

La revolución energética: tendencias y oportunidades

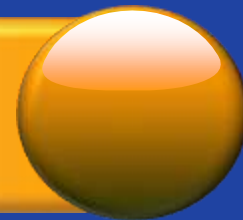


Dr. Roberto Dobles

Octubre 2020



Importancia de la energía para la prosperidad



La energía es un elemento clave

McKinsey & Company (“Energy: a Key to Competitive Advantage”):

- “La energía se ha convertido en un **factor estratégico en la competencia global**”.
- “La energía es **uno de los factores estratégicos** que están conduciendo las decisiones de las empresas”.

International Energy Agency (IEA):

- “La energía es un **habilitador (‘enabler’) crítico**” del desarrollo.
- “Los servicios energéticos modernos **de bajo costo mejoran la vida de los pobres de innumerables maneras**”.

Energy: a key to competitive advantage, p. 3,

https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/dotcom/client_service/sustainability/pdfs/energy_competitive_advantage_in_germany.ashx

Modern energy for all, International Energy Agency (IEA), <https://www.iea.org/energyaccess/modernenergyforall/>

La energía es un elemento clave

Foro Económico Mundial (“Energy as a Competitive Advantage”)

- “La **economía básica** domina las políticas energéticas”.
- “Hay una tendencia hacia políticas que favorecen la **autosuficiencia**”, la cual “se aceleró después del año 2000”.

Foro Económico Mundial (“Fostering Effective Energy Transition”)

- “La energía es un **elemento clave** de la economía moderna”.

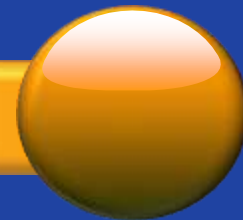
Energy as a Competitive Advantage, World Economic Forum, <http://reports.weforum.org/manufacturing-growth/energy-as-a-competitive-advantage/>

Fostering Effective Energy Transition, A Fact-Based Framework to Support Decision-Making, March 2018, With analytical support from McKinsey & Company,

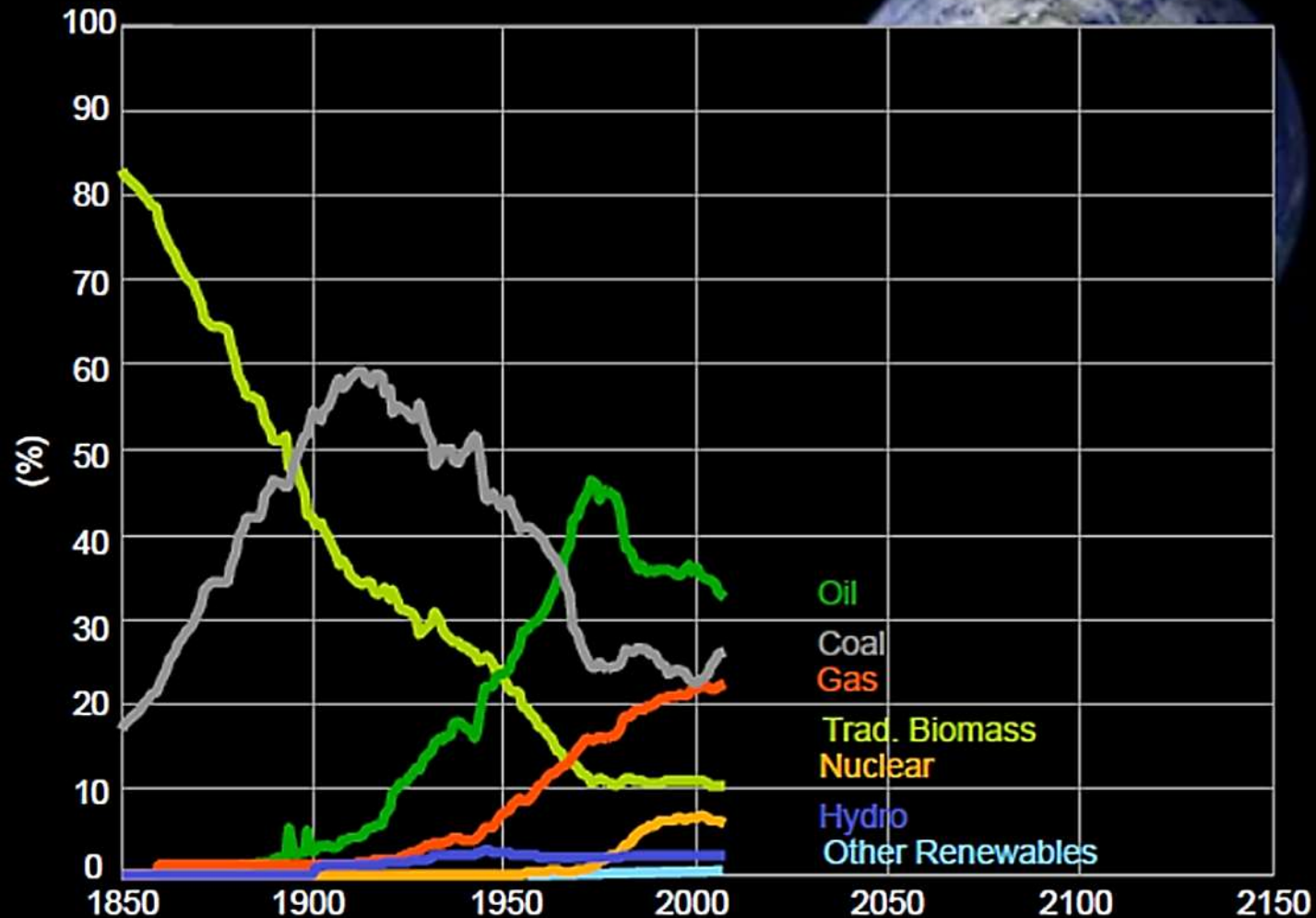
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/oil%20and%20gas/our%20insights/a%20framework%20for%20fostering%20effective%20energy%20transitions/fostering-effective-energy-transition.ashx>



Evolución de la Energía en el Mundo



Energy Mix ...



