



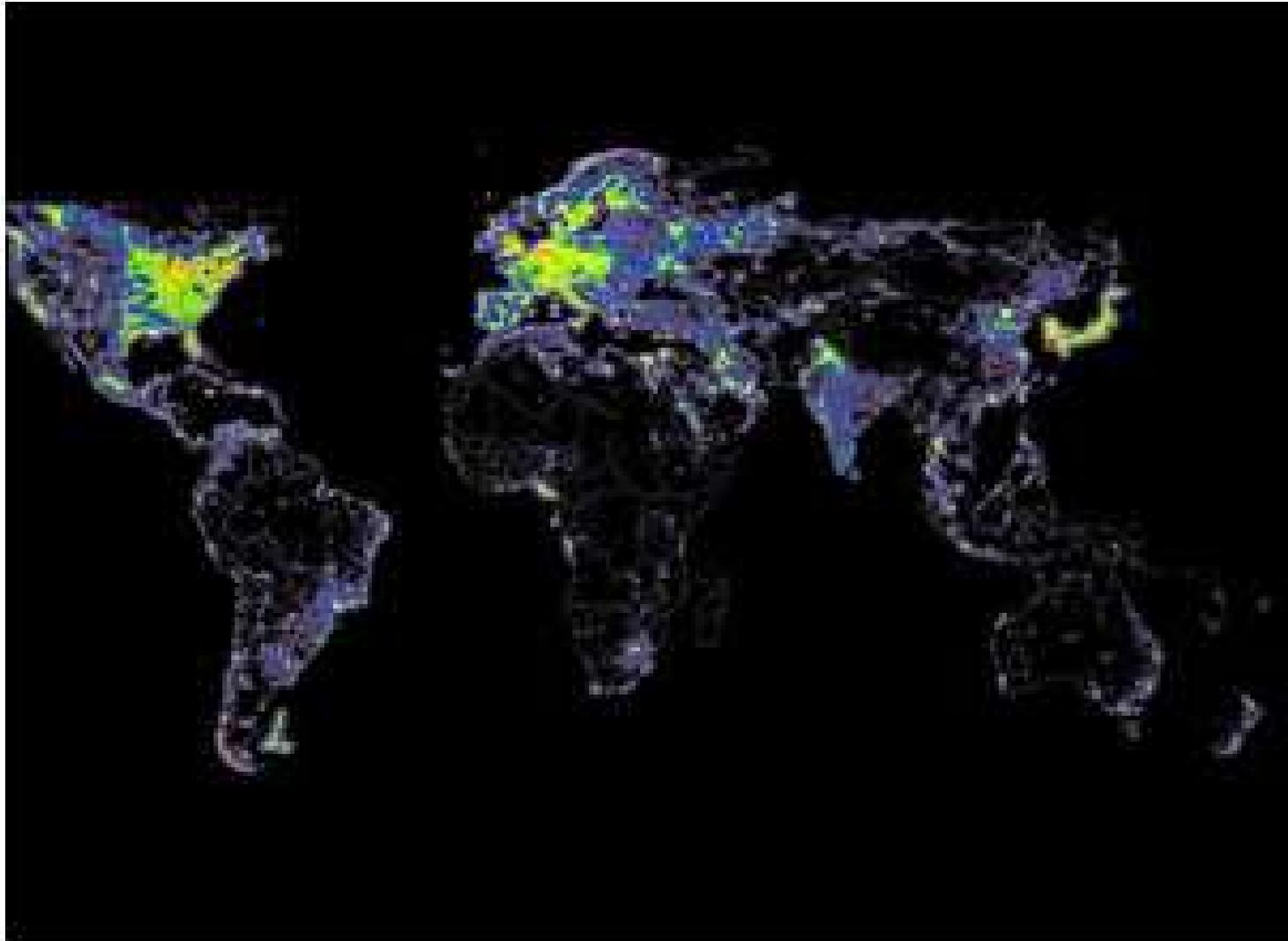
**Colegio de Ingenieros del Perú**  
**Consejo Departamental de Lima**  
**Capítulo de Ingeniería Mecánica y Mecánica Eléctrica**  
**Semana del CIME**

**¿Es posible lograr una Matriz Eléctrica  
Sostenible para la Década del 2020?**

**Dr. Jaime E. Luyo**

Lima, 04 de noviembre del 2010

# ELECTRICIDAD SIGNO DE DESARROLLO



# CONTENIDO

- ▶ Tendencias a nivel Internacional de la Economía , el Desarrollo , la Energía , y su vinculación
- ▶ Recursos Energéticos, Contaminación Ambiental , en la producción eléctrica mundial y en Latinoamérica
- ▶ Futuro de la Nucleo-electricidad
- ▶ Integración Energética en LA – Caso de Perú
- ▶ Análisis de Sostenibilidad de la Matriz Eléctrica Objetivo en la década del 2020
- ▶ Interconexión Eléctrica Perú-Brasil
- ▶ Conclusiones
- ▶ Reflexión Final

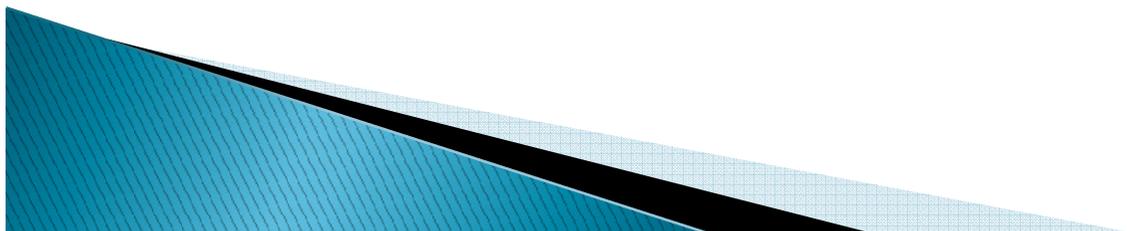


# La Nueva Economía para el Desarrollo Sostenible

“.....the new economics brings a more radical perspective to sustainable development, and implies more far-reaching changes, than the mainstream perspective. For example, it emphasises the need, as part of the shift to sustainable development, to move:

- away from a state-centred or business-centred economic system, towards a more people-centred system, and
- away from money-measured growth as the principal economic target and measure of success, towards sustainability in terms of real-life social and environmental and economic variables. “

James Robertson, *The New Economics of Sustainable Development, A Briefing for Policy Makers*,  
A Report for the European Commission, 2005



# Estrategia *Green Growth* de República de Corea

## 1. Declaration of Green Growth Vision

Envisioning the next 60 years (announcement of a new national vision on the occasion of 60<sup>th</sup> anniversary of the founding of the Republic)



### More than just a development strategy

- Changing people's behavior and way of thinking
- Creating a new civilization

*What do we mean by Green Growth?*

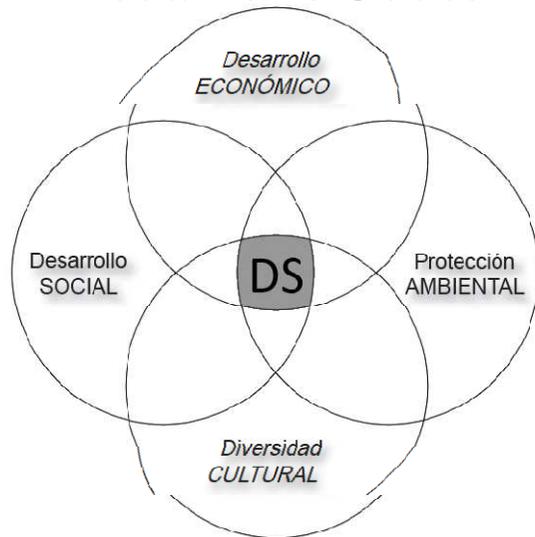
*"As we go green – we generate money & jobs"*

*<Elements of Green Growth>*



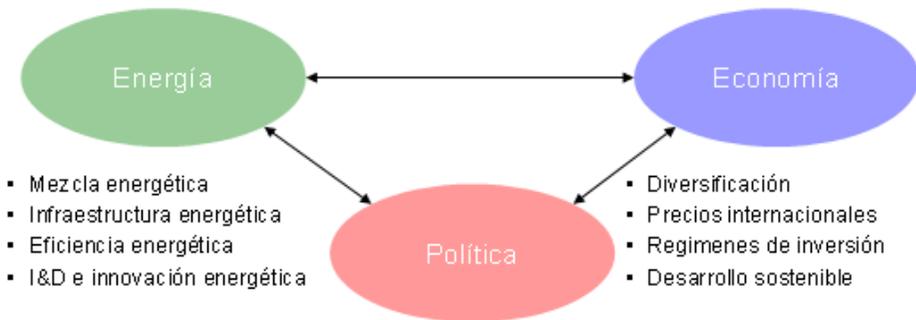
# Desarrollo Sostenible y Seguridad Energética

## Desarrollo Sostenible



**Competitividad Responsable (CR)**, que “consiste en hacer que el desarrollo sostenible (sustentable o perdurable) (DS) pese en los mercados globales”.

## Seguridad Energética

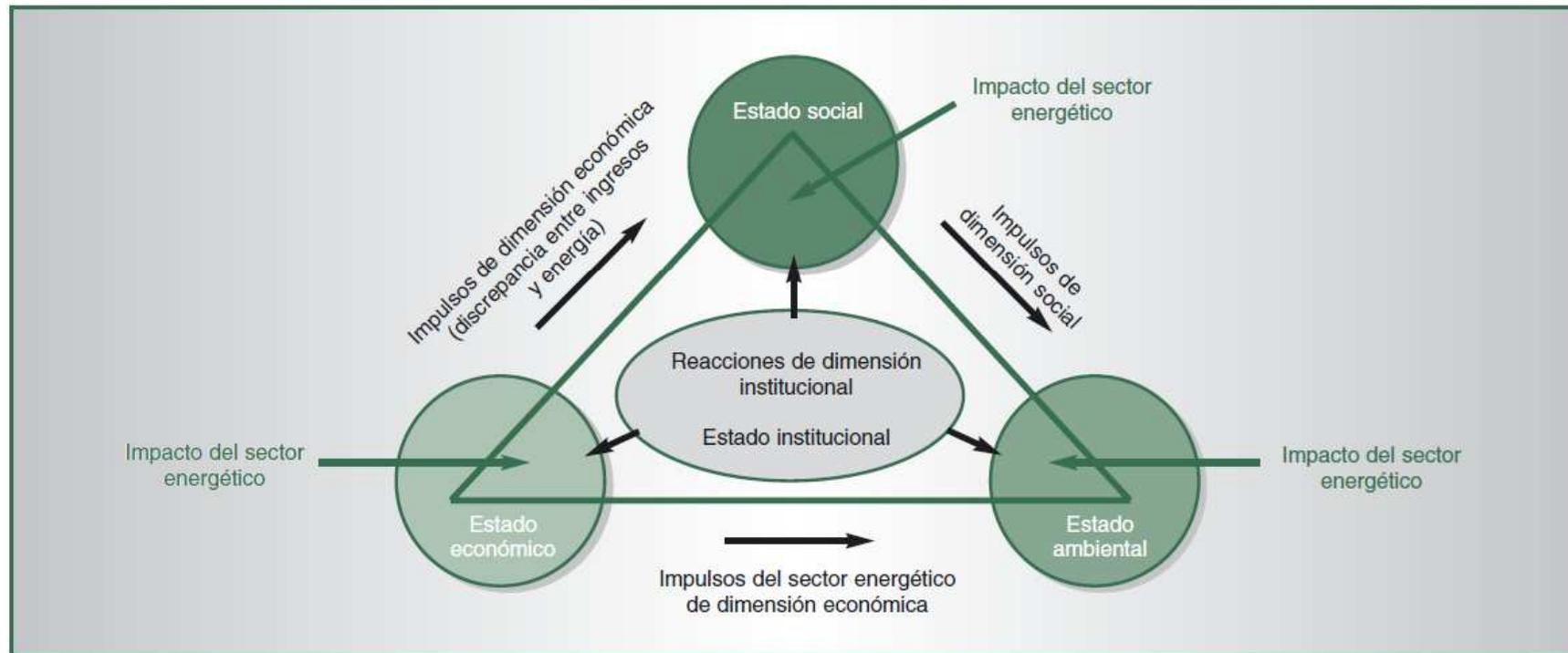


- Mezcla energética
- Infraestructura energética
- Eficiencia energética
- I&D e innovación energética

- Diversificación
- Precios internacionales
- Regímenes de inversión
- Desarrollo sostenible

- Interdependencia
- Seguridad internacional
- Seguridad nacional
- Políticas públicas

# Dimensiones de Sostenibilidad del Sistema Energético



Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA)

# Indicadores de Desarrollo Energético Sostenible (IDES)

**Cuadro . Lista de IDES — Formato compacto**  
**(los IDES básicos se indican en negritas, los IDES que corresponden a los IDS contenidos en la lista de trabajos lista básica de la CSD de las Naciones Unidas se indican en letras verdes)**

