 30 veces menor
- la distribuïda va a ser mayor, porque

las celdas sofc de baja pot como puente hacia centrales de mayor potencia

- La tecnología debe demostrarse, ser efectiva y de bajo costo antes de usarse en centrales de alta potencia
- La demostración en grandes volúmenes en generación distribuida disminuye el riesgo
- Se establece y comprueba la fabricación y la base de materiales
- Se permite validar la tecnología a bajo costo
- Los materiales y diseños SECA (programa USA) resultaran aplicables a generación distribuida y centralizada.

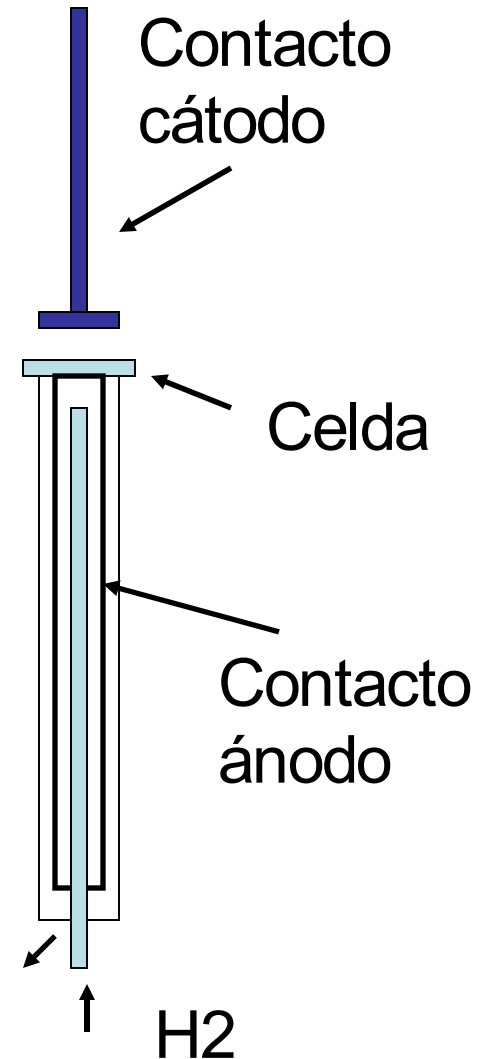
Desarrollo de celdas de comb en cnea-cac objetivos

- tec. fab. de monoceldasSOFC
- Iniciar el conocimiento de la tec de fab del stack (apilamiento) de las celdas sofc
- Identificar los problemas de fabricaciòn
- Desarrollar un lab de performance de cel.
- Estudiar y desarrollar las partes de un apilamiento de baja pot 1-5 KW