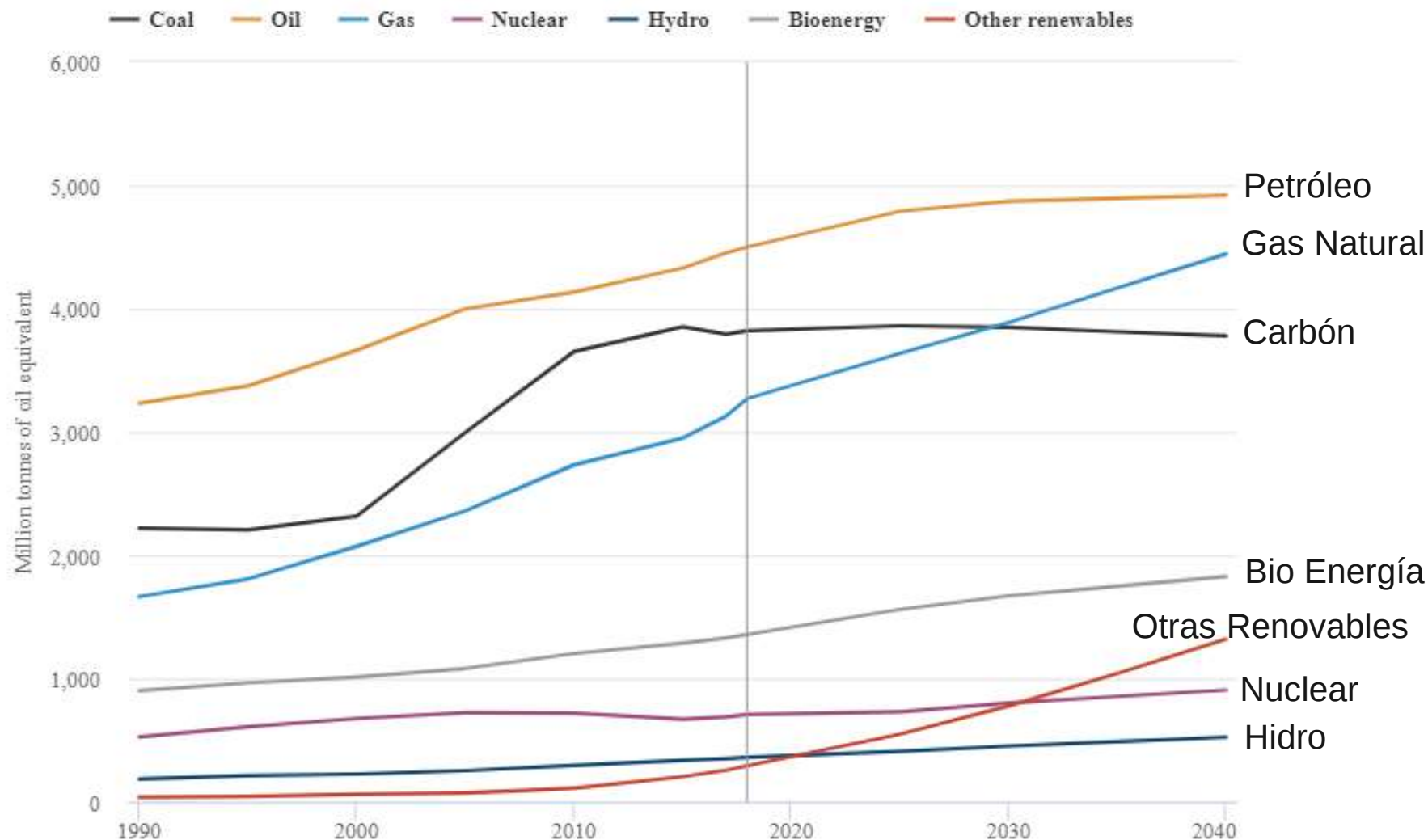
Source: Putnam, "Energy in the Future", 1953; J. Laherrere, "Peak Oil and other Peaks", CERN 2005; BP – Statistical Review 2008;

Participación de la Energía Primaria en el Mundo



International Energy Agency

World Energy Outlook 2019



Participación de la Energía Primaria en el Mundo

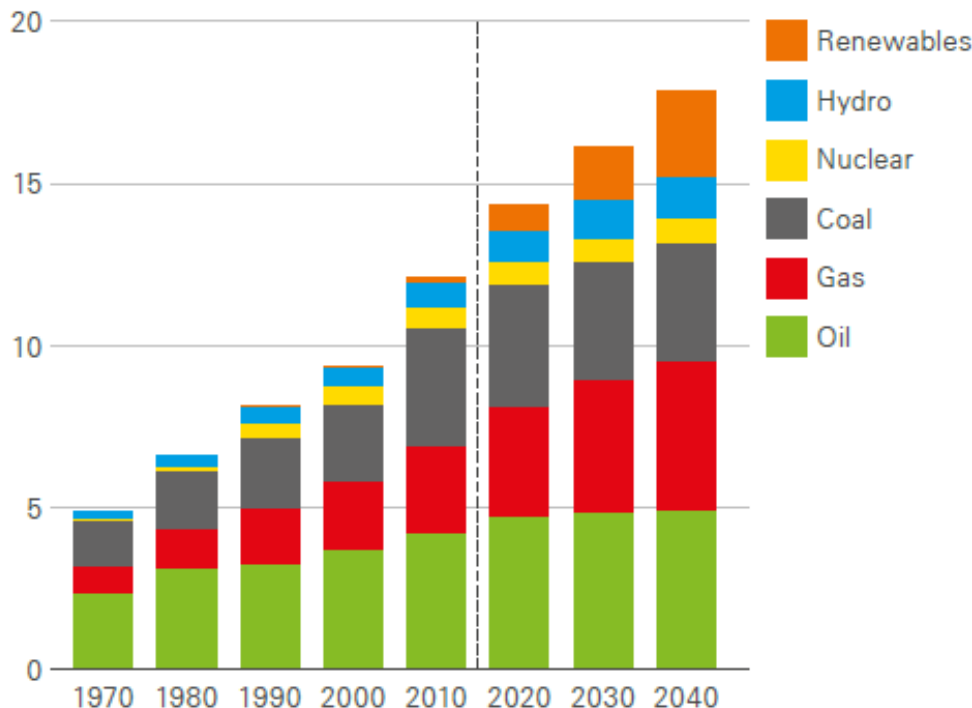
BP Energy Outlook, 2019 Edition, Outlook to 2040

Global energy by fuel

The transition to a lower-carbon fuel mix continues, led by renewables and natural gas