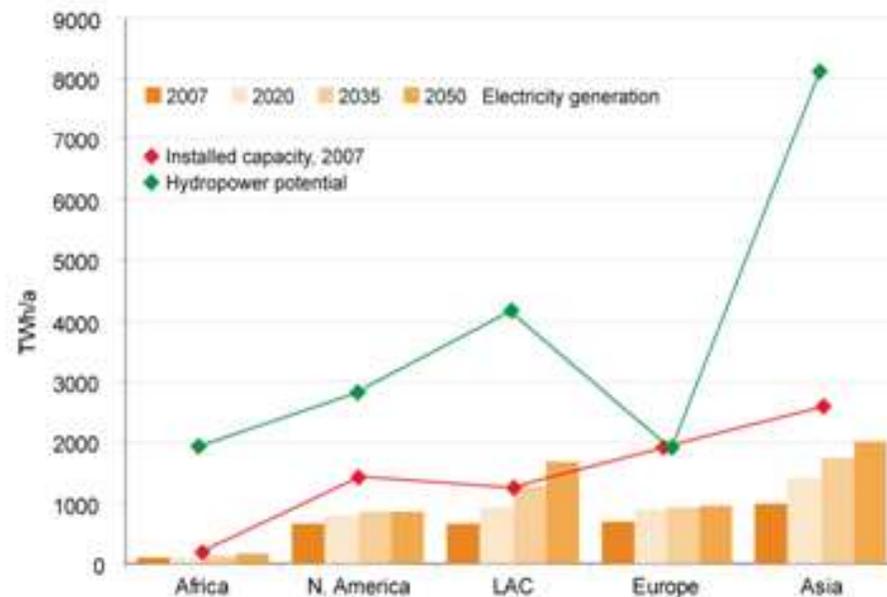
1. Población: total, urbana	21. Fracción de ingresos disponibles/consumo privado que invierte en combustible y electricidad por: el promedio de la población; el 20% de la población más pobre
2. PIB per cápita	22. Fracción de hogares: muy dependientes de la energía no comercial; sin electricidad
<b>3. Precios de la energía de uso final con y sin impuestos/subsidios</b>	23. Cantidades de emisiones de contaminantes atmosféricos (SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , partículas, CO, VOC)
4. Participación de los sectores en el valor añadido del PIB	24. Concentración ambiental de contaminantes en zonas urbanas: SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , partículas en suspensión, CO, ozono
5. Distancia recorrida por cápita: total, por transporte urbano público	25. Superficie de tierras en que la acidificación excede de la carga crítica
6. Actividades de transporte de mercancías: total, por modalidades de transporte	26. Cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero
7. Superficie habitable por cápita	27. Radionucleidos presentes en las descargas radiactivas atmosféricas
8. Valor añadido en fabricación por industrias de alto consumo energético seleccionadas	28. Descargas en cuencas hidrográficas: aguas residuales/agua de lluvia, radionucleidos, patógenos en aguas costeras
<b>9. Intensidad energética: manufactura, transporte, agricultura, servicios comerciales y públicos, sector residencial</b>	29. Generación de desechos sólidos
10. Intensidad energética final de determinados productos de alto consumo energético	30. Cantidad acumulada de desechos sólidos que deberá gestionarse
11. Mezcla energética: energía final, producción de electricidad, suministro de energía primaria	31. Generación de desechos radiactivos
<b>12. Eficiencia del suministro energético: eficiencia de los combustibles fósiles para la producción de electricidad</b>	32. Cantidad acumulada de desechos radiactivos en espera de disposición final
13. Situación respecto de la utilización de tecnologías para la reducción de la contaminación: grado de utilización, rendimiento medio	33. Superficie ocupada por las instalaciones e infraestructuras energéticas
14. Utilización de energía por unidad del PIB	34. Casos de muerte debidos a accidentes ocasionados por fallos en las cadenas de combustibles
15. Gastos en el sector energético: inversiones totales, control ambiental, exploración y aprovechamiento de hidrocarburos, H <sub>2</sub> O, gastos netos en importaciones energéticas	35. Fracción de la capacidad hidroeléctrica técnicamente explotable actualmente en uso
16. Consumo energético per cápita	36. Reservas recuperables comprobadas de combustibles fósiles
17. Producción energética local	37. Vida útil de las reservas comprobadas de combustibles fósiles
<b>18. Dependencia neta de las importaciones energéticas</b>	38. Reservas comprobadas de uranio
19. Desigualdad de ingresos	39. Vida útil de las reservas comprobadas de uranio
20. Relación entre los ingresos disponibles/consumo privado diario per cápita del 20% de la población más pobre y los precios de la electricidad y los principales combustibles de uso doméstico	40. Intensidad de uso de recursos forestales como leña
	41. Tasa de deforestación

**NOTA:** los 16 indicadores en negrita son los básicos, referidos a la energía o son especialmente importantes.

Fuente: Organismo Internacional de Energía Atómica, oct. 2002  
 Com. Desarrollo Sostenible ,NN.UU.  
 abril 2001.

# Hidroelectricidad en diferentes Regiones

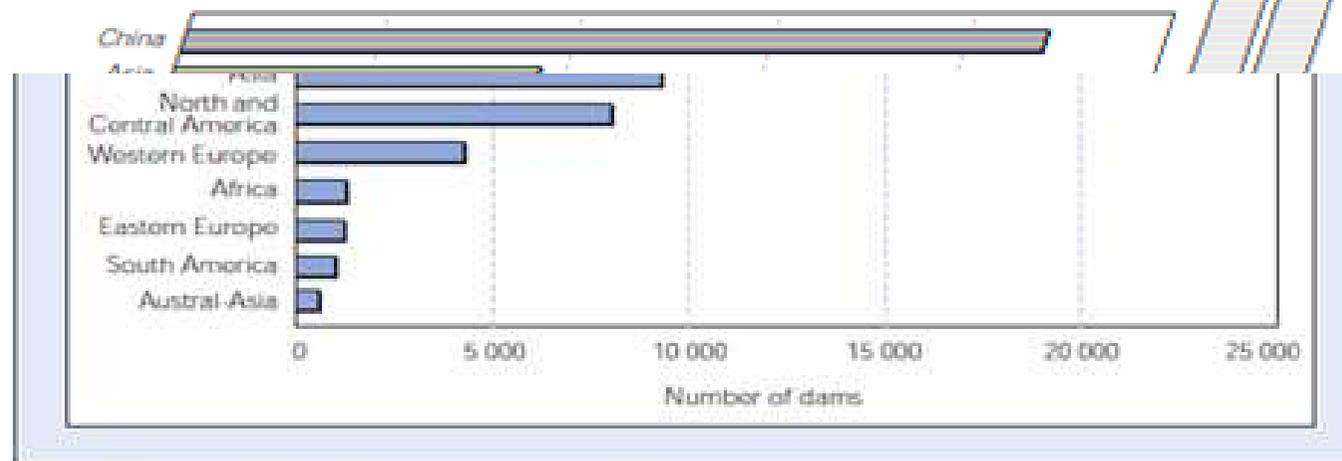
## Hydropower evolution



Source: WEC Report, *Water for Energy*, Set. 2010

# Grandes Represas en diferentes Regiones

## Large dams per WEC region



Source: WCD compilation of various sources and ICOLD, 1998.

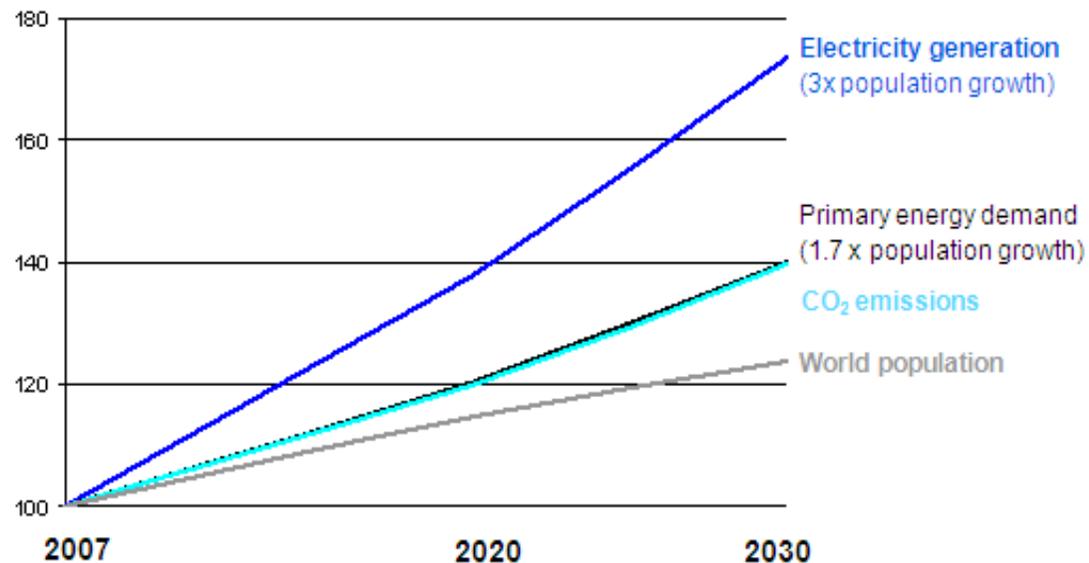
Source: WEC Report, *Water for Energy*, Set. 2010

# Tendencias mundiales de crecimiento en generación eléctrica, demanda de energía primaria y emisiones de CO<sub>2</sub>

What are the prevailing trends impacting energy?  
Growth in population, living standards, demand, CO<sub>2</sub>

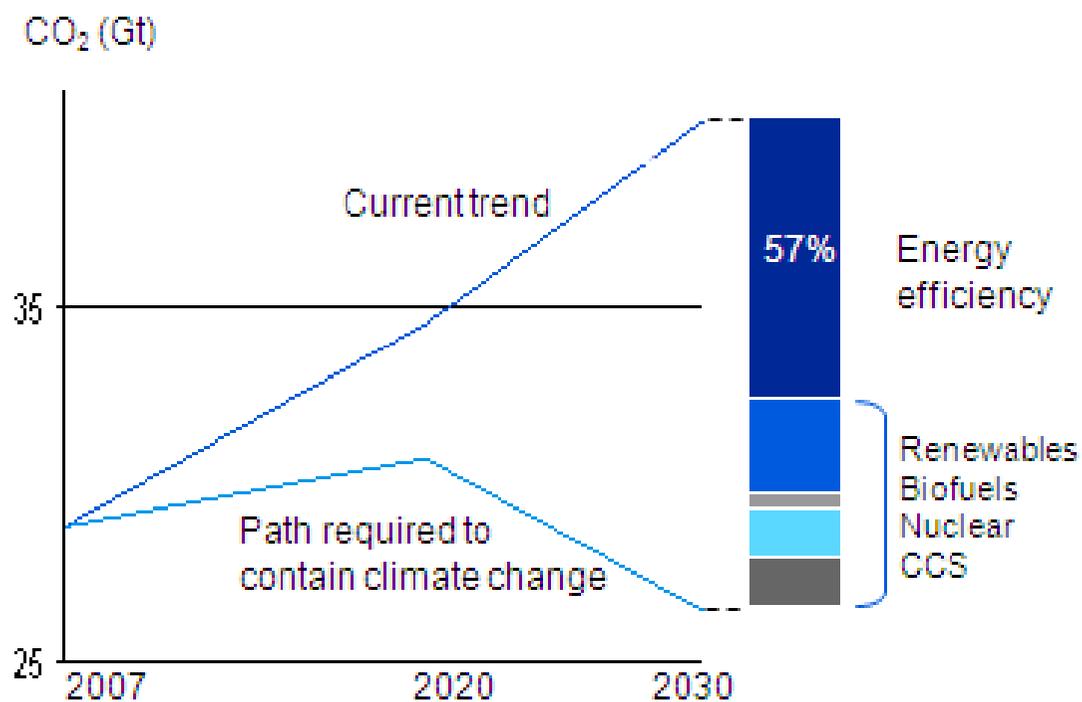
All values rebased to 100

Source: International Energy Agency, Global Insight

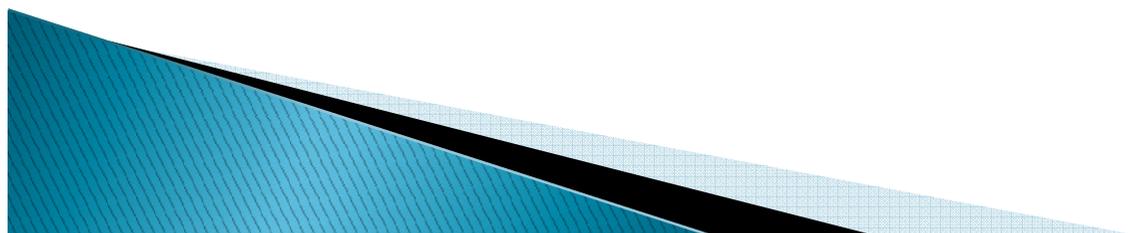


Source: Peter Leupp, Global energy mix in 2030, cost-effective solutions to the global energy challenges, WEC Montreal, set. 2010

