



El futuro de los recursos renovables no convencionales en Argentina, Costos y Oportunidades.

Luis Bertenasco

libertenasco@yahoo.com.ar

INDICE



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

- Los recursos renovables no convencionales
- Costos y precios de las energías
- Costos de oportunidad
- Capacidad instalada y generación eléctrica
- Factores críticos
- La actual matriz energética
- CONCLUSIONES FINALES

Los Recursos Renovables y sus Energías



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires



Eólica

Hidráulica

Mareomotriz
/ Undimotriz

Geotérmica

Solar
Fotovoltaica

COMBUSTIBLES LIQUIDOS

COMBUSTIBLE GASEOSO

ENERGIA ELECTRICA

ENERGIA CALORICA

Biodiesel

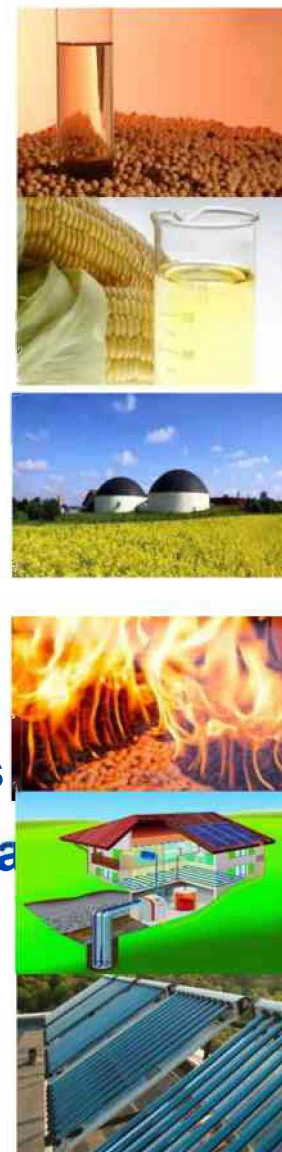
Bioetanol

Biogás

Leña/
Desechos

Geotérmica

Solar
Térmica



Costos medio Energía Mareomotriz



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
High cost	16.05	~130,000	25	1,049
Central	9.28	~130,000	35	451
Low cost	6.73	~130,000	45	263

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013

Costos medio Energía Solar Fotovoltaica



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
China	1.45–1.05	17,000	11–20	79–145
India	1.53–1.81	11,063–14,750	15–20	87–137
Spain*	1.63	25,000	19	109
United States	1.77	25,000–60,000	12–21	117–239
Australia	2.41	27,330	14–21	127–191
Germany*	1.63	60,000	11	226
Japan*	2.66	50,000	12	439

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013

Costos medio Energía Geotérmica



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Technology	Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
Flash	US	1.39-6.00	99,553- 222,335	60-95	60-201
	Indonesia & Philippines	1.08-4.80	110,607- 261,891	85-90	39-181
Binary	US	2.00-6.07	95,687- 213,701	85-95	89-276

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013

Costos medio Energía Eólica On- Shore



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
India	1.08–1.25	10,694–24,391	15–33	47–113
China	1.36–1.37	17,000–25,138	19–35	49–93
Brazil	1.67	24,000	23–45	55–99
United States	1.83	24,000–24,400	20–46	61–136
Australia	2.27–2.45	33,907	30–42	71–99
Europe	1.61–1.94	23,000–28,750	20–36	71–117
UK*	1.43–1.52	28,750	28–31	72–74
France*	1.43–1.52	20,000–22,500	26–31	75–82
Germany*	1.36–1.46	19,000–21,500	24–27	79–82
Sweden*	1.59–1.71	19,000–21,500	28–33	79–83
Netherlands*	1.44–1.61	20,000–22,500	25–31	79–84
Denmark*	1.51–1.61	20,000–22,500	26–30	80–85
Italy*	1.46–1.6	20,000–22,000	24–30	87–95
Spain*	1.39–1.63	20,000–22,500	26–29	88–91
Poland*	1.52–1.73	23,000–24,500	25–30	93–97
Romania*	1.61–1.85	22,000–24,500	24–30	100–107
Bulgaria*	1.57–1.88	22,000–23,500	24–29	105–106

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013

Costos medio Energía de la Biomasa



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Geography	Type	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
US	Incineration	2.00–5.40	90,000 –200,000	~85	50–200
	Landfill gas	1.54–2.47	90,000 –200,000	60–90	45–95
	MSW	2.90–7.70	90,000 –200,000	80	80–210
	Gasification	3.60–6.40	90,000 –200,000	80	50–140
Western Europe	Incineration	2.00–5.40	90,000 –200,000	~85	50–200
	Landfill gas	1.54–2.47	90,000 –200,000	60–90	45–95
	MSW	2.90–7.70	90,000 –200,000	80	80–210
	Gasification	3.60–6.40	90,000 –200,000	80	50–140
China	Landfill gas	1.43–2.22	115,000 –266,667	70–90	34–83
India	Incineration	0.83–1.20	27,657– 89,885	50–85	65–86