Primary energy consumption by fuel

Billion toe



Shares of primary energy

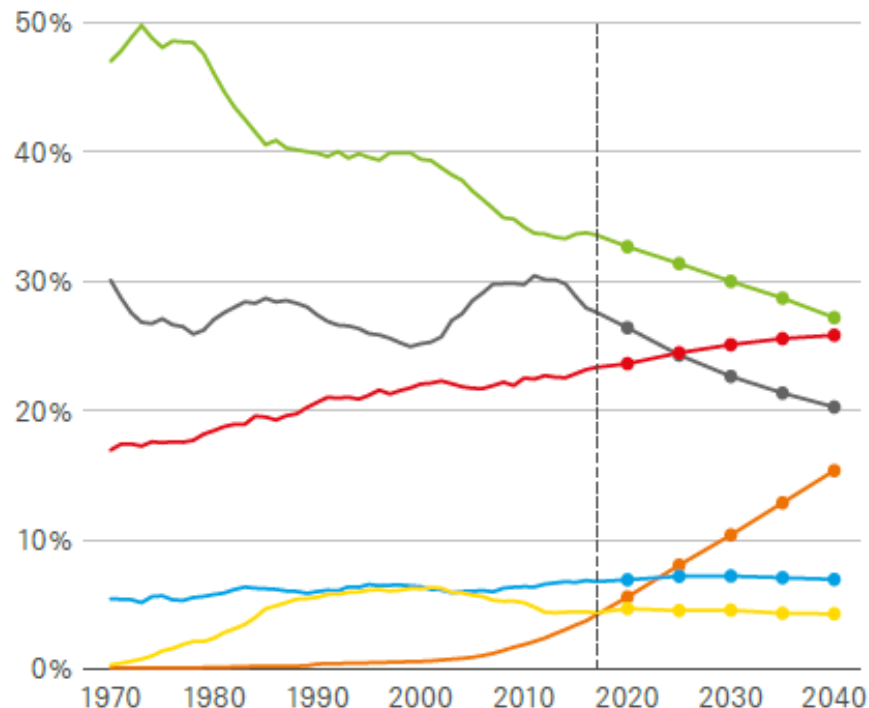
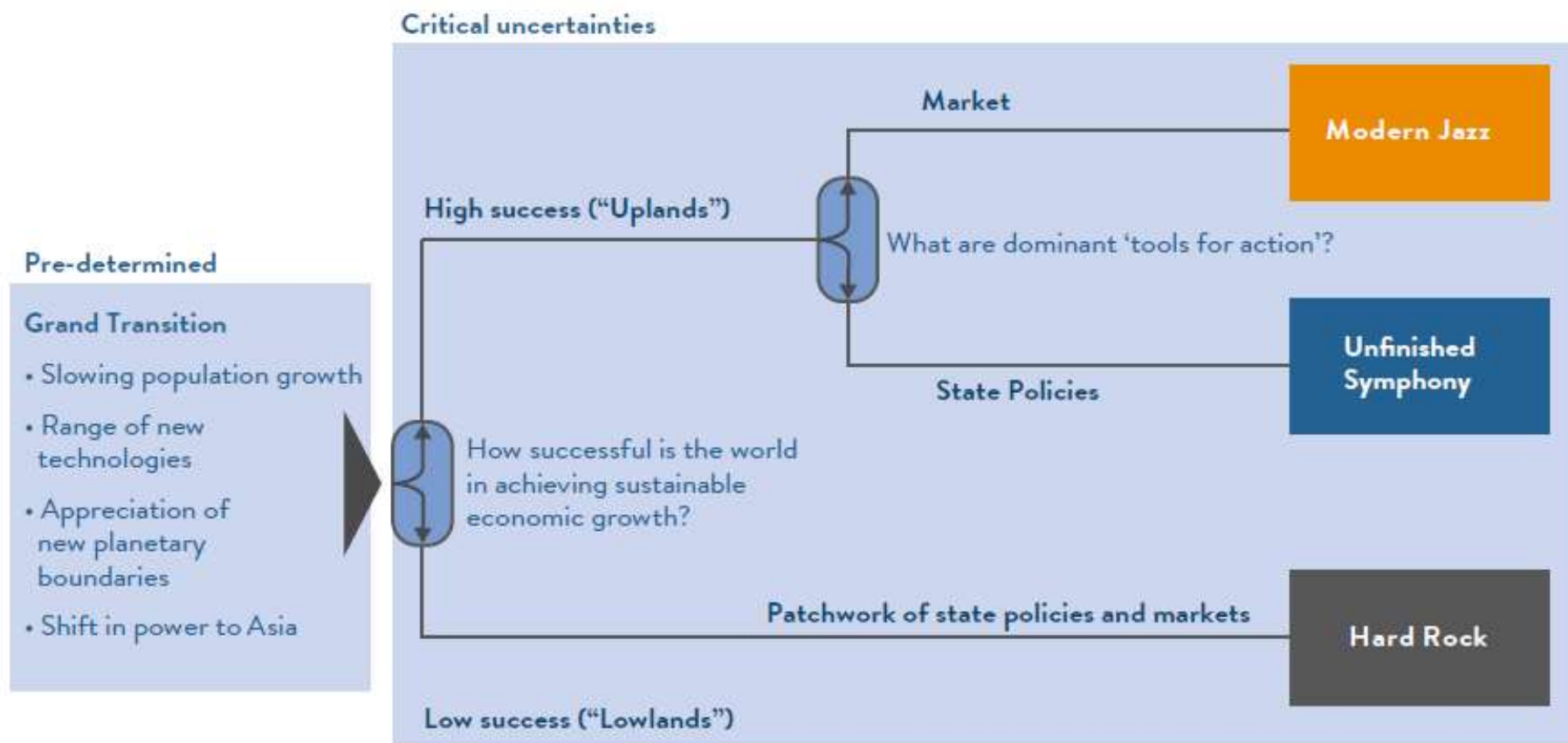


FIGURE 8: THE GRAND TRANSITION AND THREE SCENARIOS



Source: The World Energy Council

Mix Energético Mundial

Market

Modern Jazz

What are dominant 'tools for action'?

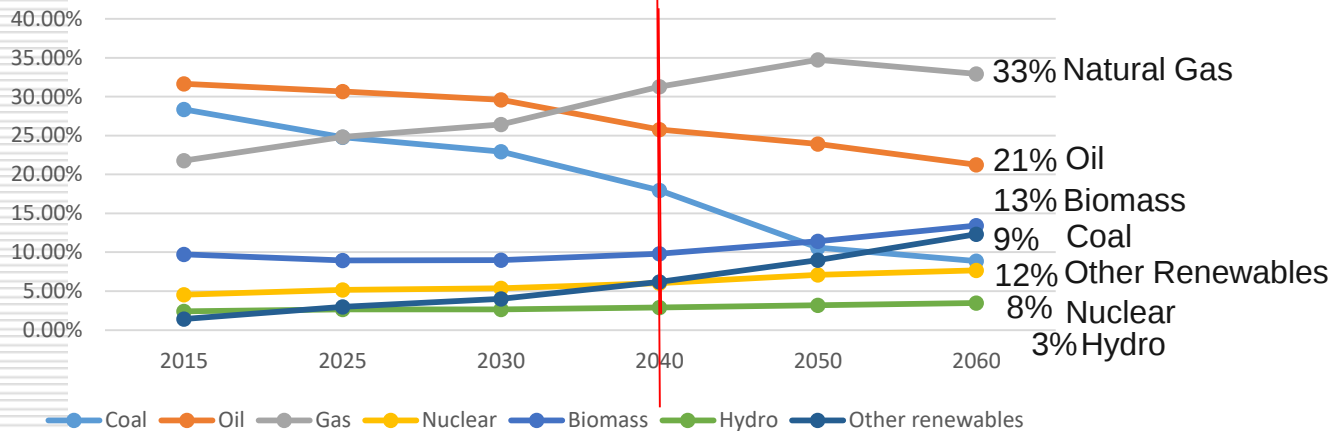
THE GRAND TRANSITION

IN COLLABORATION WITH ACCENTURE STRATEGY
AND PAUL SCHERRER INSTITUTE

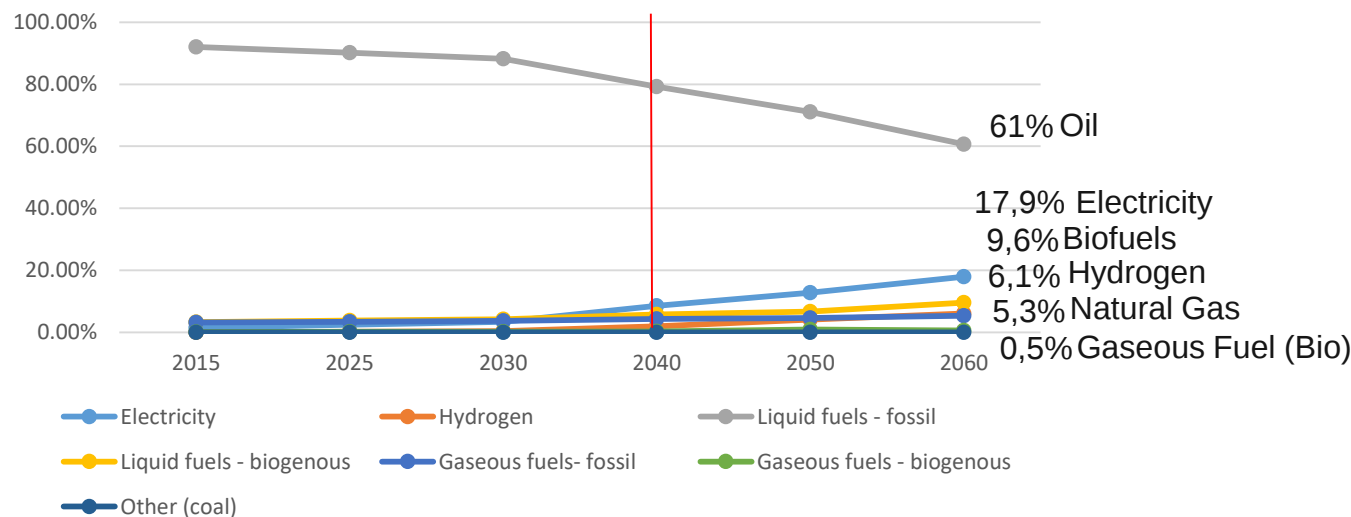
Renovables: 29%

No Renovables: 71%

Primary Energy Supply (%)