# Impacto de la Eficiencia Energética

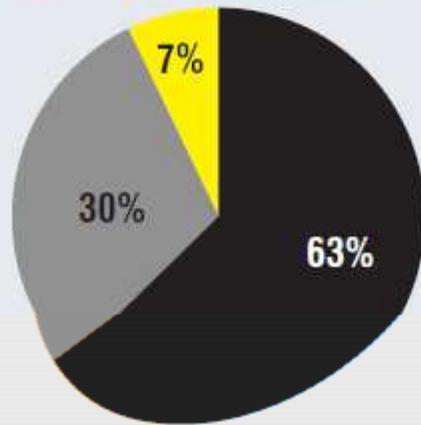


Source: IEA



# Recursos Energéticos en LAC

**Non-Renewable Sources**  
5,952 MMBEP (production)

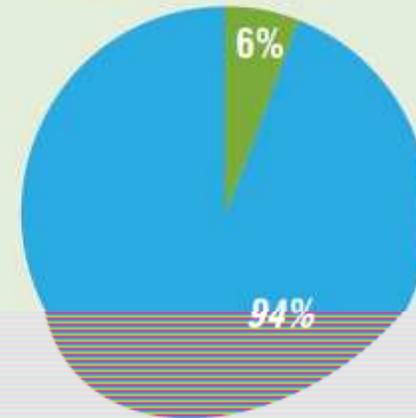


Petroleum
  Natural Gas
  Mineral Coal

**Reserves / Production:**

Petroleum: 73 years  
 Natural Gas: 28 years  
 Mineral Coal: 37 years

**Potential of Renewable Energies**  
224,898 MMBEP



Hydroenergy potential
   
 Potential of other renewable energies

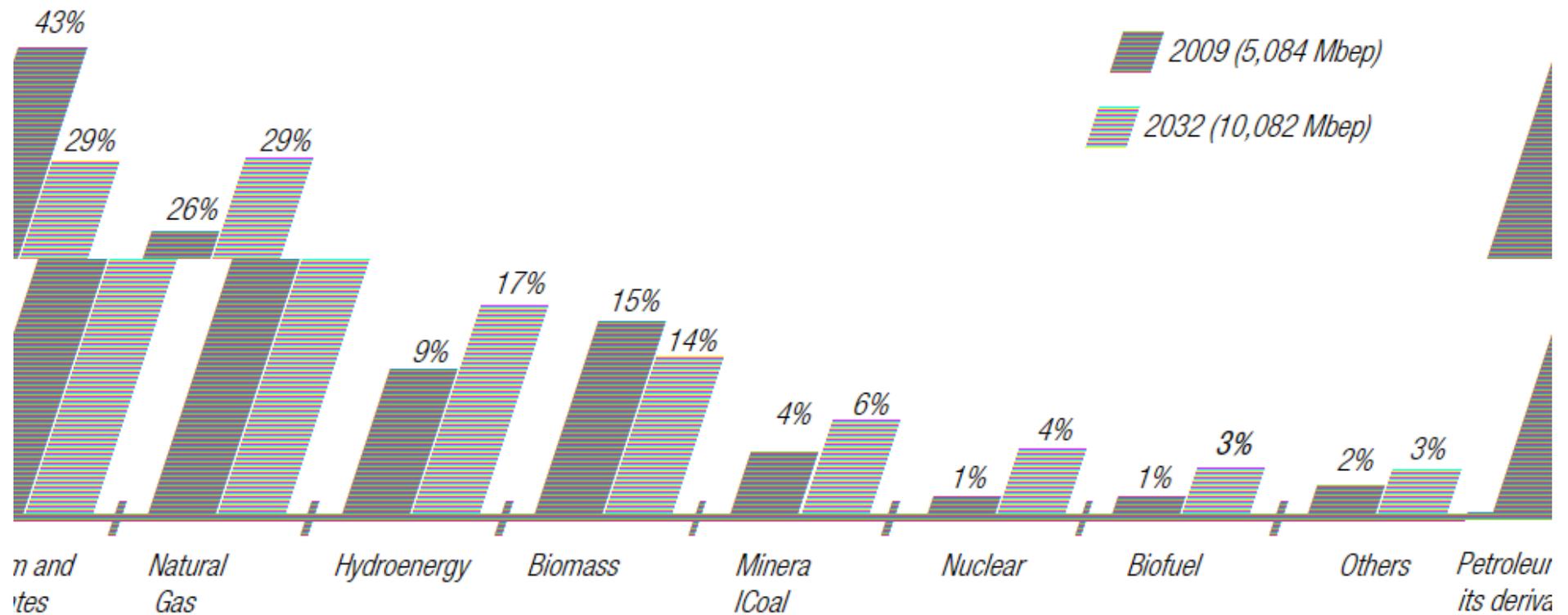
**Used:**

Hydroenergy: 22 %  
 Others: 4.2%

**Reserves / Production:**

Petroleum: 28 years  
 Natural Gas: 28 years  
 Mineral Coal: 40 years

# Demanda de Energía en LAC



# Recursos Energéticos No-Renovables en Latinoamérica

## OVERVIEW OF THE ENERGY SITUATION IN THE REGION

### Security of supply - Oil, Natural Gas and Coal

Country	PR - Oil (Billions of Barrels)	PR – Natural Gas (TCF)	PR - Coal (Millions of tons)
Argentina	3	16	424
Bolivia	0	27	1
Brazil	14	20	7068
Chile	0	3	1181
Colombia	1	4	6959
Cuba	0	3	-
Ecuador	5	0	24
Mexico	11	13	1211
Peru	0	12	140
Trinidad y Tobago	1	19	-
Venezuela	99	171	479
<b>TOTAL:</b>	<b>134</b>	<b>287</b>	<b>17487</b>

Latin America is in a potentially favorable position in terms of security of supply

\* Sources:

Oil: EIA, 2009 and Petrobras (Brazil reserves with Pre-Sal can reach 50 billion barrels)

Natural Gas: EIA, 2009 and Petrobras (Brazil reserves with Pre-Sal can reach 50 TCF)

Coal: EIA, 2009

# Recursos Energéticos Renovables en LA

## Hídrico

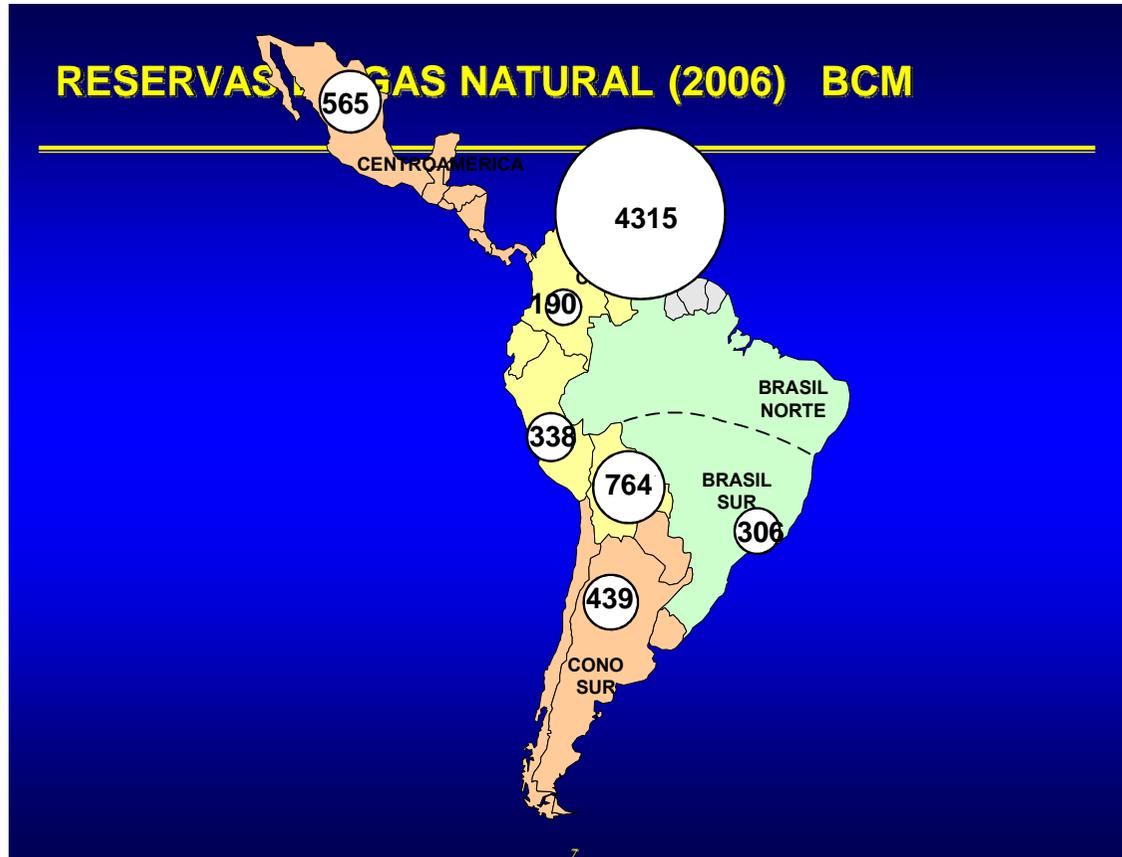
<b>País</b>	<b>Potencial(GW)</b>	<b>% Desarrollo</b>
Argentina	45	19
Bolivia	40	1
Brasil	185	41
Chile	25	21
Colombia	93	9
Costa Rica	7	50
El Salvador	2	24
Ecuador	23	8
Guatemala	5	13
Honduras	5	10
México	53	24
Nicaragua	2	5
Panamá	4	20
Paraguay	13	63
Perú	62	5
Uruguay	2	99
Venezuela	28	52
<b>TOTAL:</b>	<b>594</b>	<b>25%</b>

Source: OLADE and CIER

## Eólico

<b>Country</b>	<b>Potential (GW)</b>
Argentina	10
Brazil	140
Central América	100
Colombia	20
Chile	5
México	40
Peru	10
Uruguay	2
<b>TOTAL:</b>	<b>327</b>

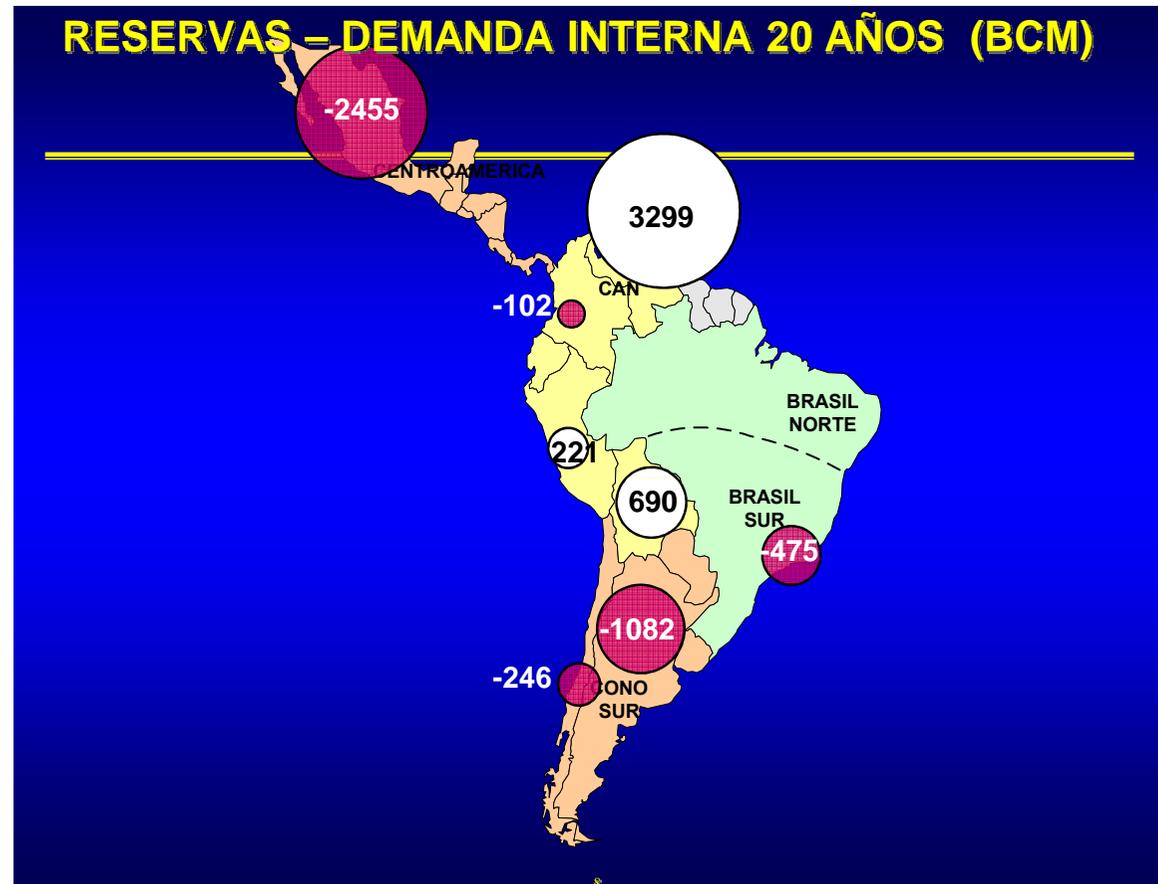
# Reservas de GN en Latinoamérica



Fuente: Raul Bertero, *Natural Gas Integration in the Southern Cone*, U. de Buenos Aires, set. 2010