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013



Costos medio Energía Hidráulica

Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
Small hydro	1.40-3.68	15,002-85,000	23-80	19-314
Large hydro	1.59-4.15	20,000-62,000	20-75	24-302

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013

Costos medio Energía Ciclo Combinado a Gas



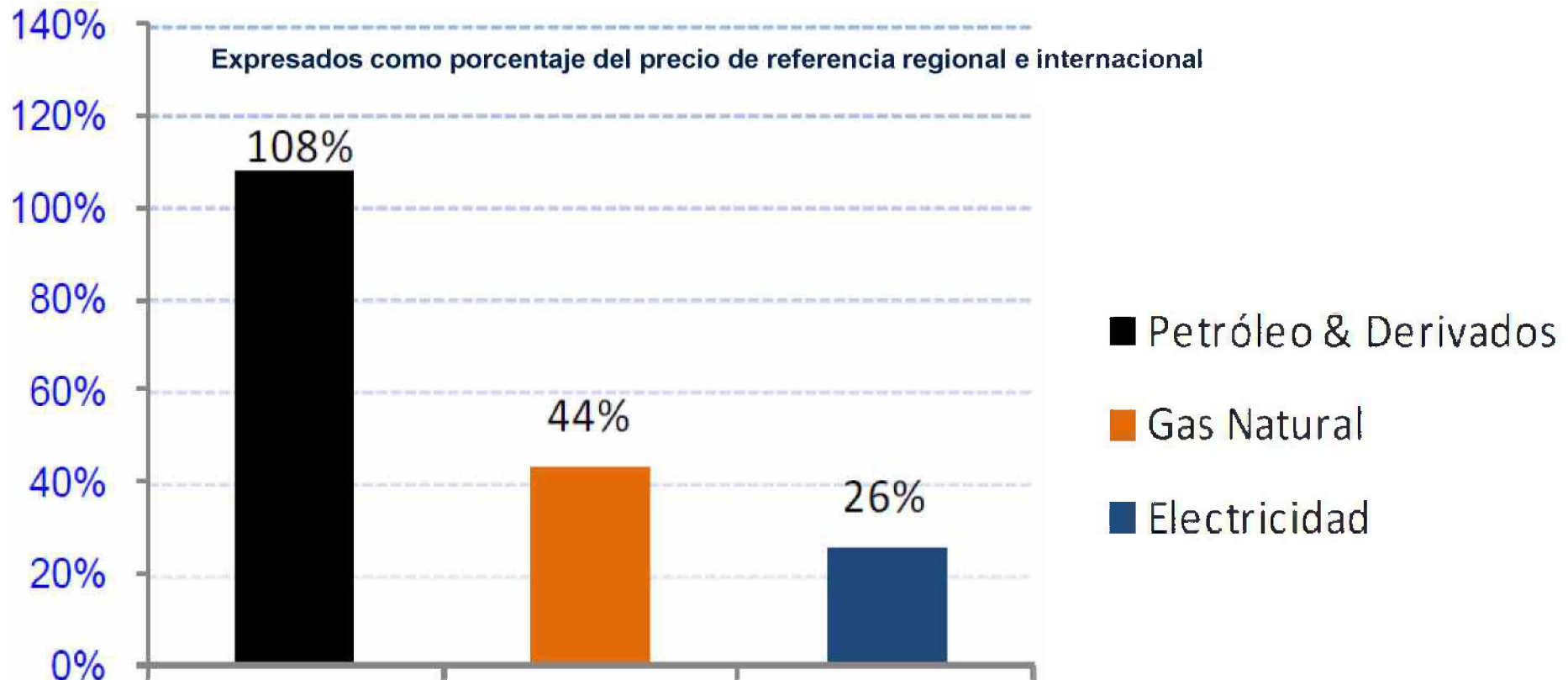
ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Geography	CAPEX (USDm/MW)	OPEX (USD/MW/yr)	Capacity factor (%)	LCOE (USD/MWh)
United Kingdom*	0.76–0.90	23,182	80	114–141
United States*	0.97–1.00	14,620	60–80	61–69
Australia*	1.16	10,932	83	92–108
Global*	0.97	14,505	68	69
Japan*	1.51	58,000	78	148

Fuente: Informe WEC (World Energy Council) Costos de tecnologías para la generación de energías año 2013