Transport Energy Mix (%)



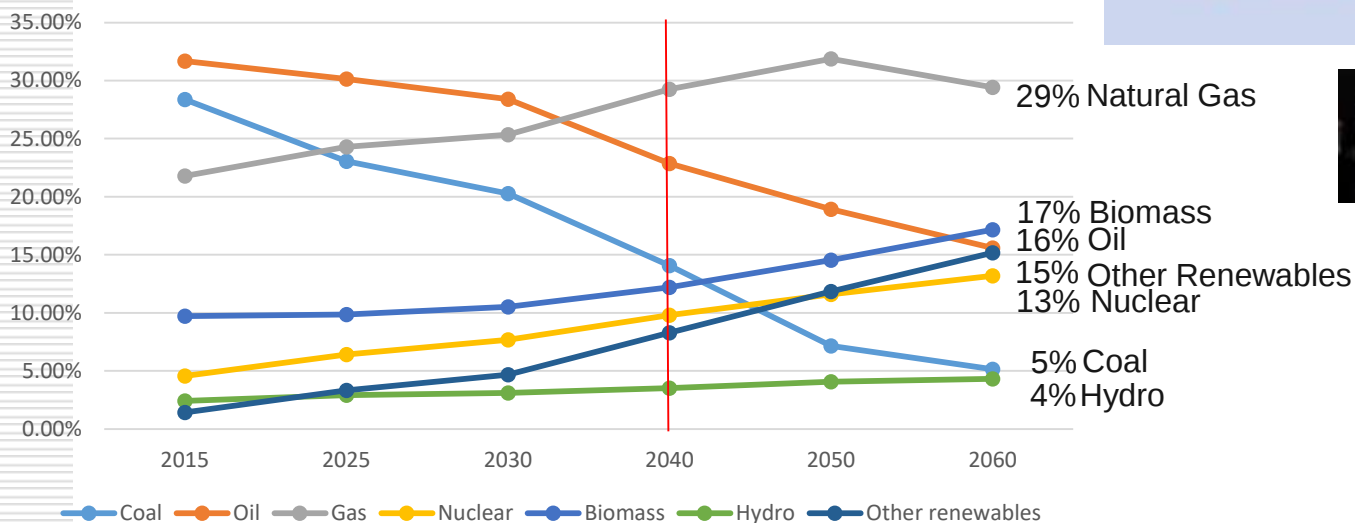
Mix Energético Mundial

What are dominant 'tools for action'?

State Policies

Unfinished
Symphony

Primary Energy Supply (%)



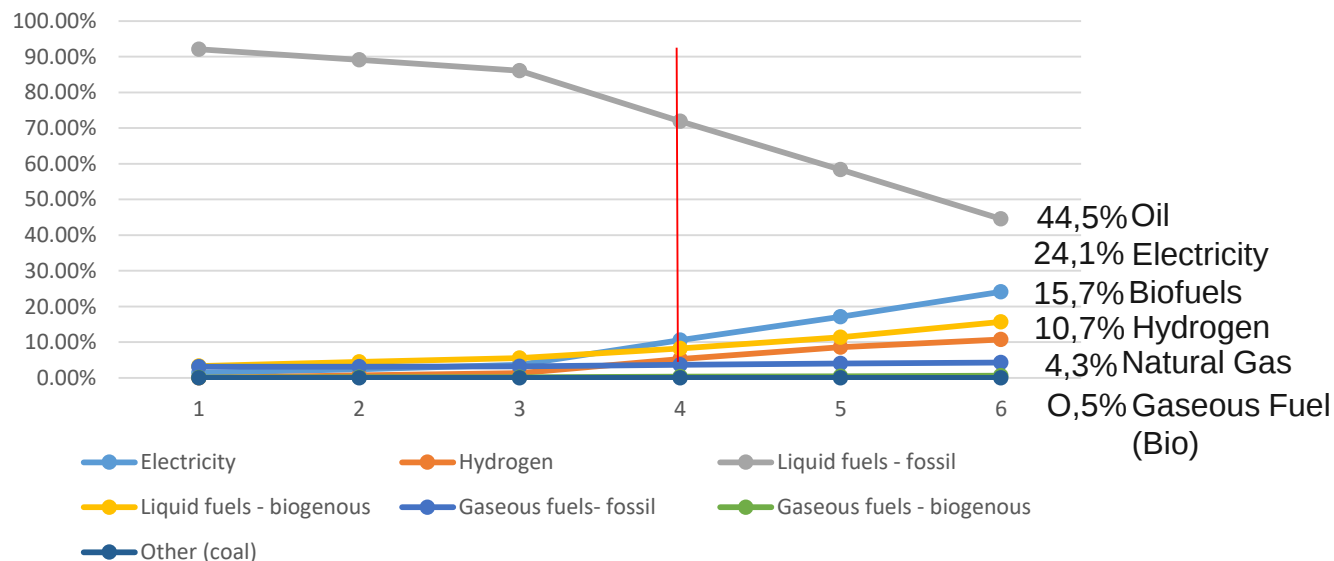
THE GRAND TRANSITION

IN COLLABORATION WITH ACCENTURE STRATEGY
AND PAUL SCHERRER INSTITUTE

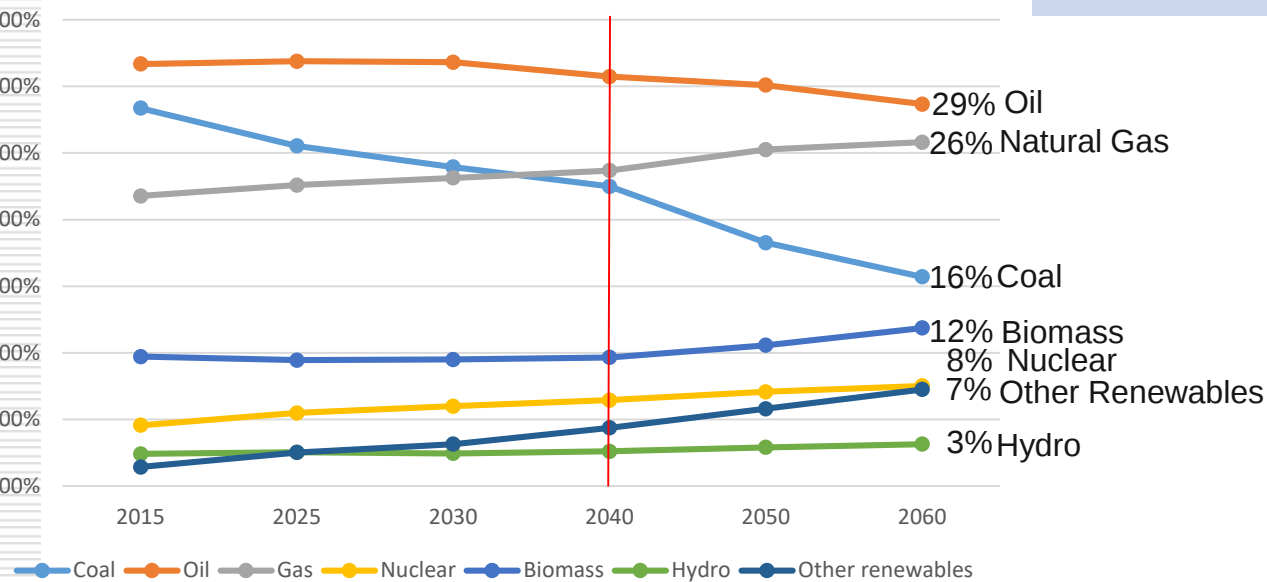
Renovables: 37%

No Renovables: 63%

Transport Energy Mix (%)