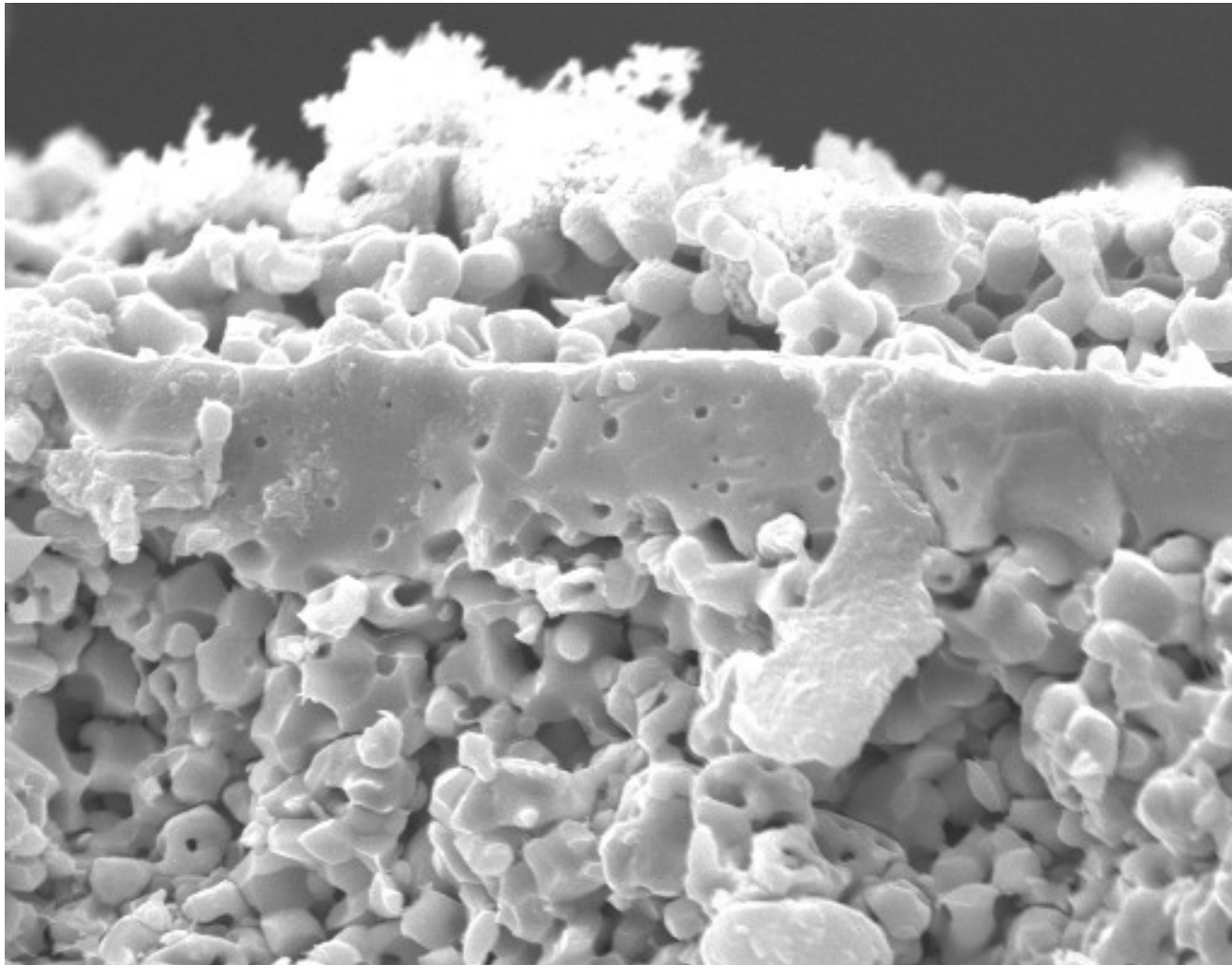
Desarrollo de SOFC en celda como lo hecho y en vías

- Se han fabricado monoceldas planas en dos arquitecturas diferenciadas en cuanto al elemento estructural (electrolito o ánodo)
- Se desarrollaron varias técnicas de fabricación
- Se fabricaron monoceldas tubulares con el ánodo como elemento estructural
- Se fabricaron dispositivos de ensayo $40\text{mA}/\text{cm}^2, 0.7\text{V}$
- Se evaluó el rendimiento y se atribuyeron deficiencias
- Se construye un stack para evaluar interconexión