Precios de hidrocarburos y electricidad

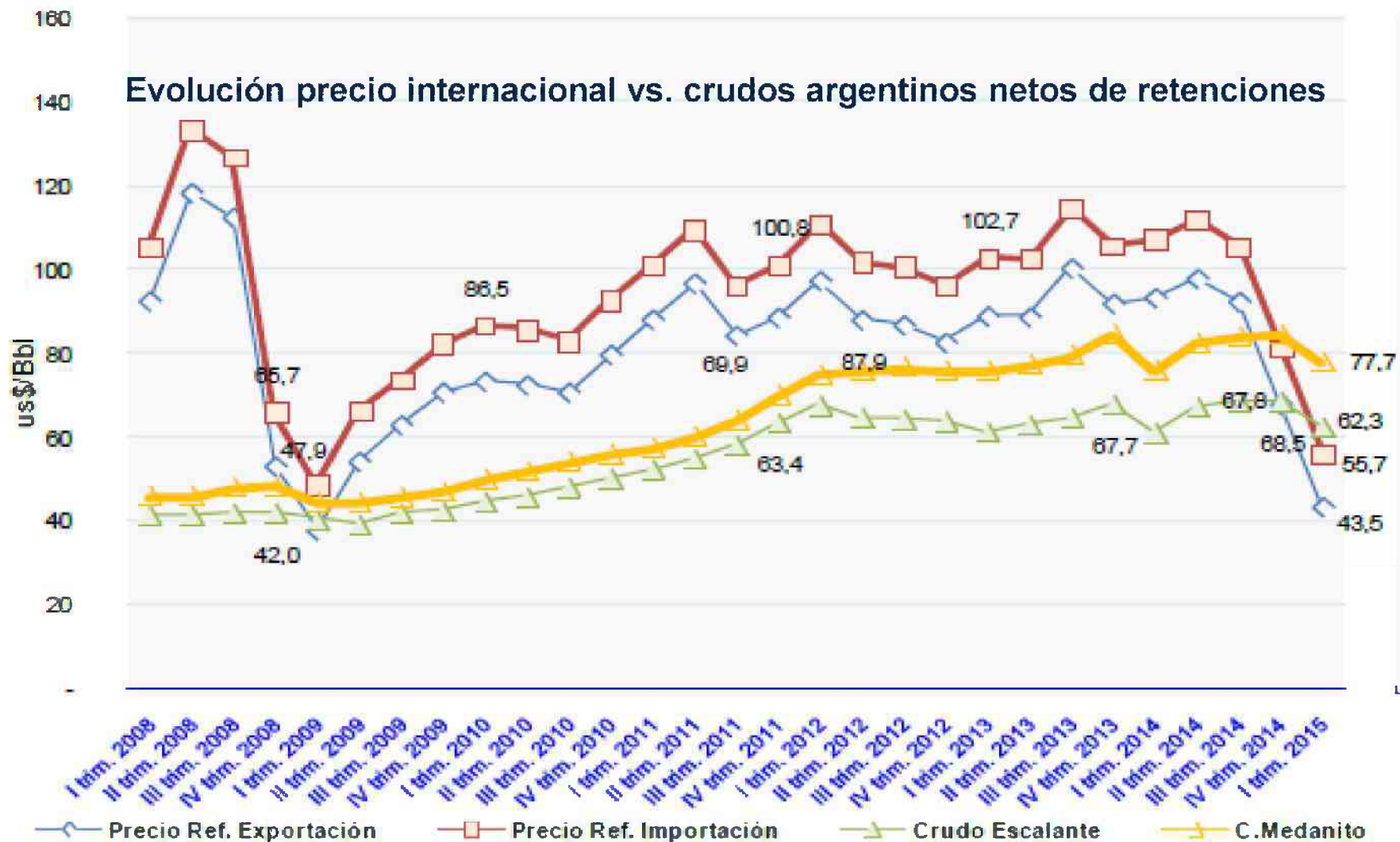


Fuente: Informe Montamat & Asociados

Precios del Petróleo



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

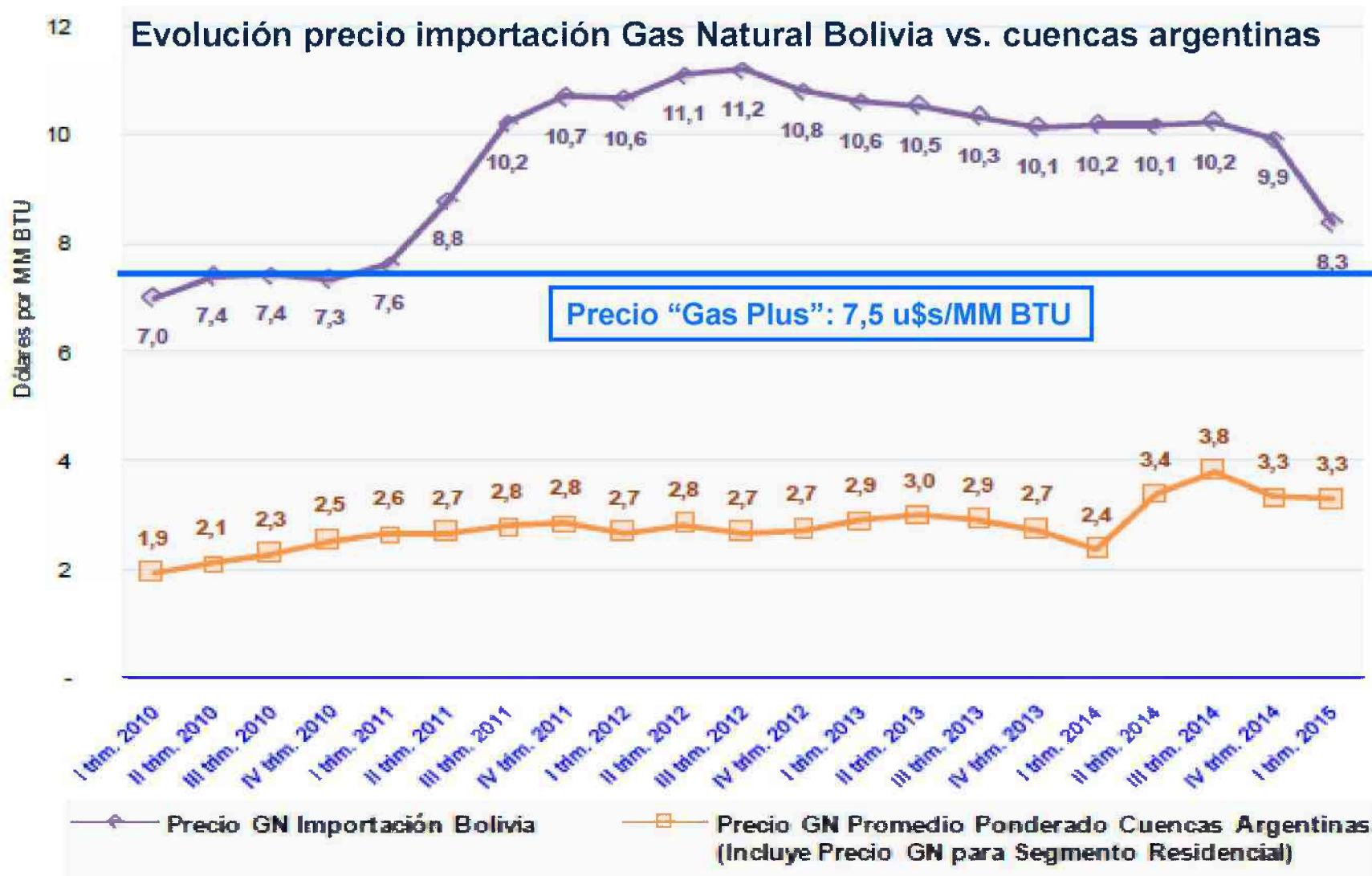


Fuente: Montamat & Asociados