**NOTA :** En Perú se tendrían 338 BCM ( 12 tcf)

# Balance Reservas-Demanda de GN a L. P.

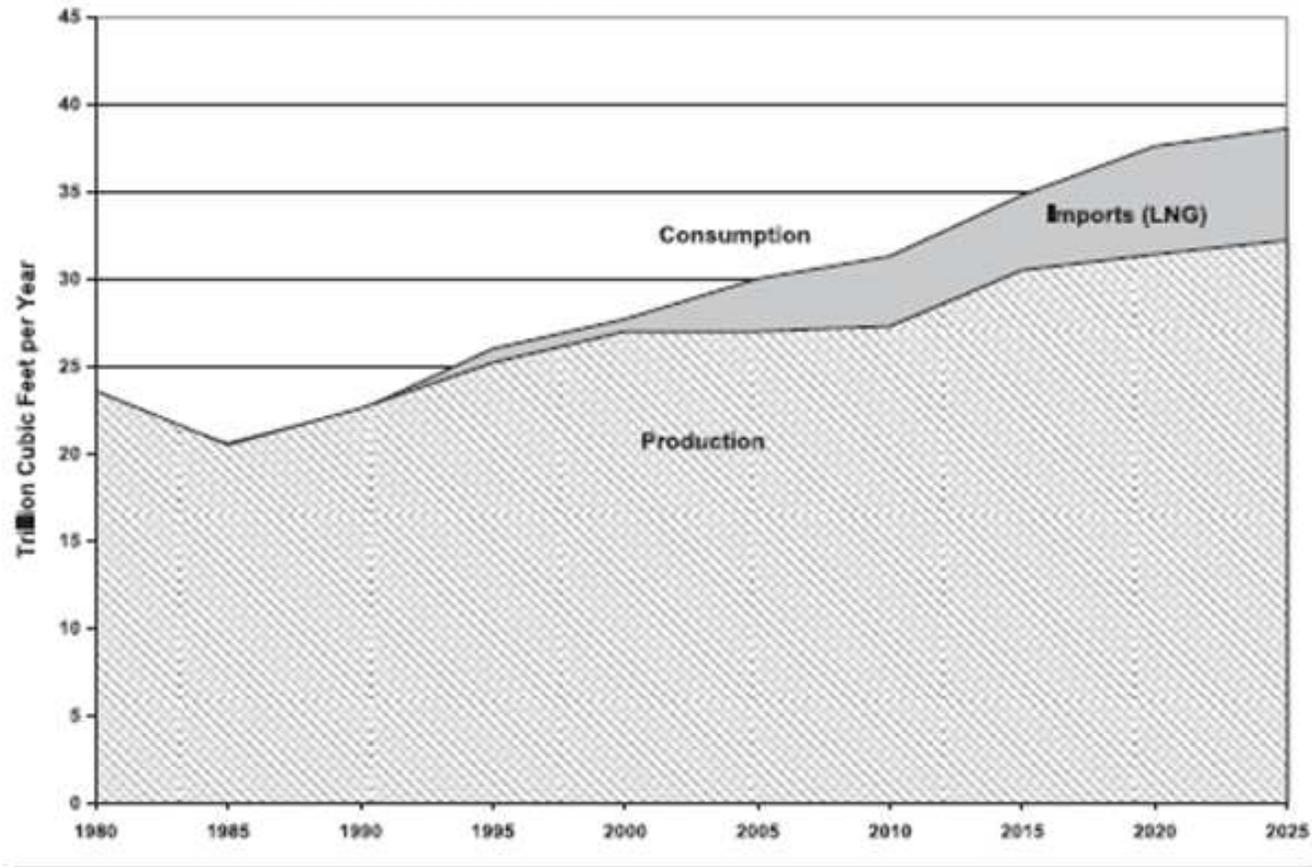


Fuente: Raul Bertero, *Natural Gas Integration in the Southern Cone*, U. de Buenos Aires, set. 2010

**COMENTARIO** : En el Perú , con 14 TCF en el 2008 , para el 2030 todas las reservas se agotarían.  
V. Estudio Cenergía-Fundación Bariloche , Osinergmin, mayo 2009.

# Producción y Consumo de Gas Natural en Norteamérica

North American Natural Gas Consumption and Production, 1980–2025



Source: EIA, *Annual Energy Outlook 2005*.

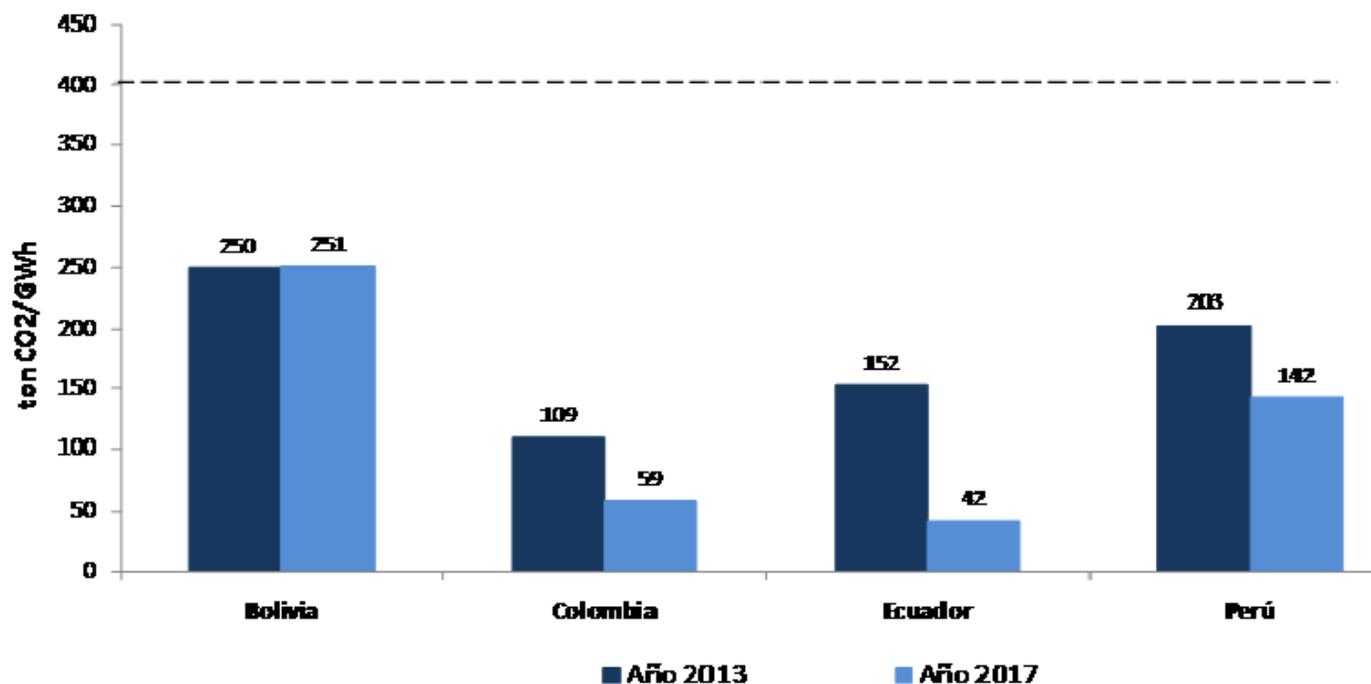
**Observación** : En el presente año se estaría consumiendo **más del total de tres reservas de Camisea !!**

**Conclusión:** **Todo depende de la intensidad de la demanda !!** .El diseño del gasoducto Camisea-Lima estimó cubrir la demanda hasta el 2019 ; se cambiaron los contratos el 2005 para exportar . Congestión en el 2008 !!

Se debe tener en cuenta el costo de oportunidad (costo de uso) , la demanda y precio futuros de un recurso agotable !!