Dispositivo de ensayo de monoceldas planas Circulares de 19 mm diámetro



Micrografía SEM de una tricapa cerámica. Monocelda SOFC



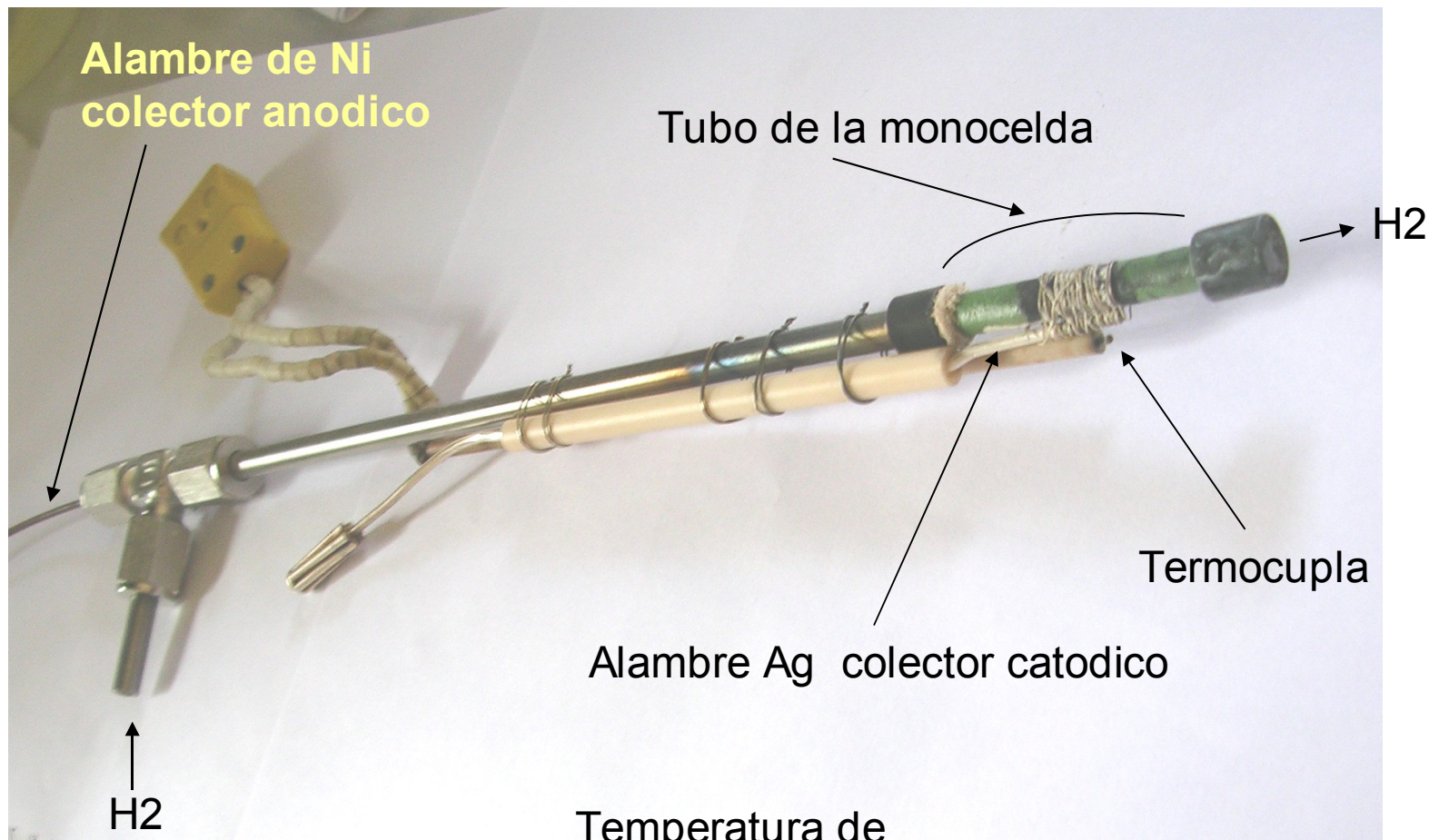
LSM

YSZ

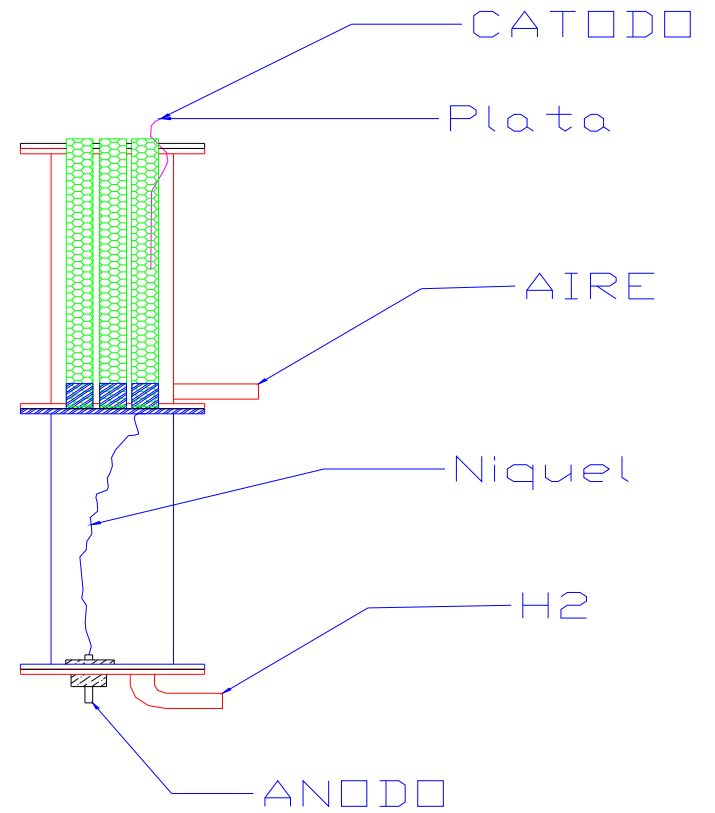