Precios del Gas Natural



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires



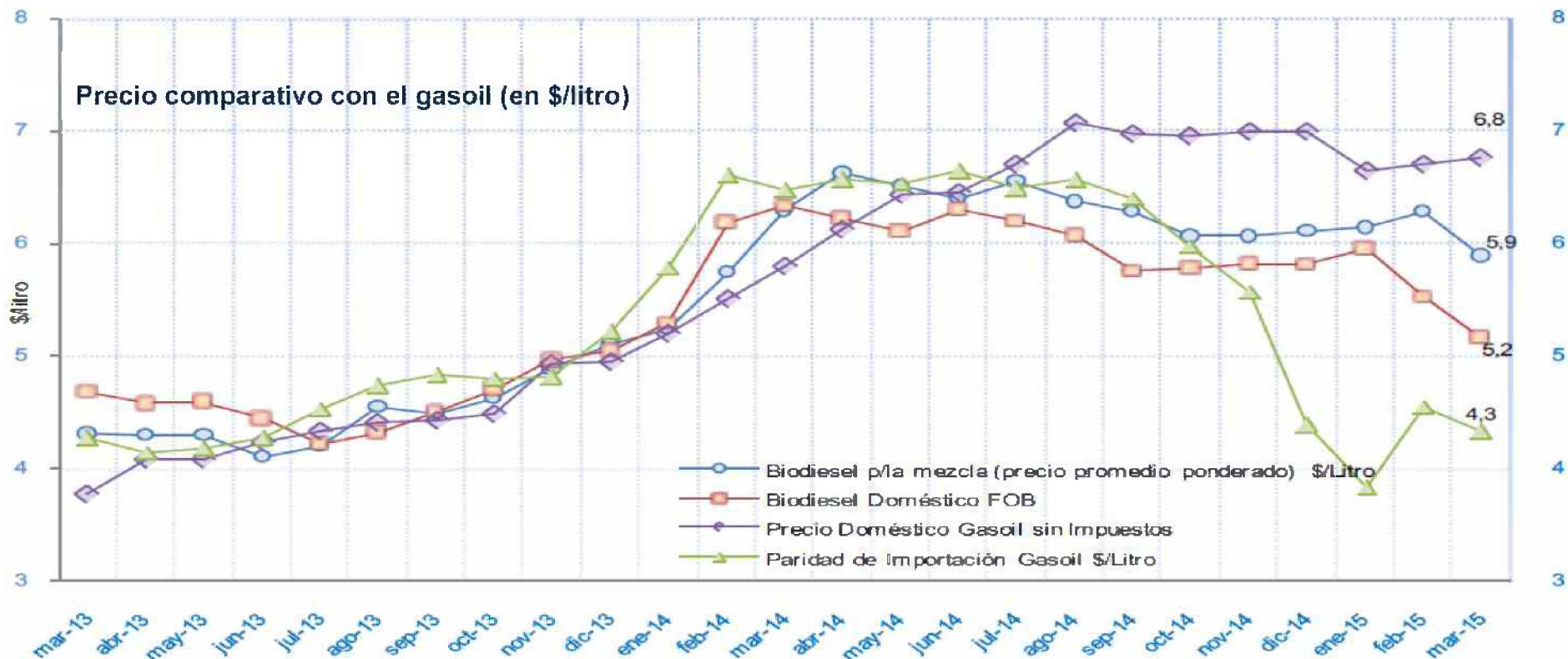
Fuente: Montamat & Asociados



Biodiesel precios en Argentina

Año 2006

La ley 26.093, establece llegar a partir de 2010 con un 5 % de Biodiesel en la mezcla con Gas Oil.