# Contaminación Ambiental de la Generación Eléctrica

## Andean Community: emissions per GWh

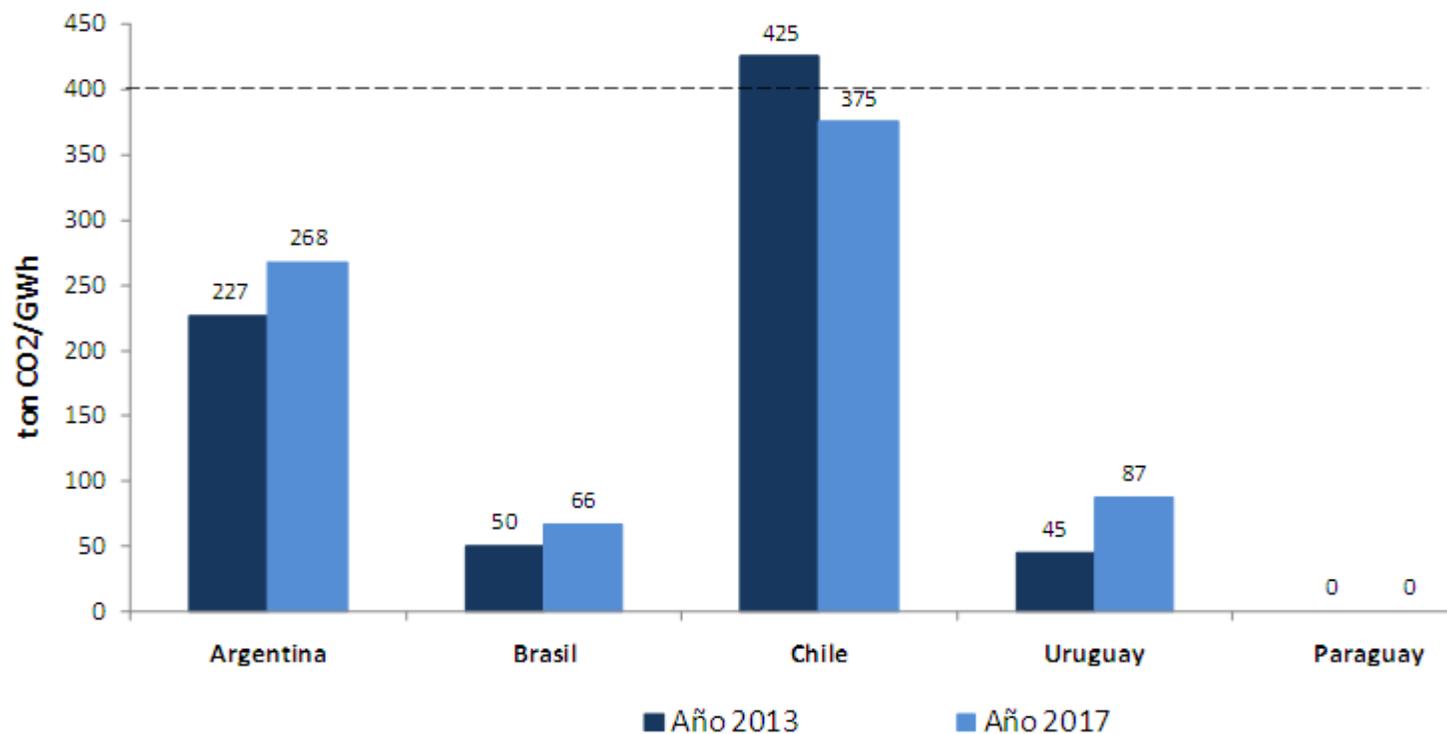


Fuente: CIER-2010

- ▶ NOTA : 400 ton CO2/GWh emite una planta termoeléctrica de C.C. a gas natural

# Contaminación Ambiental de la Generación Eléctrica

Mercosur: emissions per GWh

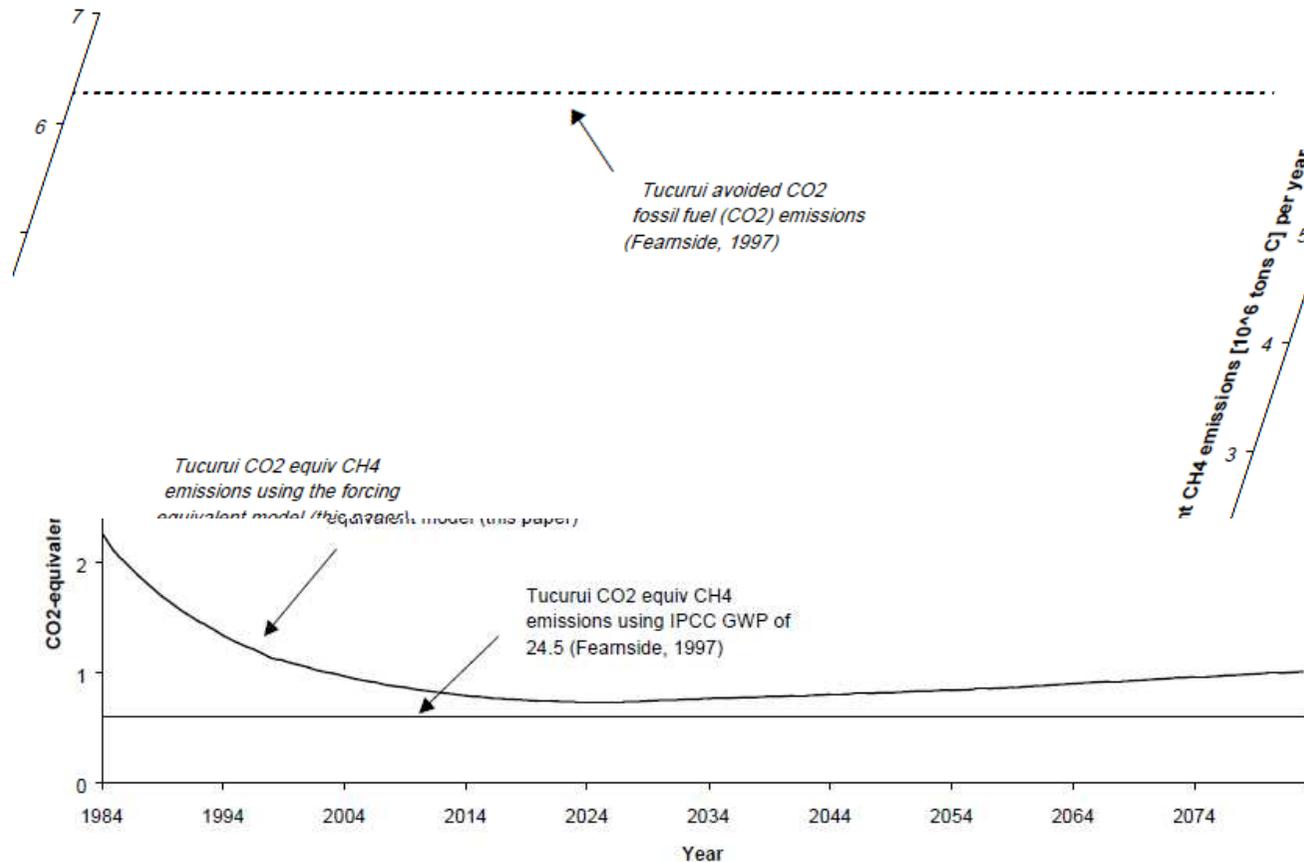


Fuente : CIER 2010

NOTA : 400 ton CO2/GWh emite una planta termoeléctrica de C.C. a gas natural

# Comparación de emisiones GEI en Tucuruí y Termoeléct.

S. F. Gaffin, *World Commission on Dams*, 2000

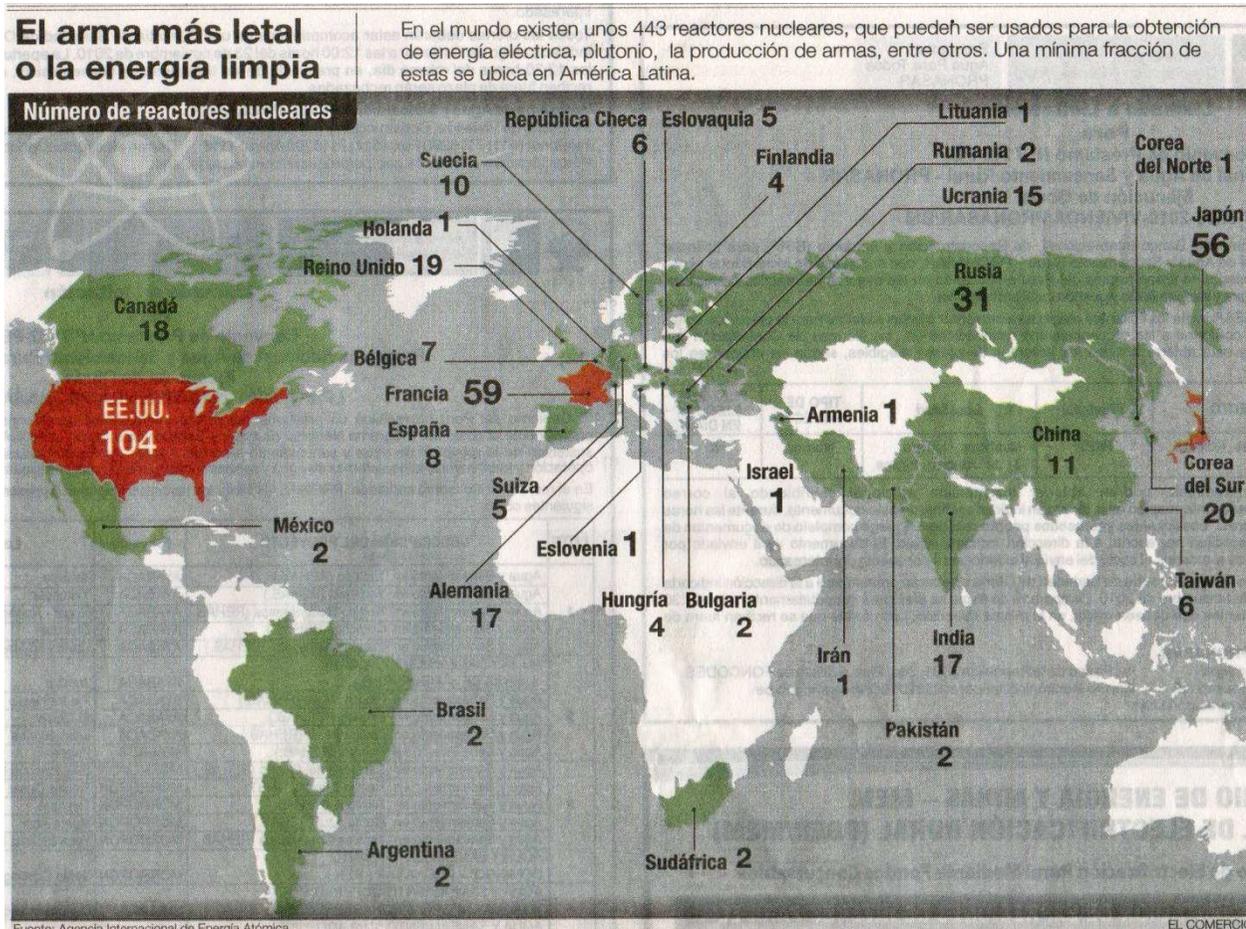


**Figure** : Forcing equivalent CO<sub>2</sub> emissions for Tucuruí CH<sub>4</sub> emissions (middle sloping line) along with Feamside's estimate of such equivalent emissions using IPCC GWP of 24.5 (bottom line) and displaced fossil fuel (primarily CO<sub>2</sub>) from the dam (top line).

indicates that Tucuruí's methane emissions exert considerably less impact than the avoided fossil fuel emissions from a thermal plant delivering the same electricity as the dam.

da

# Distribución Geográfica plantas nucleares para fines militares y/o civiles



¿Cuál es el futuro de la núcleo-electricidad en Perú?

¿Qué requisitos se deben satisfacer?

¿Es urgente su implementación o primero se debe definir una Política Energética y estrategias a largo plazo para optimizar el uso del conjunto de recursos energéticos existentes en el país, dentro de un proceso de planificación hacia un Desarrollo Energético Sostenible?

# Futuro de la Nucleo-electricidad

*Costs of Electric Generation Alternatives*

	<i>Overnight Cost \$/kW</i>	<i>Fuel Cost \$/MMBtu</i>	<i>Levelized Cost of Electricity, ¢/kWh</i>
<i>Nuclear</i>	<i>4,000</i>	<i>0.67</i>	<i>8.4</i>
<i>Coal (low)</i>	<i>2,300</i>	<i>1.60</i>	<i>5.2</i>
Coal (moderate)	2,300	2.60	6.2
Coal (high)	2,300	3.60	7.2
Gas (low)	850	4.00	4.2
Gas (moderate)	850	7.00	6.5
Gas (high)	850	10.00	8.7

The low, moderate, and high fuel costs for coal correspond to a \$40, \$65, and \$90/short ton delivered price of Central Appalachian coal (12,500 Btu), respectively. Costs are measured in 2007 dollars.

Joskow P. & J.E. Parsons, *The economic future of nuclear power*,  
American Academy of Arts & Sciences, fall 2009

# Futuro de la Nucleo-electricidad

Costs of Electric Generation Alternatives, Inclusive of Carbon Charge

	Overnight Cost \$/kW	Fuel Cost \$/MMBtu	Levelized Cost of Electricity, ¢/kWh	
			with carbon charge \$25/tCO <sub>2</sub>	with carbon charge \$50/tCO <sub>2</sub>
Nuclear	4,000	0.67	8.4	8.4
Coal (low)	2,300	1.60	7.3	9.4
Coal (moderate)	2,300	2.60	8.3	10.4
Coal (high)	2,300	3.60	9.3	11.4
Gas (low)	850	4.00	5.1	6.0
Gas (moderate)	850	7.00	7.4	8.3
Gas (high)	850	10.00	9.6	10.5

The low, moderate, and high fuel costs for coal correspond to a \$40, \$65, and \$90/short ton delivered price of Central Appalachian coal (12,500 Btu), respectively. Costs are measured in 2007 dollars.

Source: Joskow P.& J.E. Parsons , *The economic future of nuclear power*, American Academy of Arts & Sciences , fall 2009

**Comentario:** Reciente subasta para la construcción de la C.H.E. Belo Monte de 11.3 GW en Brasil se adjudicó al consorcio liderado por Eletrobras que ofertó la tarifa más baja , de US\$ 44.4/MWh ( ¢ 4.44 /kwh ).  
*Business News Americas* , April 21, 2010.

# Costos de las externalidades de la nucleo-electricidad

*External costs of the nuclear fuel cycle in different countries*

<i>Country</i>	<i>External cost (m€/kWh)</i>
<i>Belgium</i>	<i>4.0-4.7</i>
<i>France</i>	<i>2.5</i>
<i>Germany</i>	<i>4.4-7.0</i>
<i>The Netherlands</i>	<i>7.4</i>
<i>United Kingdom</i>	<i>2.4-2.7</i>

*Source: ExternE, 1999.*

OECD- Nuclear Energy Agency ,2003

**Comentario :** los costos de las externalidades del proceso de la nucleo-electricidad son relativamente mucho más bajos que en la producción termoeléctrica con recursos fósiles , también se deben incorporar en los costos de producción.

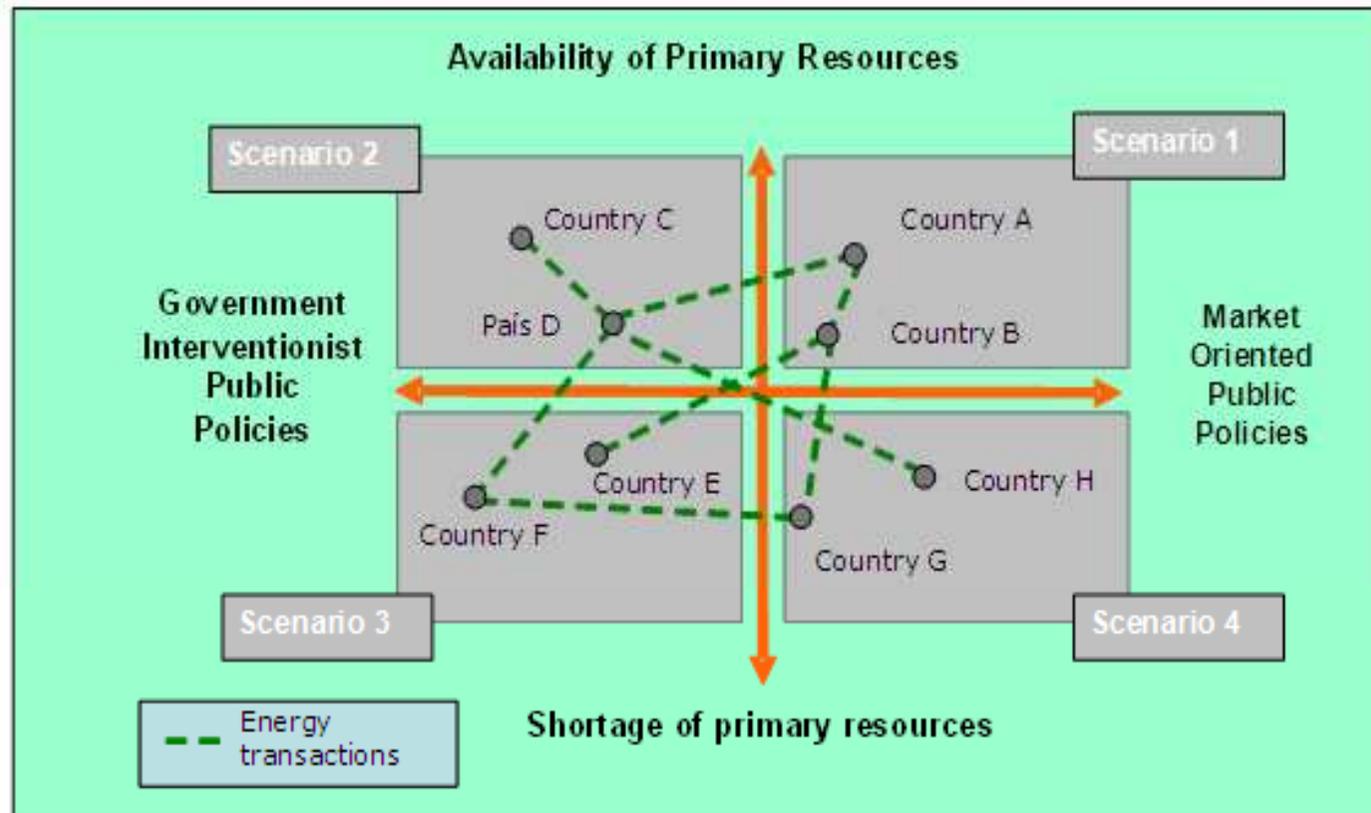
En el estudio de Joskow-Parsons (2009), estos costos se han despreciado.

# Futuro de la Nucleo-electricidad

“ To stimulate a true nuclear renaissance that leads to significant investments in new nuclear plants, several changes from the status quo will need to take place:

- (a) *a significant price must be placed on CO2 emissions,*
- (b) construction and financing costs for nuclear plants must be reduced or at least stabilized, and the credibility of current cost estimates verified with actual construction experience,
- (c) *the licensing and safety regulatory frameworks must demonstrate that they are both effective and efficient,*
- (d) fossil fuel prices need to stabilize at levels in the moderate to high ranges used ( Tables ), and
- (e) progress *must be made on safety and long-term waste disposal to gain sufficient public acceptance to reduce political barriers* to new plant investments “

# Integración Energética-Escenarios



*Main characteristics that determine future integration*

*Main uncertainties*

► Fuente : 15 Project-CIER 2010

**Comentario :** la futura integración eléctrica Perú-Brasil se enmarcaría dentro del esquema Perú (country B)- Brasil (country G) . Sin embargo , la realidad concreta demuestra que la línea divisoria no es tan precisa ; es decir: pueden existir alianzas público-privadas , estrategias nacionales de promoción a las exportaciones, a la innovación etc. . Experiencias en la región en el sector energía demuestran que no hay contraposición entre Estado y Mercado . **Está surgiendo un nuevo paradigma .** V. J.E. Luyo, *Reformas de Tercera Generación para la Integración Energética en América Latina* , V Seminario Internacional del Sector de Energía Eléctrica , Univ. Federal Río de Janeiro, Brasil , 24-25 agosto 2010.