Ni-YSZ

10
micron

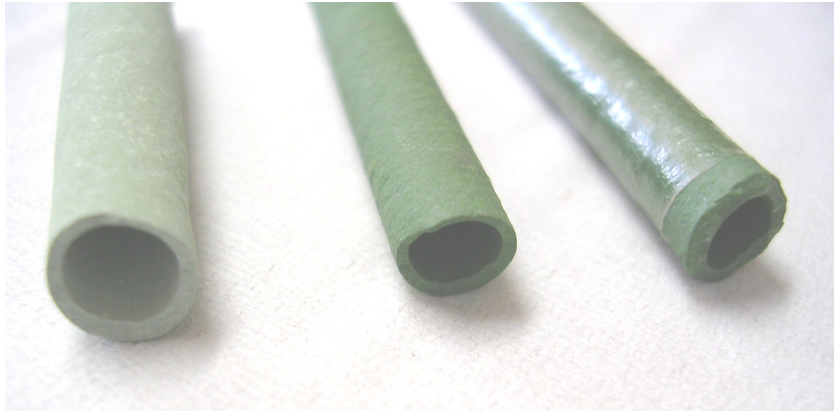
Monocelda tubular SOFC soportada por anodo



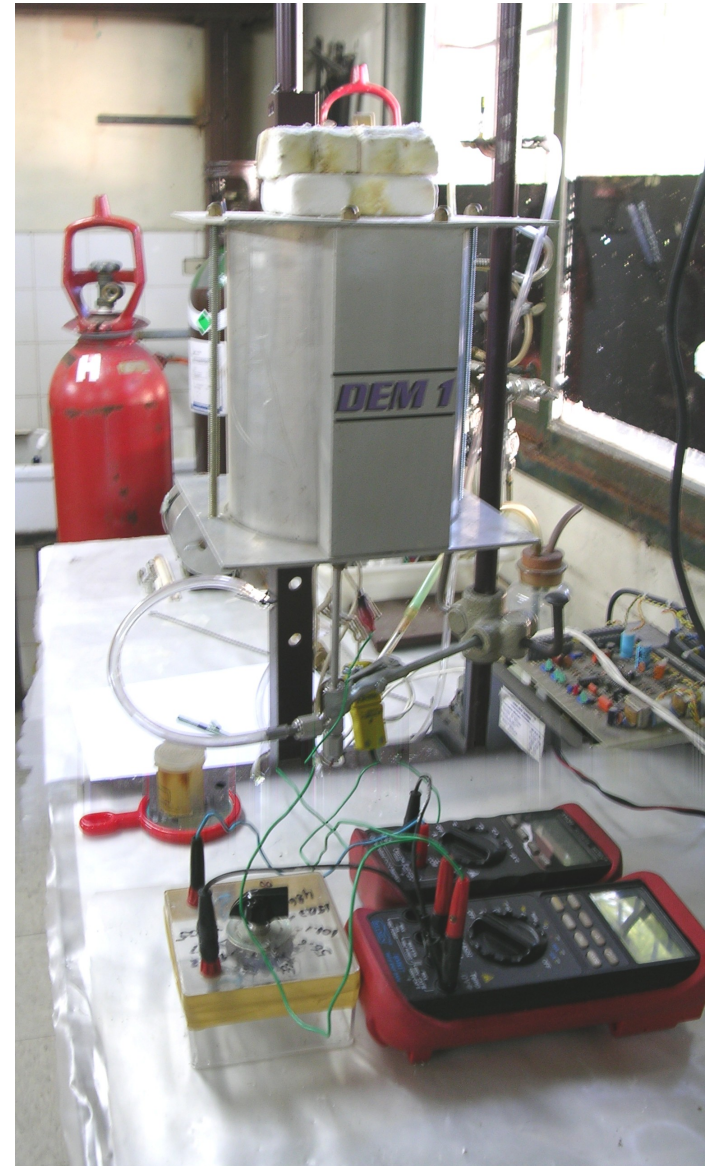
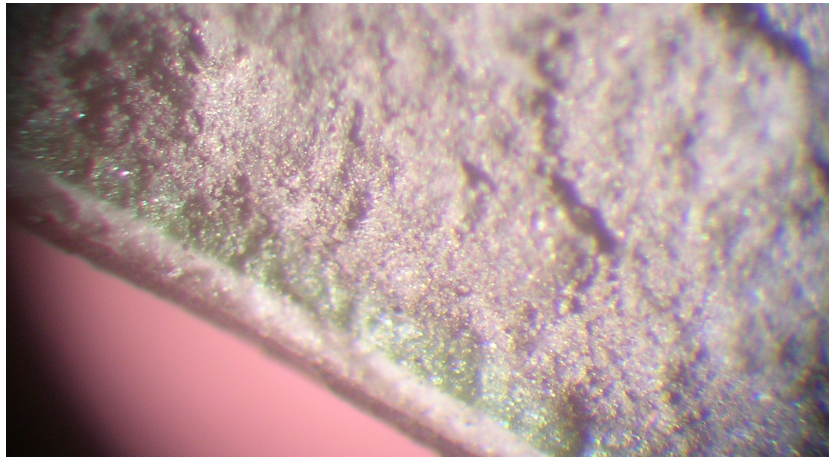
Temperatura de
operación 800 °C