Primary Energy Supply (%)



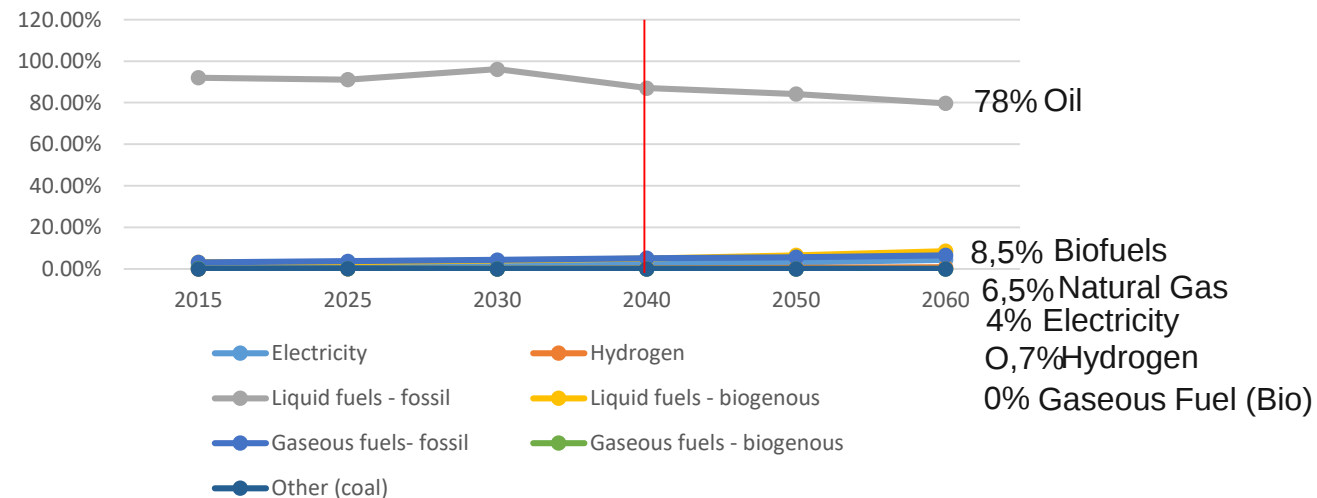
THE GRAND TRANSITION

IN COLLABORATION WITH ACCENTURE STRATEGY
AND PAUL SCHERRER INSTITUTE

Renovables: 22%

No Renovables: 78%

Transport Energy Mix (%)



Costos de la Energía Solar

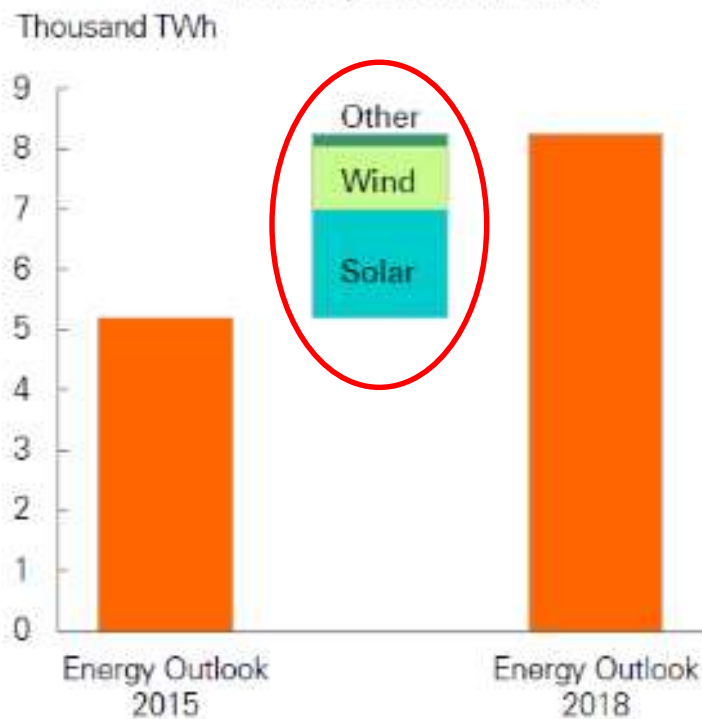
BP Energy Outlook, 2018 Edition, Outlook to 2040

Fuels: Renewables

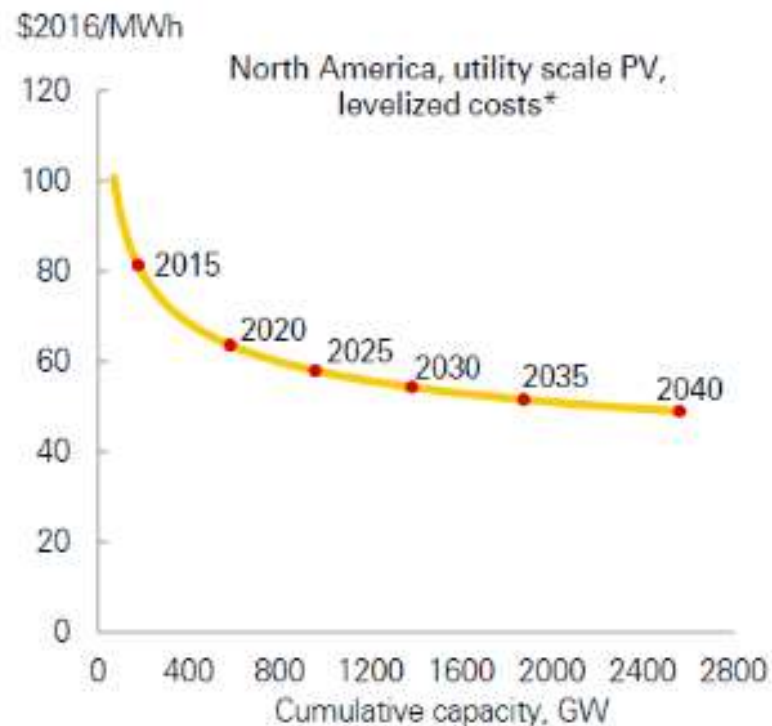


The outlook for renewables has increased significantly...

Change to the projected level of renewable power in 2035



Solar PV learning curve



*Cost per MWh of building and operating a plant over its lifetime. Excludes subsidies, tariffs and the cost of grid integration.