Fuente: Informe Montamat & Asociados

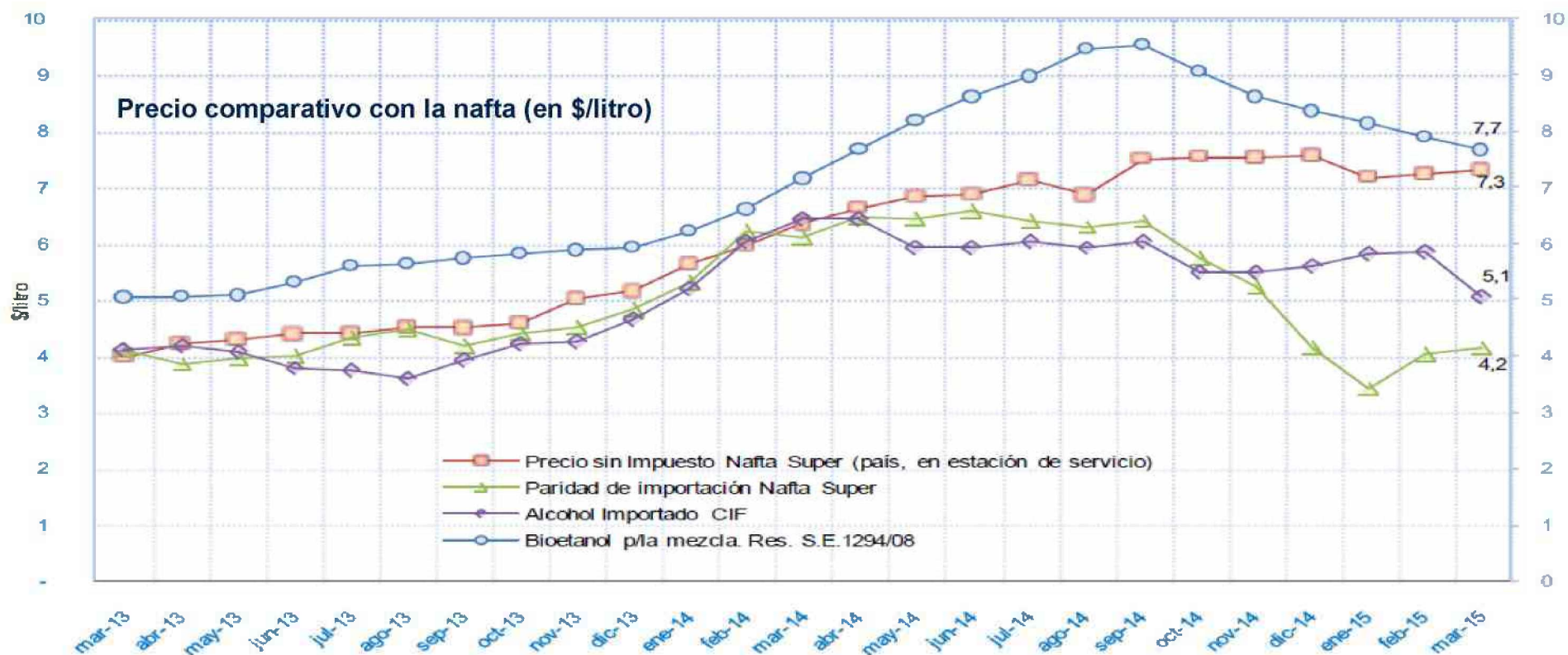
Bioetanol precios en Argentina



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Año 2008

La ley 26.334, establece llegar a partir de 2010 con un 5 % de Bioetanol en la mezcla con Naftas.