Ensayo monoceldas tubulares



Tubos soporte NiO-YSZ



conclusiones

- La transición en el mundo hacia el uso sustentable de la energía no va a poder prescindir de la utilización de porcentajes importantes de fuentes fósiles no renovables. Esta transición se realizará mediante la incorporación de nuevas tecnologías que se encuentran en desarrollo.
- Nuestro país, que posee experiencia en el campo nuclear, podrá realizar adecuadamente el crecimiento de dicha fuente enrg, pero no debe permanecer ajeno a la transición con nuevas tec.: las recibirá como paquete cerrado, o las integrará racionalmente utilizando el sistema técnico e industrial, para eso (invocación):
- El Estado a través de la Secr. de Energía debe generar un programa nacional con participación de la industria para madurar y usufructuar las nuevas tecnologías que permitirán el uso sustentable de las fuentes fòsiles, en part celdas de combustible.
- Generar una normativa que estimule el uso de nuevas tecnologías.

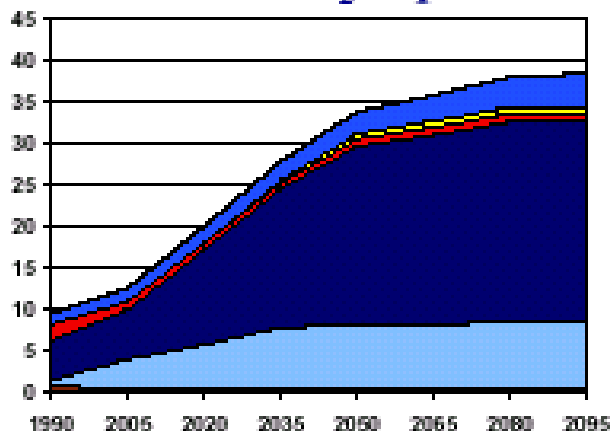
•

FIN

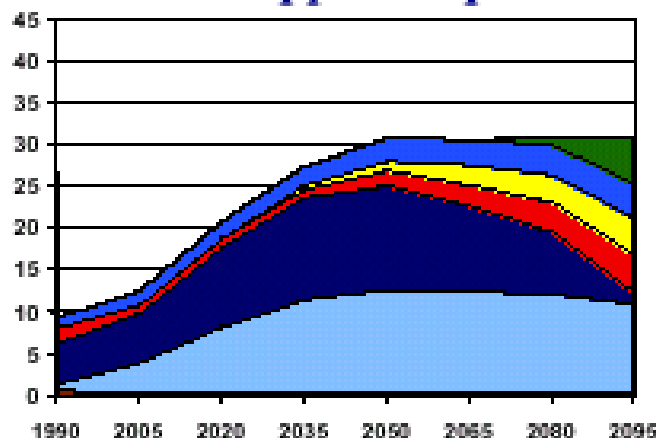
Transition to the Future

U.S. Electricity Generation

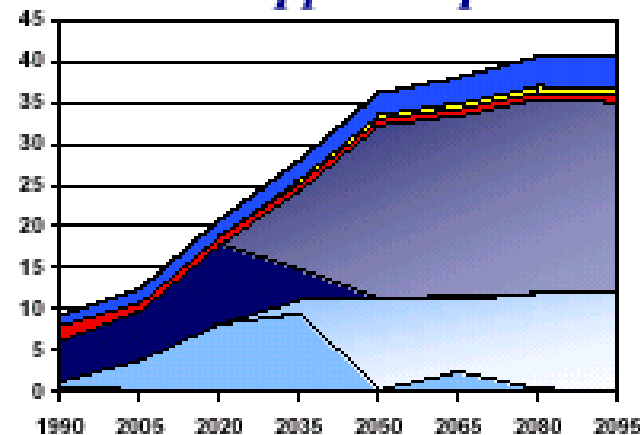
*Reference Case
No CO₂ cap*



*No Sequestration
550 ppmv cap*



*Sequestration Option
550 ppmv cap*



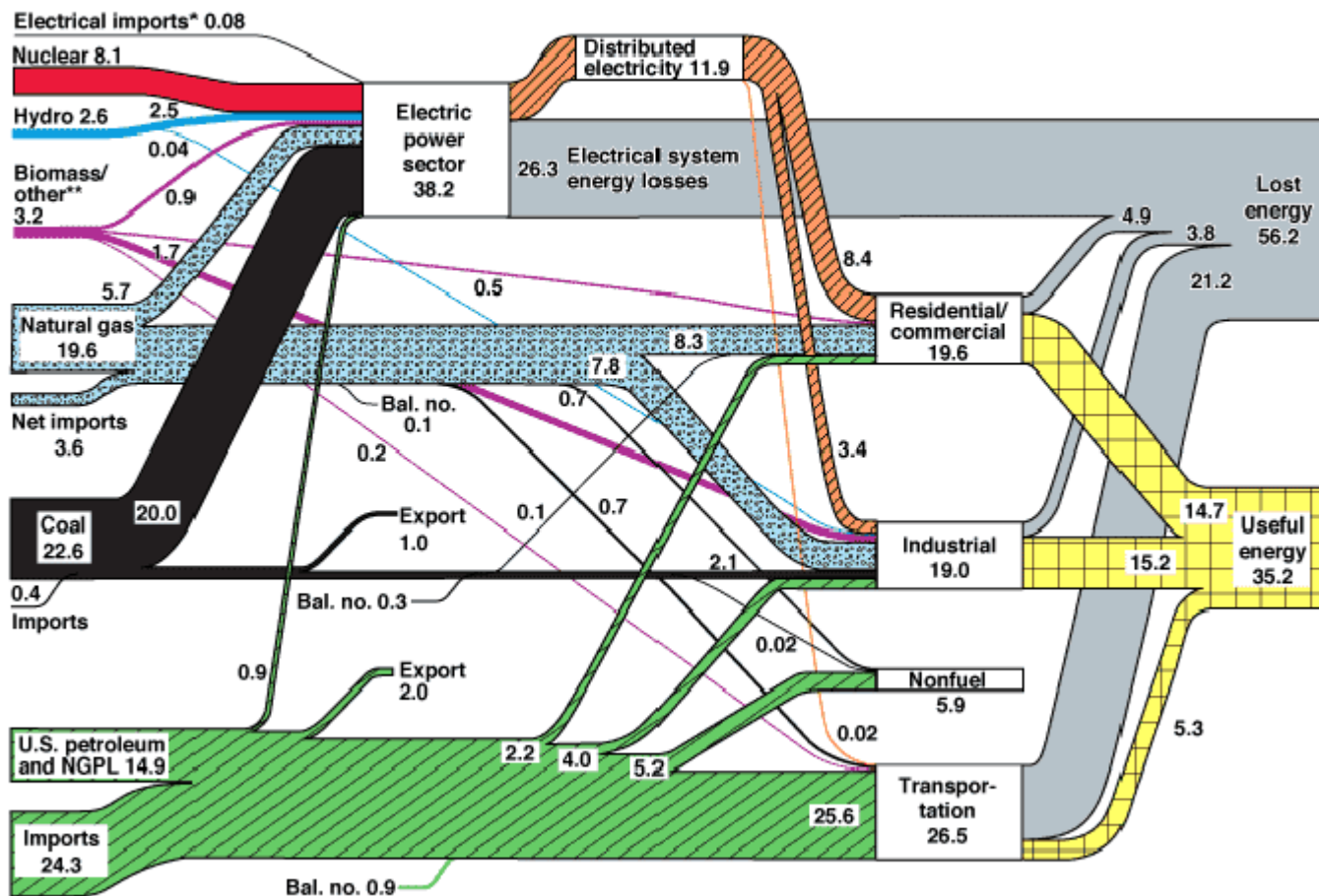
- Biomass
- Hydro
- Solar
- Nuclear
- Coal
- Gas