2018 BP Energy Outlook

© BP p.l.c. 2018

IEA: International Energy Agency



International Energy Agency

ENERGY | 13 October 2020 © 8:37

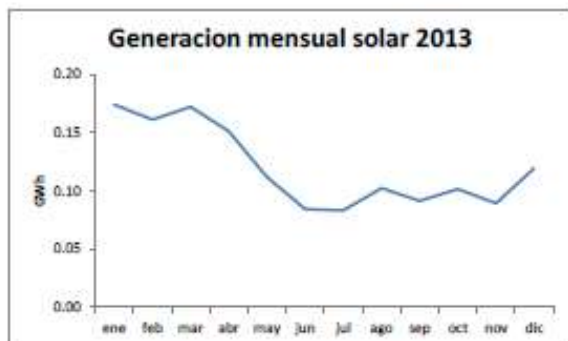
Solar is now 'cheapest electricity in history', confirms IEA



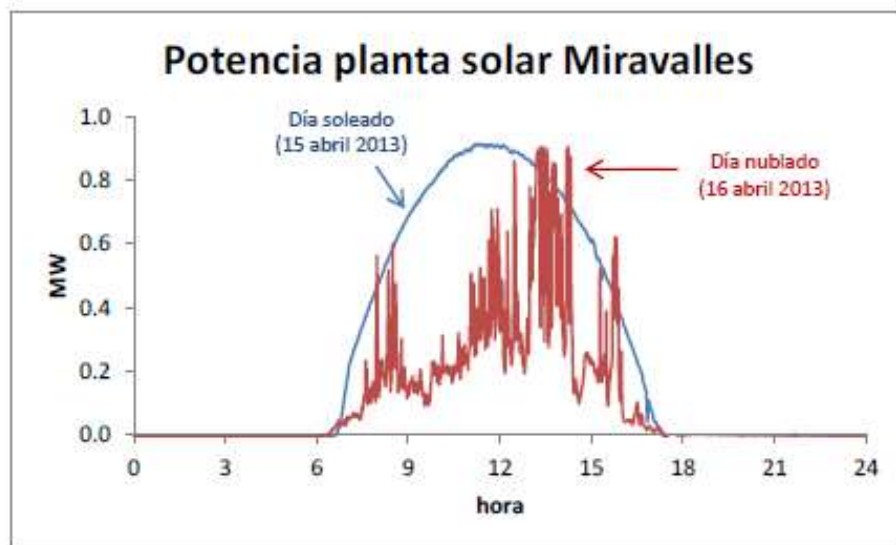
Workers clean photovoltaic panels inside a solar power plant in Gujarat, India. Credit: Reuters / Alamy Stock Photo.

Solar is now 'cheapest electricity in history', confirms IEA, Carbon Brief, 14 Oct 2020, <https://www.carbonbrief.org/solar-is-now-cheapest-electricity-in-history-confirms-iea>

LA REGULACION DEL FOTOVOLTAICO



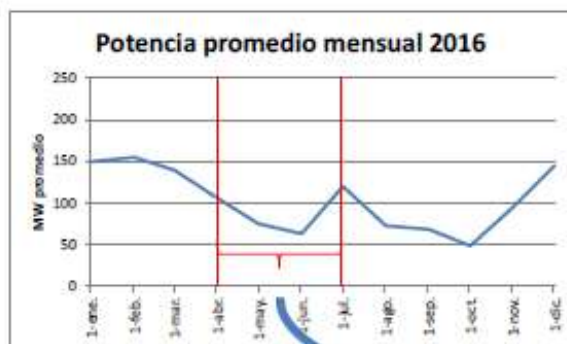
- Durante la época seca, los cielos despejados producen mayor energía
- Los promedios mensuales no permiten ver las variaciones de corto plazo



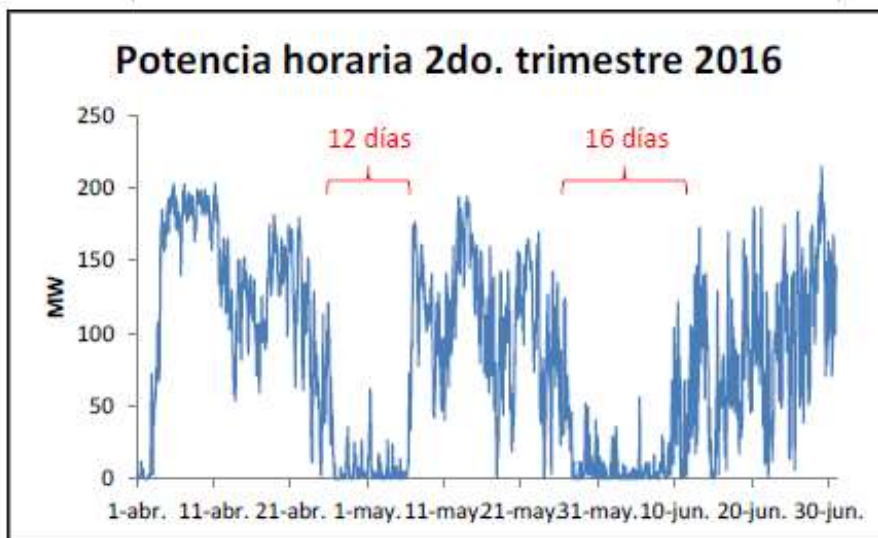
- En escala de minutos, las variaciones de potencia son importantes y provocan efectos locales en la red
- En escala diaria, más del 50% del tiempo no hay se potencia

Generación de la planta Miravalles Solar de 1 MW

LA REGULACION DEL VIENTO



- El viento sopla con mayor fuerza en la época seca
- Los promedios mensuales no permiten ver las variaciones de corto plazo



- En escala horaria, las variaciones de potencia son importantes
- En escala diaria, se encuentran períodos sin viento de más de una semana

Generación total del parque eólico del país



Generación Híbrida Gas Natural - Solar

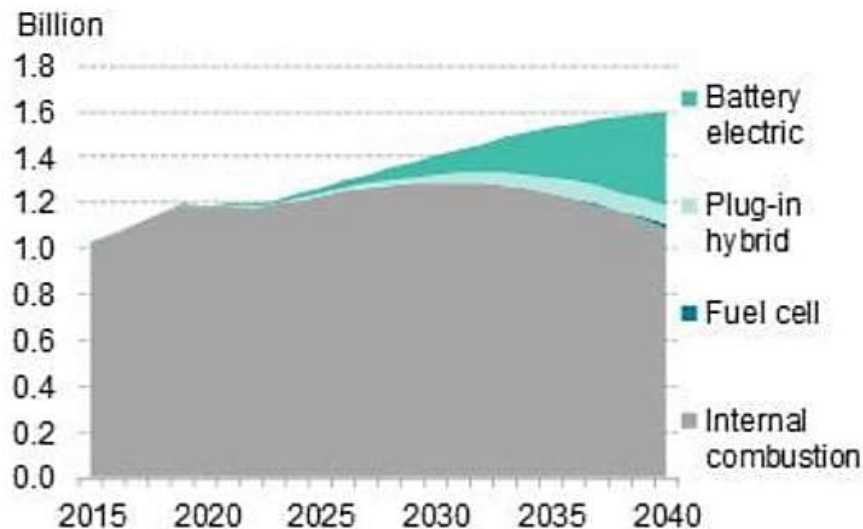
Florida Power & Light Company (Martin County)



World's First Hybrid Natural Gas Solar Power Plant Premieres in Florida, Florida Power & Light Company celebrates the opening of the world's first hybrid natural gas solar power plant, by John Shimkus | Mon Mar 7, 2011 , <http://www.energydigital.com/sectors/renewables/world-s-first-hybrid-natural-gas-solar-power-plant-premiers-florida>