# Interconexiones Eléctricas y Gasíferas en Sudamérica

Interconexiones eléctricas en Latinoamérica (MW)



Principales gaseoductos previstos



Fuente : CIER-2010

**COMENTARIO:** Se puede observar , considerando que solo existe un débil enlace eléctrico con el Ecuador y que las perspectivas futuras indicadas por la CIER no son viables (como se ha explicado en la presente exposición), **el Perú está prácticamente aislado y que pone en riesgo su Seguridad Energética.**

# Potenciales Interconexiones Internacionales del Perú-Largo Plazo

## Interconexión Perú – Bolivia 220 kV



Existe el problema de sincronismo , Bolivia tiene 50 Hz y proyecta futura generación termoeléctrica a GN .No se vislumbra auspiciosa la interconexión.

# Potenciales Interconexiones Internacionales del Perú-Largo Plazo

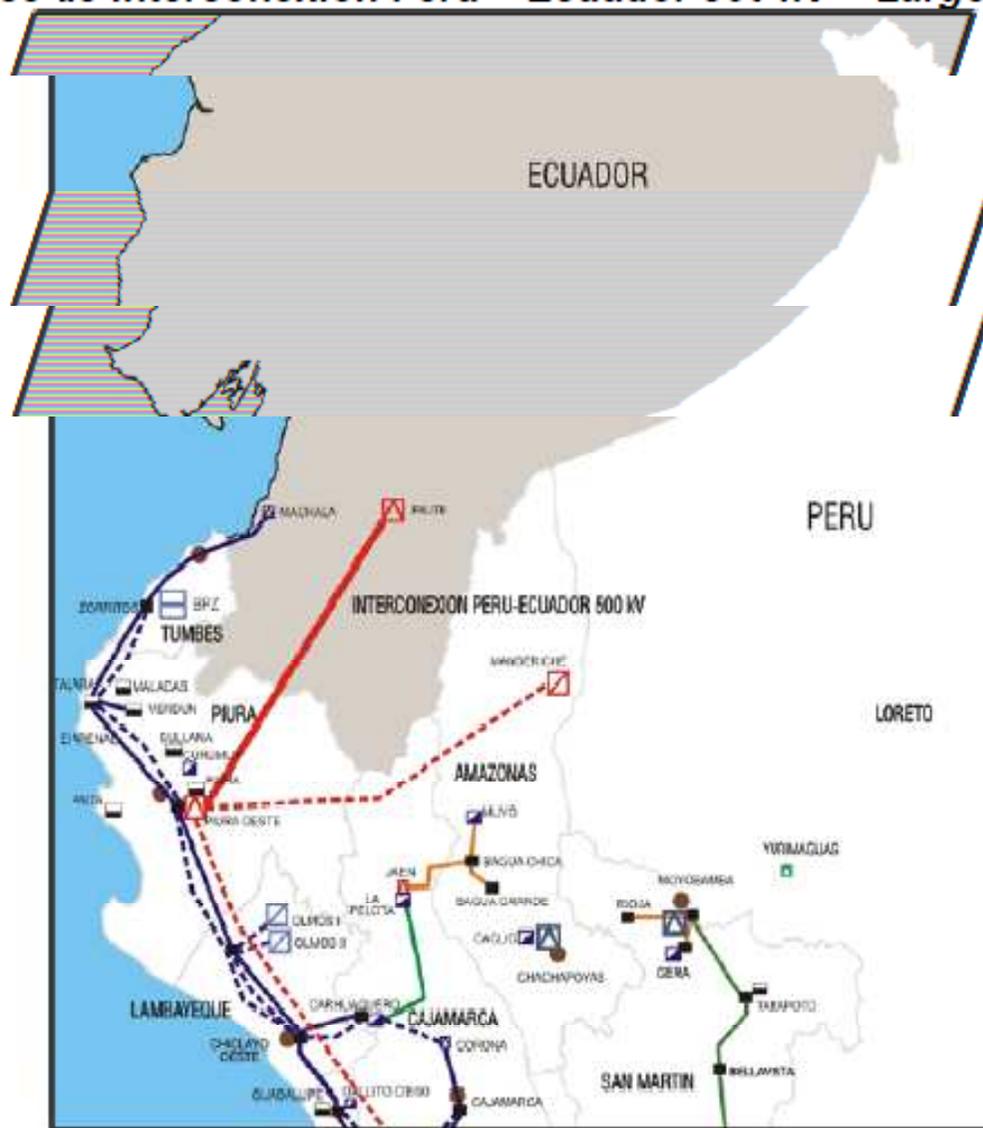
**COMENTARIO** :Se tiene el mismo asincronismo de frecuencia con Bolivia ; pero la potencial demanda de Chile solo se atendería si se desarrollan los grandes proyectos Hidroeléctricos en la Amazonía y si el mercado interno se satisface sosteniblemente.



Fuente: Plan Referencial de Electricidad  
2008-2017. MEM, 2009.

# Potenciales Interconexiones Internacionales del Perú-Largo Plazo

## Enlace de Interconexión Perú - Ecuador 500 kV - Largo Plazo



**COMENTARIO** :La C.HE. del Paute de 1,100 MW , soporta el 40% de la demanda eléct. en Ecuador. No se percibe que a L.P. se importe del Ecuador en un nivel significativo.

Fuente:Plan Referencial de Electricidad 2008-2017. MEM , 2009

# Potenciales Interconexiones Internacionales del Perú-Largo Plazo

**COMENTARIO :** La interconexión a través de la frontera con Colombia no es viable , solo se podrían proyectar intercambios a través del Ecuador , siempre que se resuelvan requerimientos de ampliación y reforzamiento de la ruta de la transmisión eléctrica Colombia-Ecuador-Perú

Interconexión Perú – Ecuador - Colombia -220 kV



Fuente: Plan Referencial de Electricidad 2008-2017. MEM , 2009

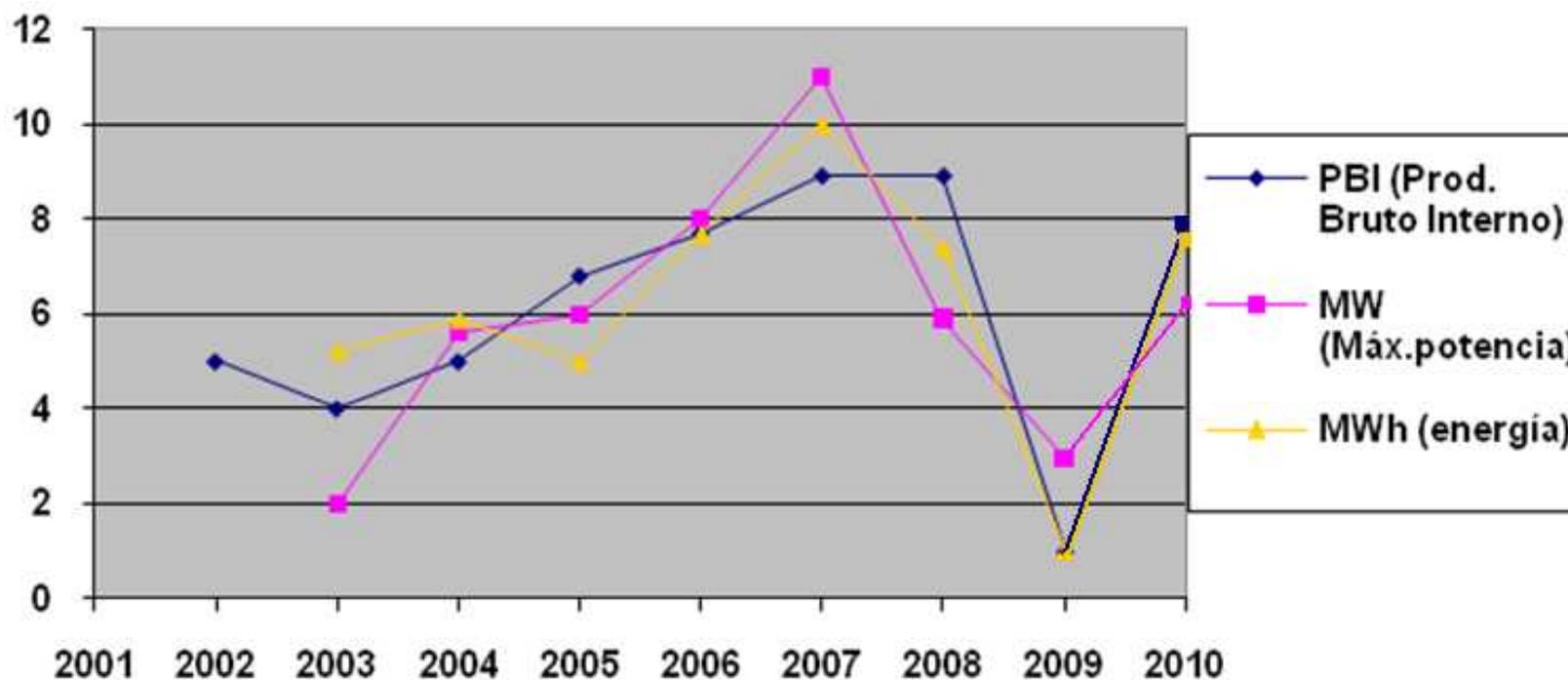
# Recursos Hídricos Nacionales

Vertiente	Superficie (1000 km <sup>2</sup> )	Población		Disponibilidad de agua		Índice M <sup>3</sup> /hab-año
		(miles)	(%)	(MMC anuales)	(%)	
Pacífico	279,7	18 315 276	65	37 363	1,8	2040
Atlántico	958,5	8 579 112	30	1 998 752	07,7	222 979
Lago Titicaca	47,0	1 326 376	5	10 172	0,5	7669
<b>Total</b>	<b>1 285 2</b>	<b>28 220 764</b>	<b>100</b>	<b>2 046 287</b>	<b>100</b>	<b>72 510</b>

Fuente: Autoridad Nacional del Agua - MINAG, Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú, 2009, p. 18.

- ▶ **Comentarios:** Actualmente se estima que el potencial hídrico técnicamente aprovechable es de 58,000 MW, mientras que el origen eólico es de 22,000 MW para la generación eléctrica (declaraciones del titular de Energía y Minas, 2 de julio del 2009). *El potencial hídrico está en la cuenca del Atlántico (98%).*
- ▶ Falta evaluar e incorporar el potencial de la biomasa , solar , geotérmica y otras ERNC complementarias , así como el conocimiento y manejo de las nuevas tecnologías energéticas.

# Tasa de Crecimiento Anual de la Economía y la Electricidad en Perú



Fuente: Elaboración propia

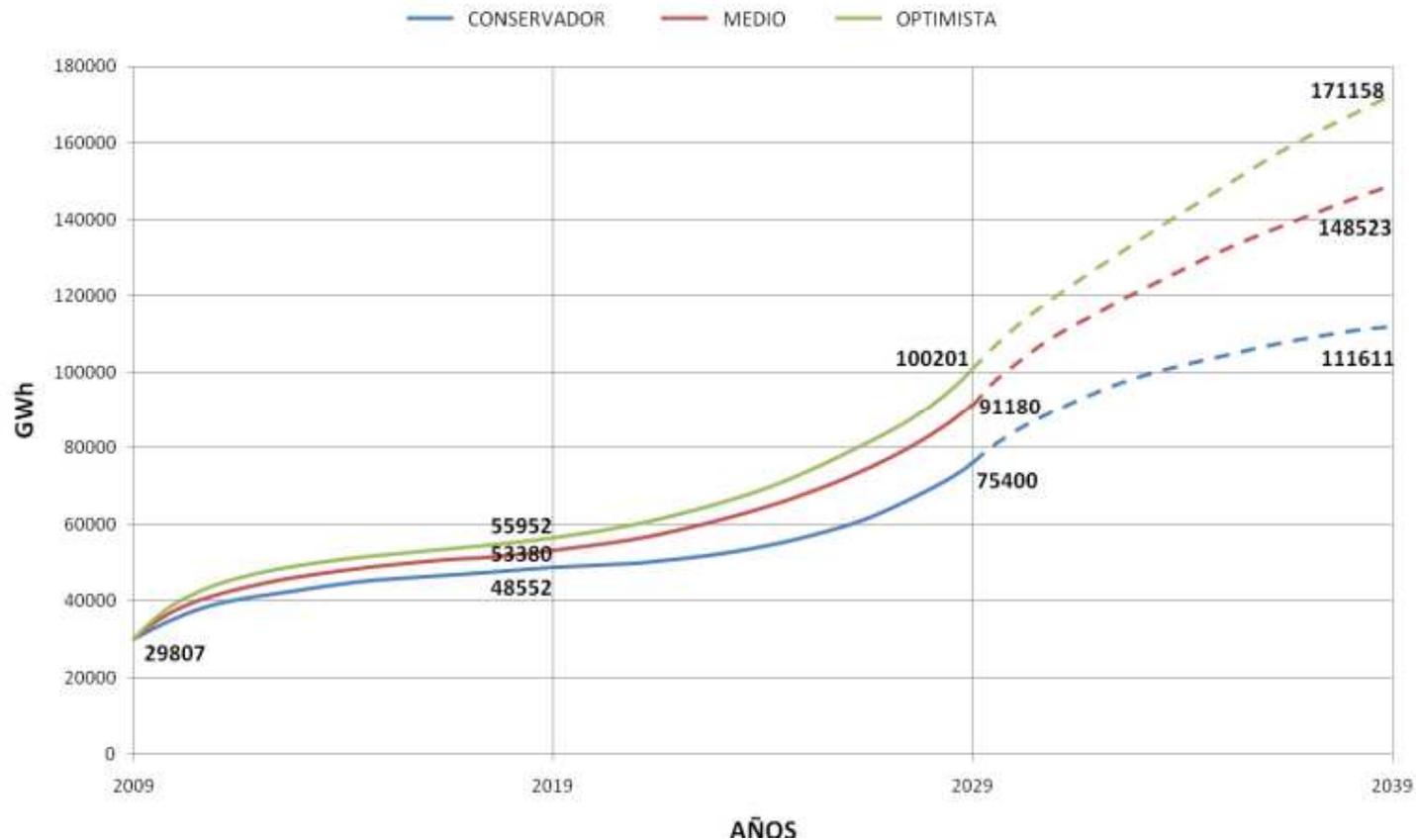
Datos del BCRP, COES

NOTA : para el 2010 son proyecciones estimadas.