$\times 10^{12}$ kWh/año



U.S. Energy Flow Trends – 2002

Net Primary Resource Consumption ~97 Quads



Source: Production and end-use data from Energy Information Administration, *Annual Energy Review 2002*.
 *Net fossil-fuel electrical imports.

June 2004
 Lawrence Livermore
 National Laboratory

Características de las celdas combustibles

	AFC/ PEMFC	PAFC	MCFC	SOFC
Temperatura	Baja	→	→	Alta
Materiales	Nobles	→	→	Menos nobles
Gases	Puros	→	→	Menos puros
Tecnología	Alta	→	→	Alcanzable

Proyecciones de energía primaria Consecuencias

- **Preponderancia de la utilización de gas y carbón gasificado (CO + H₂) para generación eléctrica en los diversos escenarios**
- **Esta tendencia probablemente será válida en nuestro país que cuenta con reservas de gas, carbón y gran potencial en biomasa**
- **El uso del hidrógeno, metano y (H₂ + CO) es factible en las celdas combustibles de alta temperatura, por lo que esta tecnología participará en estos escenarios**

Diversificación del menú energético

- Incentivar el uso de la cogeneración, ciclos combinados, generación distribuida
- Tecnologías con generación más eficiente y limpias
- Maximizar el uso de energías renovables y biomasa

Lugar de las renovables y celdas combustibles

- ¡)Vemos que el lugar de las energías renovables ronda el 10% de la eléctrica
- aunque se le de capacidad máxima instalable a la energía nuclear y a la hidráulica aprovechable, todavía el porcentaje de energía generada a partir de no renovables es grande!. 40 % de la gen electr y 80% del consumo total de energ .muestra la importancia del gas!!
- Intensificar energía producida a partir de efluentes, restos vegetales, biomasa etc
- Esto haría un mínimo de 10% para las renovables que hace del orden de 6000 MW para 2027! En el caso de eléctrica y 42 000 MW para las no renovables!
-

Perspectivas para la energía distribuida

- **USA**

- generación total año 1999 : 3.450 billion kWh
- Crecimiento anual estimado 1990-2010: 1.5 %
- Crecimiento anual estimado en capacidad de generación distribuida hasta 2010 : 7%
 - Capacidad de generación distribuida año 2001: 34 < GD < 75 Gw
 - Adiciones estimadas hasta el año 2010: 71.9 Gw

- **ARGENTINA**

- generación total año 1999 : 77 billion kWh
- Potencia instalada, año 2003 : 23.2 Gw
- Crecimiento anual estimado 2004-2015: 5 %
- Generación distribuida 5 < GD < 10 % de la potencia instalada, da aproximadamente 1 – 2 Gw
- Cual será la tasa de crecimiento de la GD en Argentina ?
- GD será 3 < Gd < 6 MW,

Energías alternativas II, Sinergia

- Se debe tener en cuenta:
- Periodicidad eólica, hidráulica
- Tiempo de respuesta de distintos tipos de generadores: turbina, térmica, celdas comb., nuclear...: horas pico
- LA SINERGIA ENTRE DIFERENTES TIPOS DE ENERGÍA Y LOS GENERADORES DEBEN SER PARTE DE UN PLAN DE DESARROLLO ENERGETICO A MEDIANO PLAZO