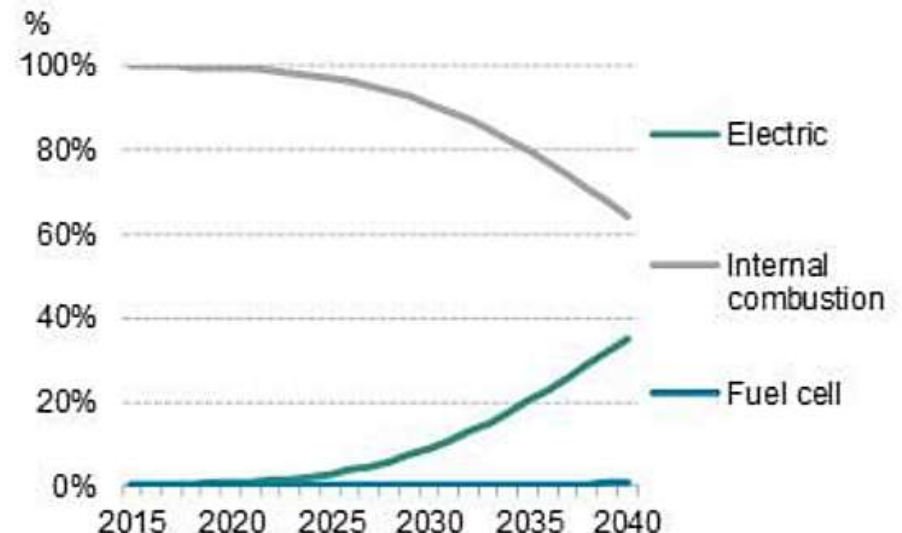
Evolución de la flota vehicular en el mundo

Figure 7: Global passenger vehicle fleet by drivetrain



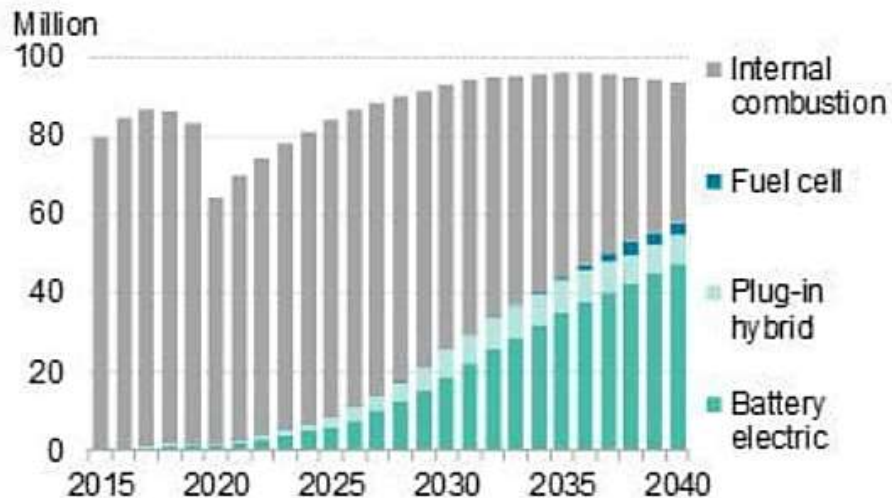
Source: BNEF. Note: Electric kilometers includes battery electric kilometers and electric share of plug-in hybrids.

Figure 8: Global share of annual passenger vehicle distance traveled by drivetrain



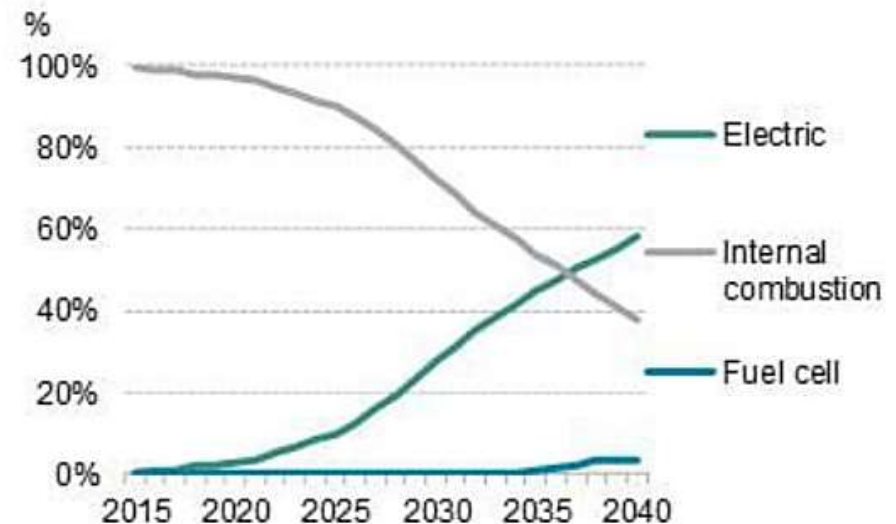
Evolución de las ventas de vehículos en el mundo

Figure 5: Global annual passenger vehicle sales by drivetrain



Source: BNEF. Note: Electric share of annual sales includes battery electric and plug-in hybrid.

Figure 6: Global share of total annual passenger vehicle sales by drivetrain





- **Principales Aspectos de las Tendencias**

The Role of Gas in Today's Energy Transitions



2019

International Energy Agency

- “**El gas natural es uno de los pilares de la energía global:** el consumo mundial está aumentando rápidamente y **en el 2018 el gas representó casi la mitad del crecimiento en el total global demanda de energía**”.
- “**El gas juega muchos papeles diferentes en el sector energético** y, así como sustituye a los combustibles más contaminantes, también reduce la contaminación del aire y limita las emisiones de dióxido de carbono”.

‘World Energy Outlook 2017: A World in Transformation’

- *“La forma en que el mundo va a satisfacer sus crecientes necesidades de energía cambia drásticamente en el Escenario de Nuevas Políticas,*

con el liderazgo ahora tomado por el gas natural, por el rápido aumento de las energías renovables y por la eficiencia energética”.



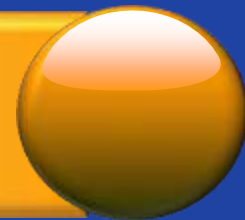
- “Estamos viendo una **creciente competencia entre las diferentes fuentes de energía**, impulsada por los abundantes suministros de energía y las continuas mejoras en la eficiencia energética”.
- “La **mezcla de fuentes de energía (matriz energética)** prevista para el 2040 **será la más diversificada jamás vista**”.