**Existe una alta correlación entre el Crecimiento Económico y la Producción Eléctrica en el país . Esta última es el indicador que anticipa mejor el comportamiento y dinámica de la economía !!**

# Proyección de la Demanda de Energía a L. P.

## DEMANDA DE ENERGÍA SEIN 2009 - 2039

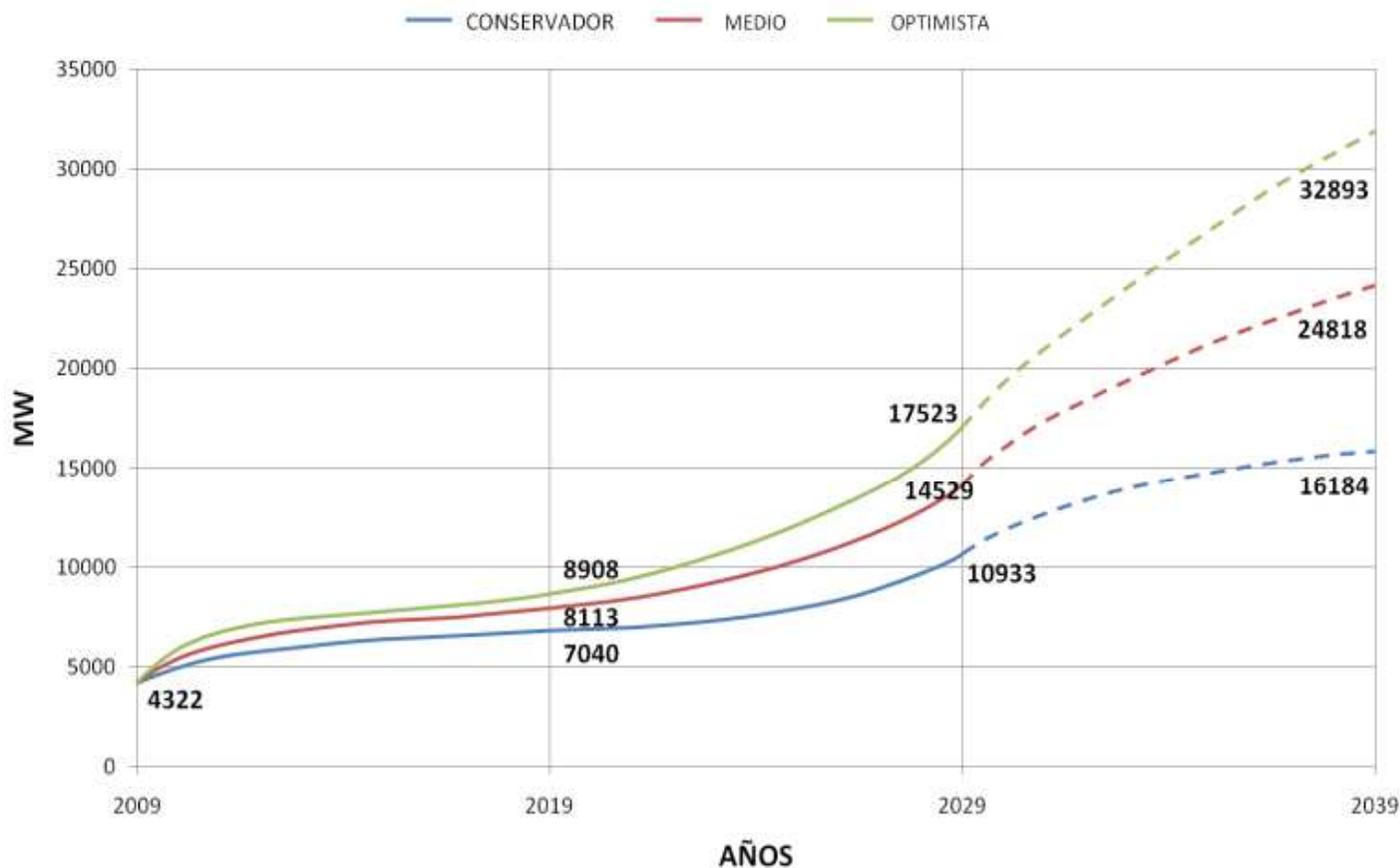


Nota : Se incluye impacto de eficiencia energética (0.5% anual promedio)

Fuente: J. Luyo, *Implicancias de la Interconexión Eléctrica Perú-Brasil en la Matriz Eléctrica Peruana*,  
Foro Perspectivas de la Matriz Eléctrica Peruana y Brasileña, Lima 19-20 de abril 2010

# Proyección de la Demanda de Potencia a L. P.

DEMANDA DE POTENCIA SEIN 2009 - 2039

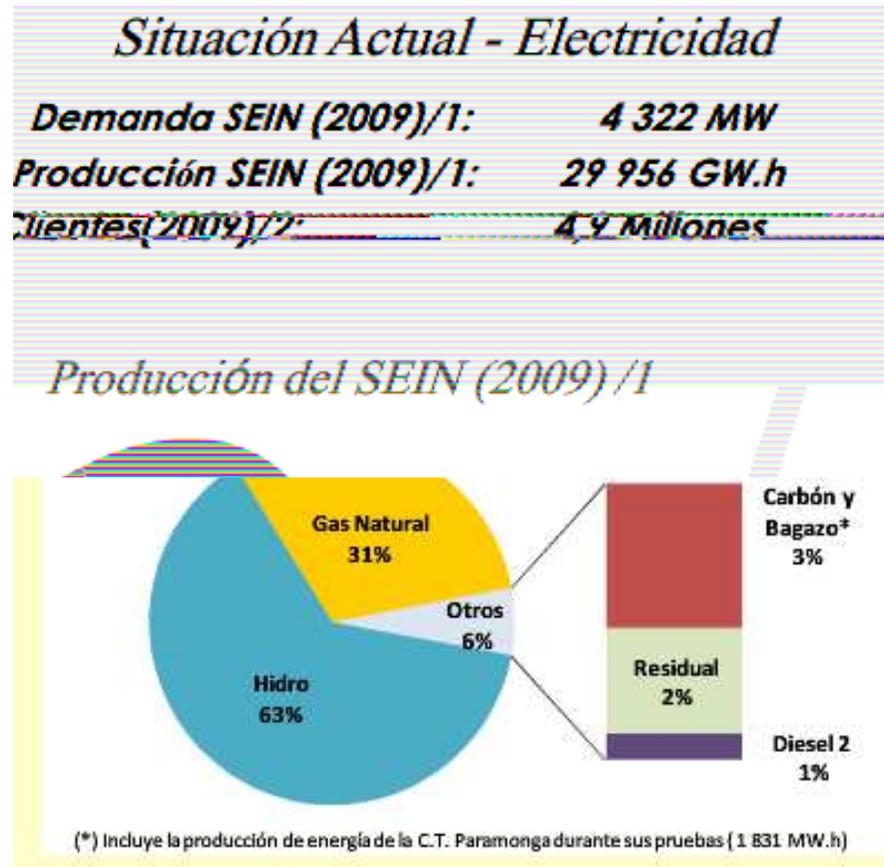


Fuente: Elaboración propia

Nota : Se incluye impacto de eficiencia energética (0.5% anual promedio)

**Comentarios:** –En el periodo 2017–2030 se requiere incorporar 14,000 MW adicionales de generación (incl. 30% de reserva) en escenario optimista ; y en el medio , se requerirán 10,100 MW adicionales .

# Matriz Eléctrica Actual

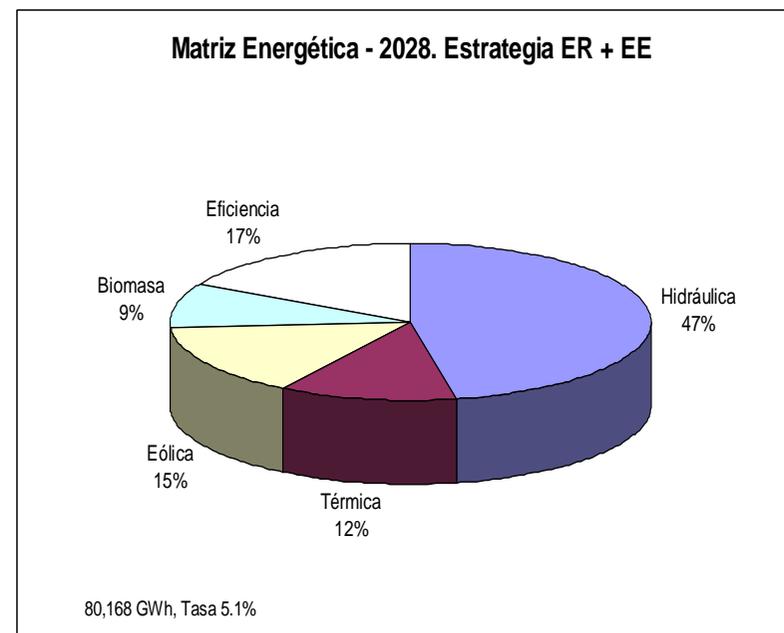
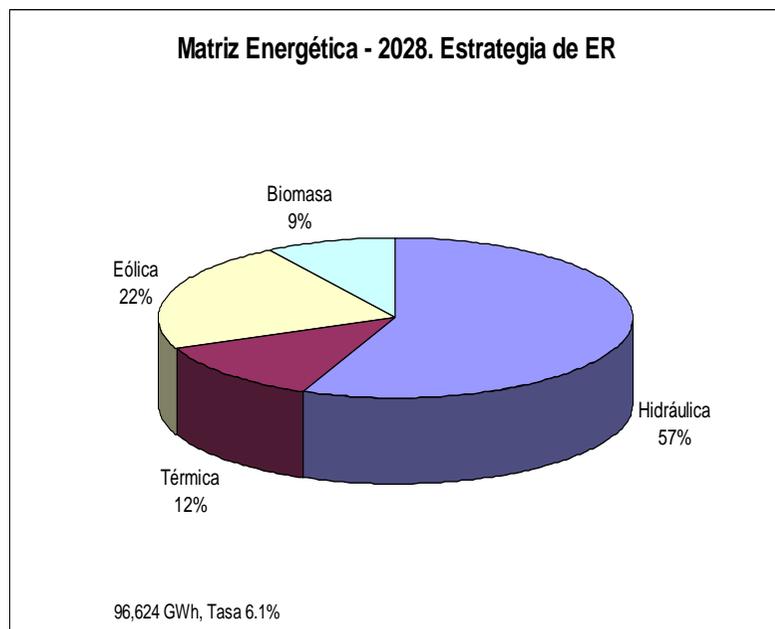


/1 Fuente: COES, no incluye Ecuador. Incluye Poechos y Curumuy.

/2 Fuente: Ministerio de Energía y Minas

**COMENTARIO:** El 37% de la producción está generada con recursos energéticos no-renovables y contaminantes. Casi el total de los recursos de GN provienen de Camisa para usarlo como combustible de una generación termoeléctrica concentrada en Lima.

# Proyección de la Matriz Eléctrica con ER y EE



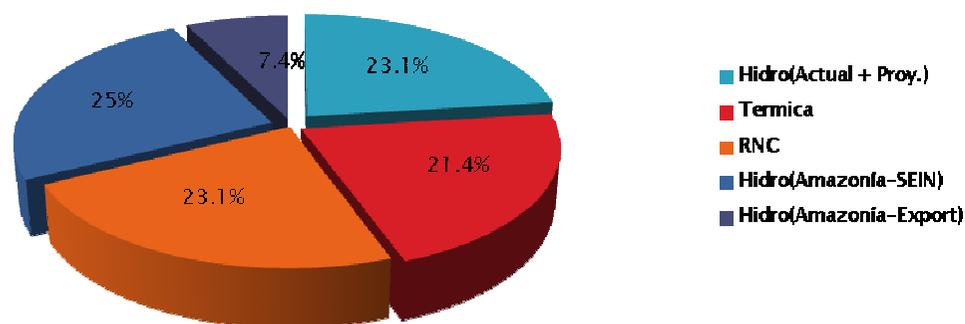
ER: energías renovables      EE: eficiencia energética

Fuente : J. Luyo, *Análisis del Impacto en el Sector Eléctrico–Convenio Energético Perú–Brasil*, Seminario Hidroeléctricas en la Amazonía, El Caso Inambari, C.I.P., oct. . 2009

**NOTA :** Se hizo una comparación entre un enfoque estratégico ( con ER y EE) y el tradicional adoptado en el Estudio “ Estrategia para el Desarrollo Energético del Perú”, Consorcio Cenergía/Fundación Bariloche de mayo 2009.