Fuente: Informe Montamat & Asociados

Costos de oportunidad para electricidad



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Combustible Importado	Costo u\$/MMBTU	Costo aproximado Generación u\$/MWh
Gas Oíl (en Ciclo Combinado)	23	196
Fuel Oíl (en Turbo Vapor)	17	189
GNL (en Ciclo Combinado)	18	132
Gas Bolivia (en Ciclo Combinado)	11	85

Nuevo Escenario

Combustible Importado	Costo u\$/MMBTU	Costo aproximado Generación u\$/MWh
Gas Oíl (en Ciclo Combinado)	13	150
Fuel Oíl (en Turbo Vapor)	11	140
GNL (en Ciclo Combinado)	10	80
Gas Bolivia (en Ciclo Combinado)	6	60

Fuente: Elaboración propia

Ley 26.190 y programa GENREN



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Año 2006

La ley 26.190, propone llegar a 2016 con un 8 % de generación de energía eléctrica, a partir de fuentes alternativas.

Año 2009

Proyectos GENREN (cantidad)	Potencia Total (MW)	Rango de Precios (US\$/MWh) [promedio ponderado del conjunto]
Eólica (17)	754	121-134 [126,9]
Térmicos con Biocombustibles ⁴⁰ (4)	110,4	258-297 [287,6]
Pequeños Aprov. Hidroeléctricos (5)	10,6	150-180 [162,4]
Solar Fotovoltaica (6)	20	547-598 [571,6]

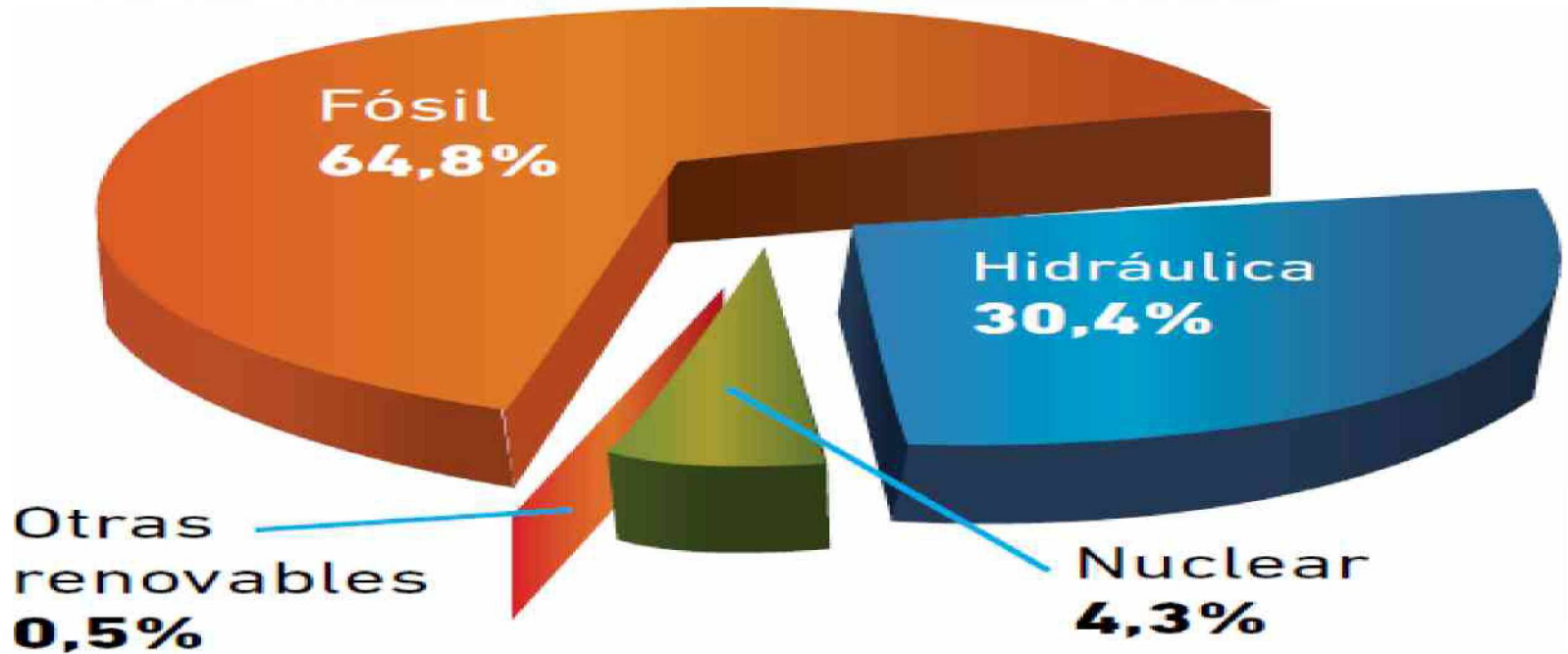
Valores actuales :

- Generación eólica 80 U\$/MWh.
- Solar Fotovoltaica 240 U\$/MWh.