# Impacto de CC.HE. (Amazonía ) y RNC-Aprox.

## ESTRUCTURA DE CAPACIDAD 2030



**Total: 21,600 MW (Escenario Medio)**

Fuente: Elaboración propia

RNC = recursos energéticos no convencionales

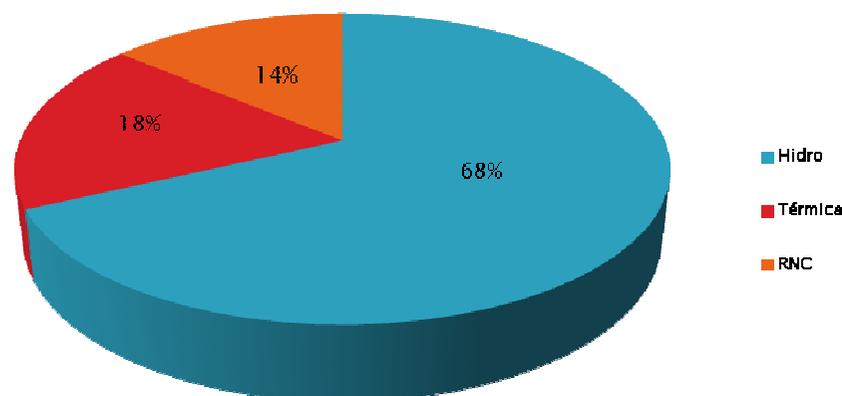
Hidro (Amazonía-Export) = capacidad de CC. HE. en Amazonía para exportación

Hidro (Amazonía-SEIN) = capacidad de CC. HE. en Amazonía de refuerzo al SEIN

**COMENTARIO :** Se ha aplicado un enfoque estratégico hacia el *Desarrollo Energético Sostenible*.

# Impacto de CC.HE. (Amazonía ) y RNC-Aprox.

MATRIZ ELÉCTRICA OBJETIVO  
2030



Total: 90,000 GWh (Escenario Medio)

Fuente: Elaboración propia

**COMENTARIOS:** -La participación de las CC. HE de la Amazonía contribuirían con el 39.7 % de la generación total.  
- El complejo hidroeléctrico del Mantaro, produce actualmente el 25% de la generación total del SEIN y el 20% de la max. demanda . Se debe recordar que el 50% de su capacidad instalada ya tiene 40 años de operación y 30 años el resto .

*La seguridad eléctrica del país es más vulnerable con el paso del tiempo, salvo que se adopten las políticas y acciones acertadas hoy.*

# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

## Características Físicas del Proyecto

- ▶ Comprende el desarrollo del potencial hidroeléctrico del Perú con la construcción de seis Centrales de Generación en la Cuenca Amazónica peruana con *una capacidad total del orden de 7,000 MW* para atender al mercado peruano y exportar los excedentes al Brasil , para cual también se requerirá la construcción de líneas de transmisión de alto voltaje (probablemente a 500KV) para la interconexión de los sistemas eléctricos peruano y brasileño.
  - ▶ El proyecto *se iniciaría con la C.HE. de Inambari de 2,000 MW* y, según el proceso de aprobación de estudios de ingeniería , ambientales y sociales podría entrar en operación en 2017-18.
  - ▶ El proyecto involucraría a un conjunto de empresas brasileñas privadas y también la estatal *Eletrobras* , desde la etapa de estudios , financiamiento, construcción, implementación y operación. Además es una oportunidad para las empresas peruanas y de *ElectroPerú*.
- 

# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

- ▶ La interconexión eléctrica Perú-Brasil, estimamos que se realizaría a través de una línea Inambari-Rio Branco 500 Kv, de aproximadamente 500 Km. de longitud, que vincularía la región Madre de Dios-Puno-Cuzco del lado peruano de producción hidroeléctrica con *la región Acre-Amazonas-Rondonia* de producción principalmente termoeléctrica del lado brasileño.
- ▶ Para que el mercado peruano sea abastecido por la C.H.E. Inambari será necesario también construir un enlace de transmisión Inambari-Campo Armiño 500 Kv de una longitud cercana a 500 Km.
- ▶ Estas construcciones serían más factibles financieramente si se consideran las CC.HE. : Paquizapango de 1 400 MW, Sumabeni de 1,100 MW, Urubamba de 950 MW, Cuquipampa de 800 MW y Vizcatán de 750 MW, que en conjunto tendrían, incluyendo Inambari con 2000 MW, una capacidad estimada de 7,000 MW (con nombres, localizaciones y capacidades tentativos) .

# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

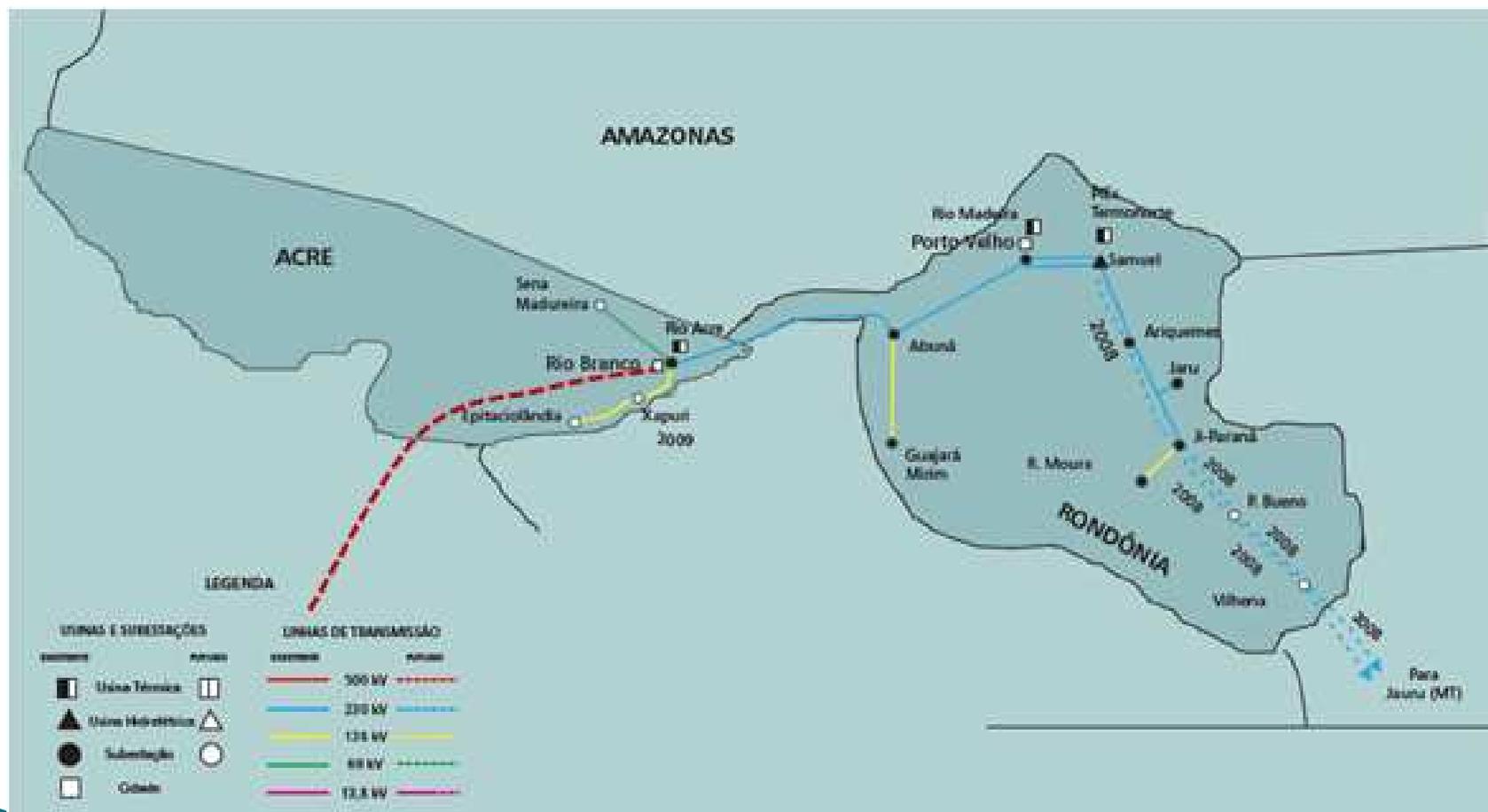
## Lado Peruano



Fuente: Elaboración propia.  
Datos del Ministerio de Energía y Minas Perú (MEM).  
Los proyectos 1 y 2 serían prioritarios, los otros están por definirse e incluso cambiarían de nombre.

# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

## ▶ Lado Brasileño

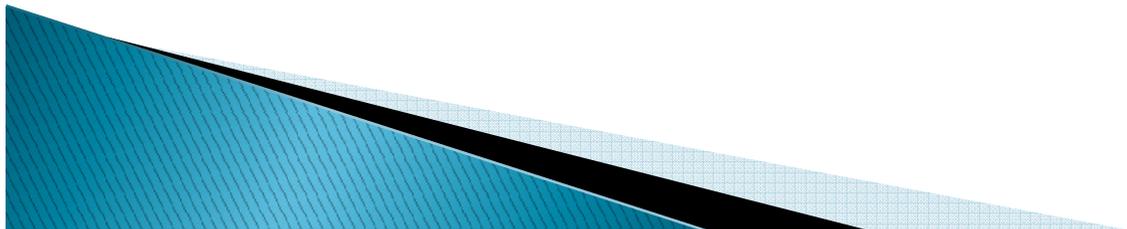


Fuente: Ministério de Minas e Energia. Brasil

# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

## *Aspectos Legales y Financieros*

- ▶ La estructura de soporte legal y el marco institucional está definido en el *Acuerdo de Suministro de Electricidad para el Perú y de Exportación al Brasil (APB)* suscrito en junio del 2010 .
- ▶ La ejecución del APB se iniciaría con el proyecto de la C. HE. Inambari para lo cual se deberá establecer un *contrato* , previa aprobación de las licencias ambientales y sociales, del tipo *build, own, operate, transfer (BOOT)* por un lapso de *30 años a partir de la operación de la Central.*
- ▶ Un factor crucial para la viabilidad del proyecto es el financiamiento , que se estima será asumido por un consorcio de empresas brasileñas con el soporte del banco BNDES , siendo conveniente también *la participación de empresas peruanas* , la cobertura del riesgo financiero supondrá la participación de instituciones financieras internacionales.



# Proyecto de Interconexión Eléctrica Perú-Brasil

## *Los Riesgos*

- ▶ Los riesgos legales y regulatorios deberá considerarse , dentro del APB , en el contrato de concesión. Asi como los riesgos *financieros, de tipo de cambio y tasas de interés* .
- ▶ Otros riesgos que se deben considerar para el mejor desarrollo del proyectos , son los relacionados con *el diseño, construcción y culminación dentro los plazos y estándares internacionales*.
- ▶ Durante la fase de producción , también se deben considerar riesgos respecto a la *hidrología , al despacho , de operación y mantenimiento, de impactos al medioambiente y sociales*.
- ▶ Tambien se deben preveer los *mecanismos de resolución de disputas o conflictos* entre el consorcio y alguna institución gubernamental.



# CONCLUSIONES

- ❑ **La Política para un Planeamiento energético integral a largo plazo en el país debe definirse en base a una estrategia sustentada en tres pilares\* :**
  - ▶ *el consumo de cantidades crecientes de energías renovables convencionales y no convencionales y limpias, cuyos recursos existentes sean abundantes;*
  - ▶ *la institucionalización de la eficiencia y ahorro energético en el país ;*
  - ▶ *y la seguridad energética.*
  
- ❑ **La Eficiencia Energética es una estrategia ganadora .Se pueden alcanzar en el país varios objetivos simultáneamente , particularmente en el sector eléctrico :**
  - ▶ *Suficiencia de generación*
  - ▶ *Reducción de la contaminación ambiental*
  - ▶ *Mejora del presupuesto público, por menores subsidios explícitos e implícitos en los precios de la electricidad*
  - ▶ *Mayor Competitividad*

\* J.E. Luyo , "Lineamientos de Política Energética en el Perú" ,Lima julio 2009 .

# CONCLUSIONES

- ❑ La Matriz Eléctrica Objetivo (MEO) puede ser una herramienta importante para el proceso de planificación .
  - ❑ Lograr una MEO con atributos de sostenibilidad técnica, económica, de respeto al medio ambiente y atención a la demanda social , dependerá mucho de las políticas y estrategias adoptadas con visión de largo plazo.
  - ❑ El Perú , a partir de la década de 2020 , para sostener la tasa de crecimiento promedio de la economía de la última década , requerirá *duplicar* la capacidad de generación eléctrica (que debe incluir un mínimo del 30% de reserva) *cada década* .
  - ❑ La década del 2020 presenta grandes retos en el Sector Eléctrico , tanto para satisfacer el crecimiento elevado de la demanda de energía y potencia eléctrica, como por el necesario desarrollo de los recursos energéticos renovables y agotables del país para la producción eléctrica que requerirá de inversiones del orden de los \$2,000 *millones de dólares anuales* durante la década cuyas decisiones se deben adoptar en la presente .
- 

# CONCLUSIONES

- ❑ Proponer el cubrimiento del déficit de la demanda eléctrica del país a largo plazo a *través de la importación* mediante la interconexión eléctrica con los países vecinos , si no se llegaran a desarrollar los grandes proyectos hidro-eléctricos en el país, *no es viable* ; por *insuficiencia energética de los hipotéticos exportadores* para cubrir los altos niveles de demanda proyectados a cubrir , además por las elevadas inversiones en nueva transmisión a asumir por el importador peruano.
- ❑ El desarrollo e incorporación de los grandes proyectos hidro-eléctricos en la Amazonía , hacia el 2030 podrían cubrir *el 40%* de la matriz eléctrica y *más del 30%* de la capacidad instalada , posibilitando *además la exportación* al Brasil.
- ❑ Considerando experiencias exitosas de países vecinos de *participación de sus empresas estatales y también del sector privado nacional* en proyectos energéticos en sus propios países como a nivel internacional , resulta de importancia *la mayor participación de la empresa nacional*, que ha sido escasa a partir de la década de 1990.



# Reflexión Final

***“La Competitividad y el Desarrollo Sostenible del país dependen mucho de la Seguridad Energética y de una Política Energética de Largo Plazo ausente aún en las tres últimas décadas.”***