Generación Bruta en el MEM por fuente

Generación Bruta Eléctrica Argentina GWh, acumulado diciembre 2014



Evolución	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Fósil	33629	40641	51061	54577	57609	64785	70734	65360	71820	78876	87511	87362	87982
Hidráulica	38387	35906	32674	39401	43831	38081	37622	41212	40874	39978	37307	41089	41298
Nuclear	6112	7583	7896	6889	7721	7254	7394	8183	7210	6400	6402	6239	5789
Otras renovables	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	369	466	669

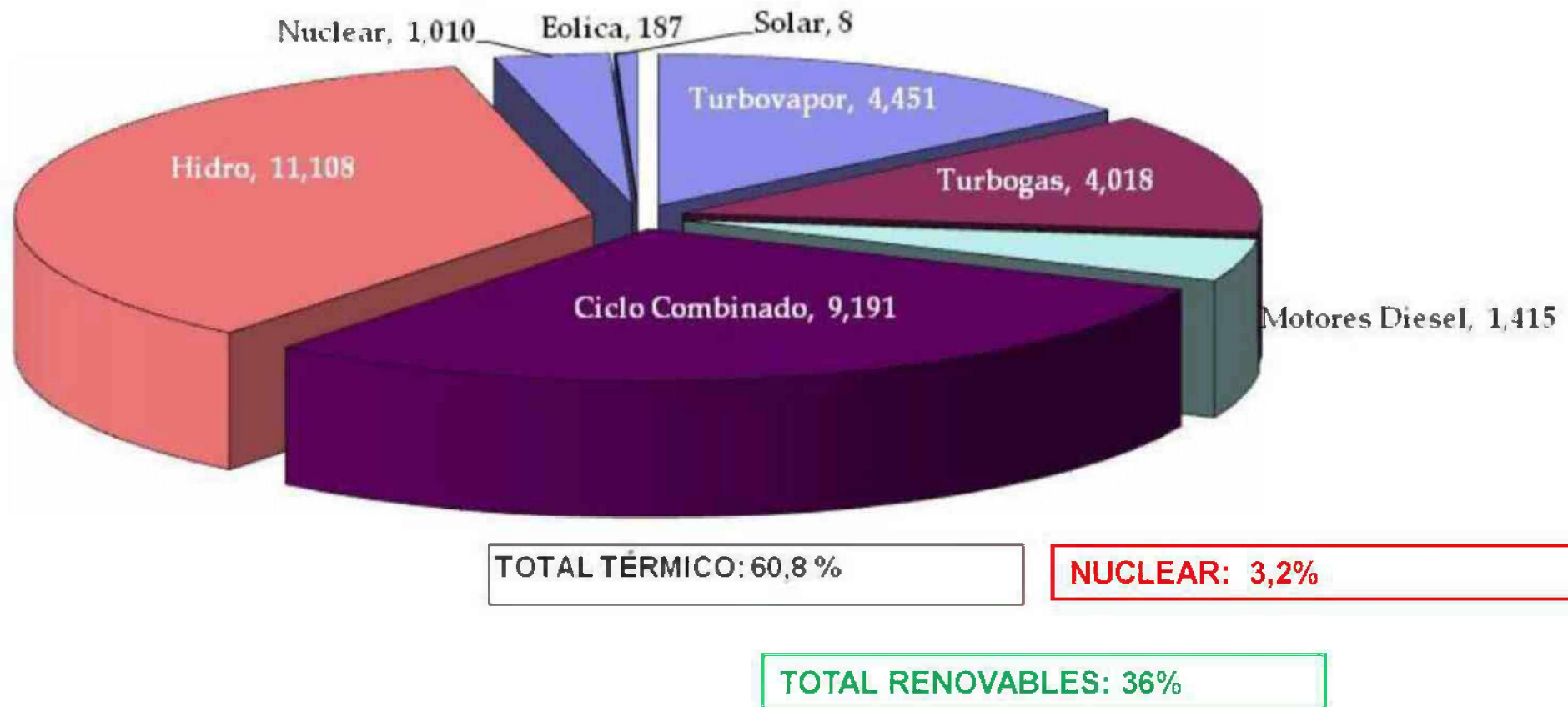
Fuente: CAMMESA

TOTAL RENOVABLES: 31%



Capacidad Instalada en el MEM por fuente

Capacidad Eléctrica Instalada Argentina diciembre 2014: 31.405 MW



Fuente: CAMMESA



FACTORES CRITICOS

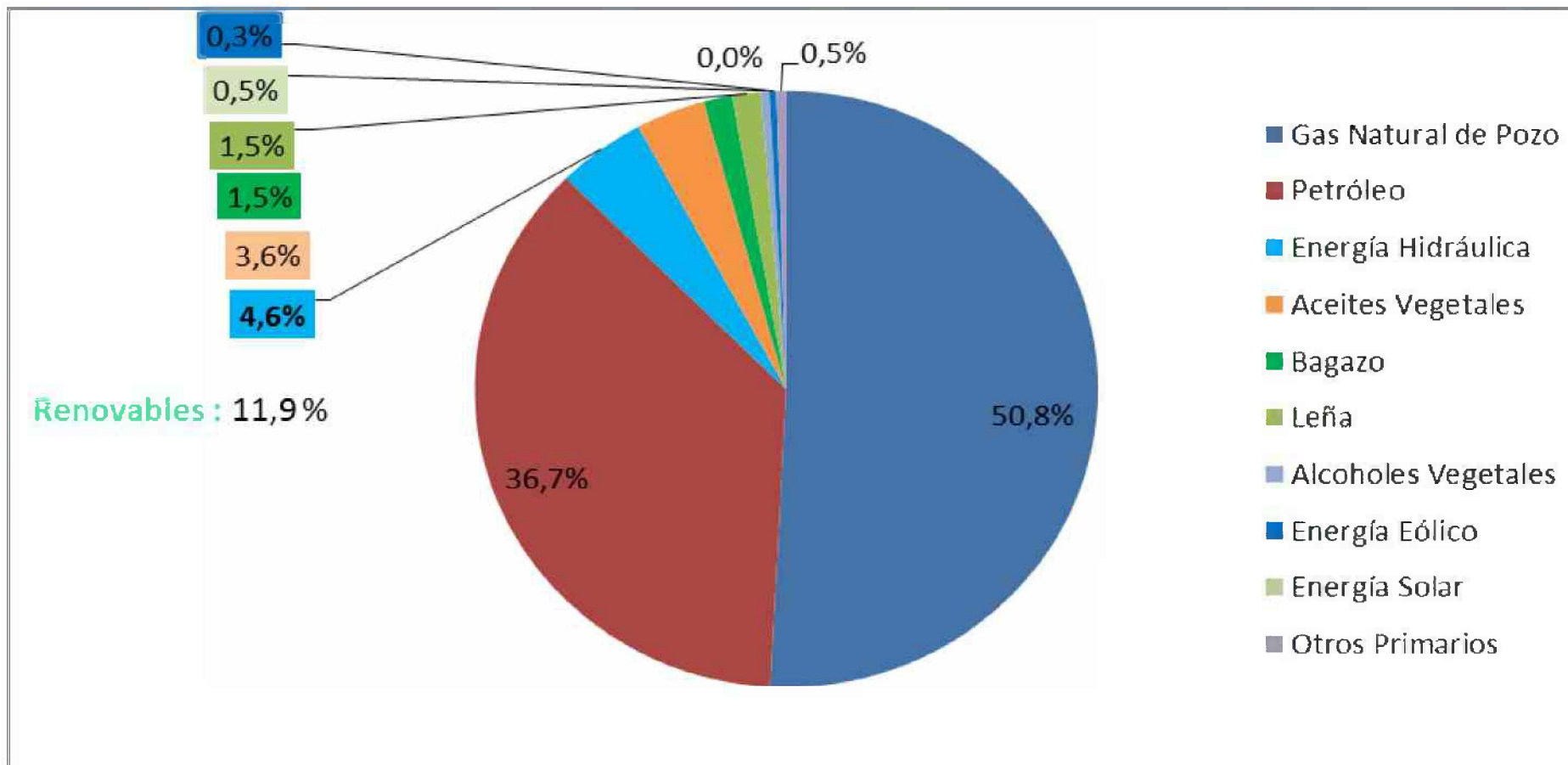
- **Leyes y nuevo marco normativo.**
- **Esquemas de financiación y subsidio.**
- **Conexión a la red garantizada.**
- **Redes eléctricas inteligentes.**
- **Generación domiciliaria.**

Balance Energético Nacional



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

Oferta interna de Energía Primaria Argentina año 2014 (en %TEP)



Fuente: Secretaría de Energía <http://www.energia.gov.ar>

CONCLUSIONES FINALES



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

- ❑ Contexto internacional de precios bajos de petróleo, con afectación directa sobre los proyectos de Recursos Renovables no convencionales.
- ❑ Nuevas Leyes y normativas para el desarrollo de Recursos Renovables No Convencionales.
- ❑ Mayor necesidad de subsidiar las Energías Renovables No Convencionales y lanzar nuevos programas activos.
- ❑ Costos de oportunidad actualmente competitivos para: Hidráulica, Eólica, Geotérmica, Biogás y Biomasa para calefacción y generación eléctrica. Aplicación en nichos para promover su desarrollo.

FINAL de presentación



ACADEMIA DE LA INGENIERÍA
de la Provincia de Buenos Aires

MUCHAS GRACIAS

Nota publicada: <http://es.slideshare.net/bertenasco/la-inversin-y-costos-de-las-principales-energias-renovables-f-estrat-l-bertenasco>

libertenasco@yahoo.com.ar