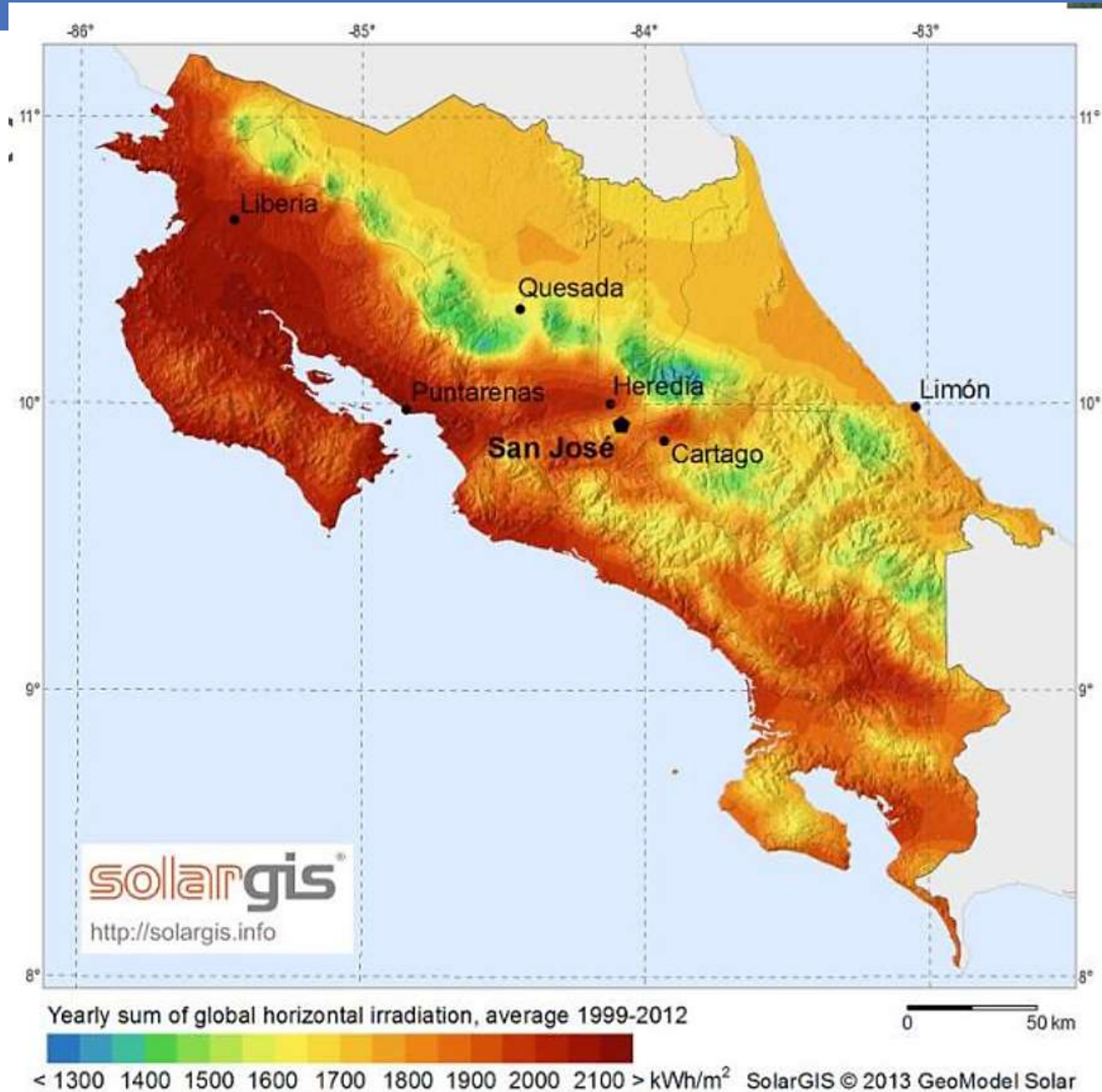
- “El fuerte crecimiento de la energía renovable está siendo posible gracias a la creciente competitividad de la energía eólica y solar”.
- “El gas natural crece mucho más rápido que el petróleo o el carbón y su participación en la matriz de energía primaria mundial superará al carbón y convergerá con el petróleo hacia el final de las Perspectivas (año 2040)”.
- “BP espera que el gas natural supere al petróleo como la principal fuente de energía mundial alrededor del año 2040”.



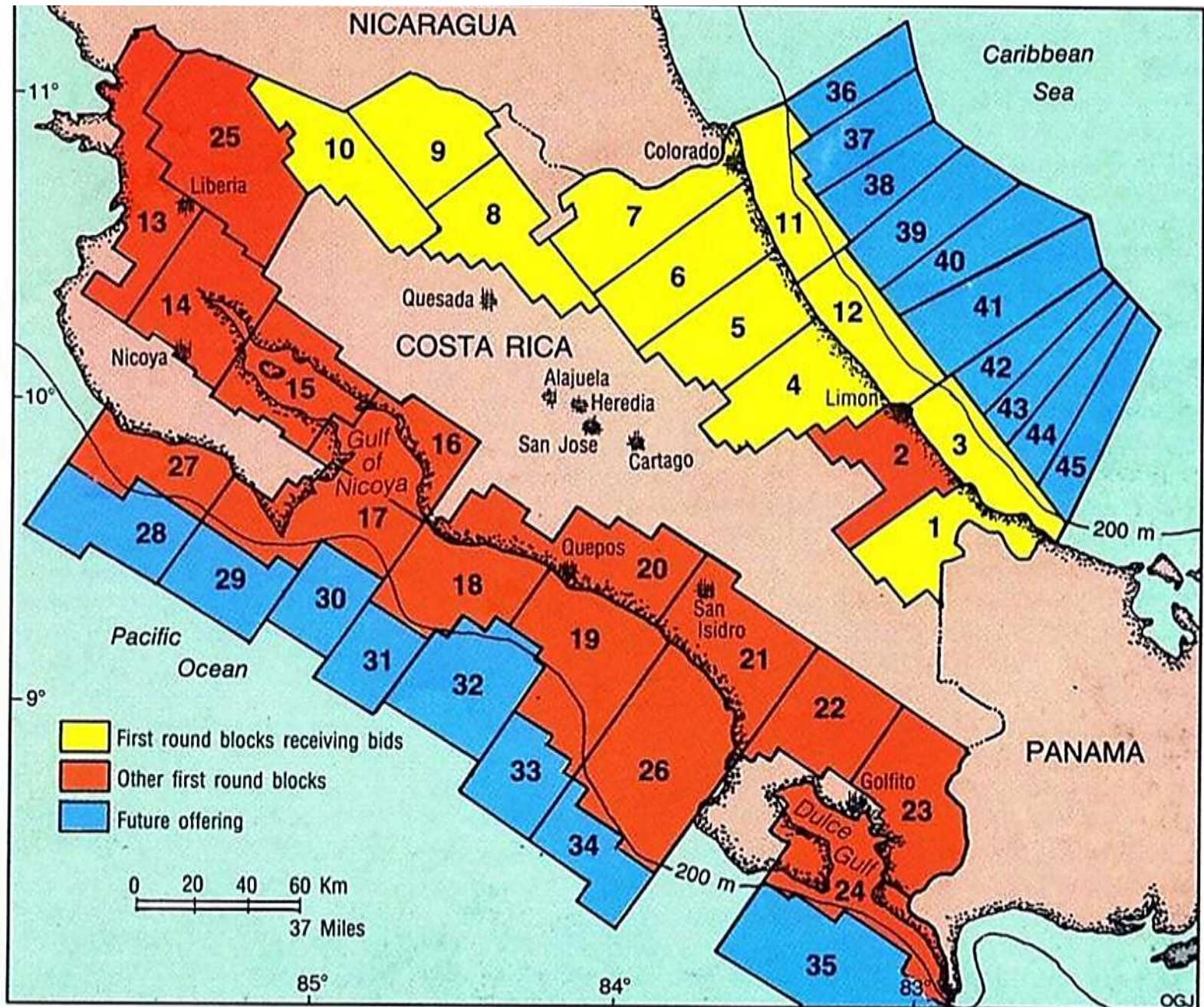
Potencial Nacional de Energía Solar y de Gas Natural



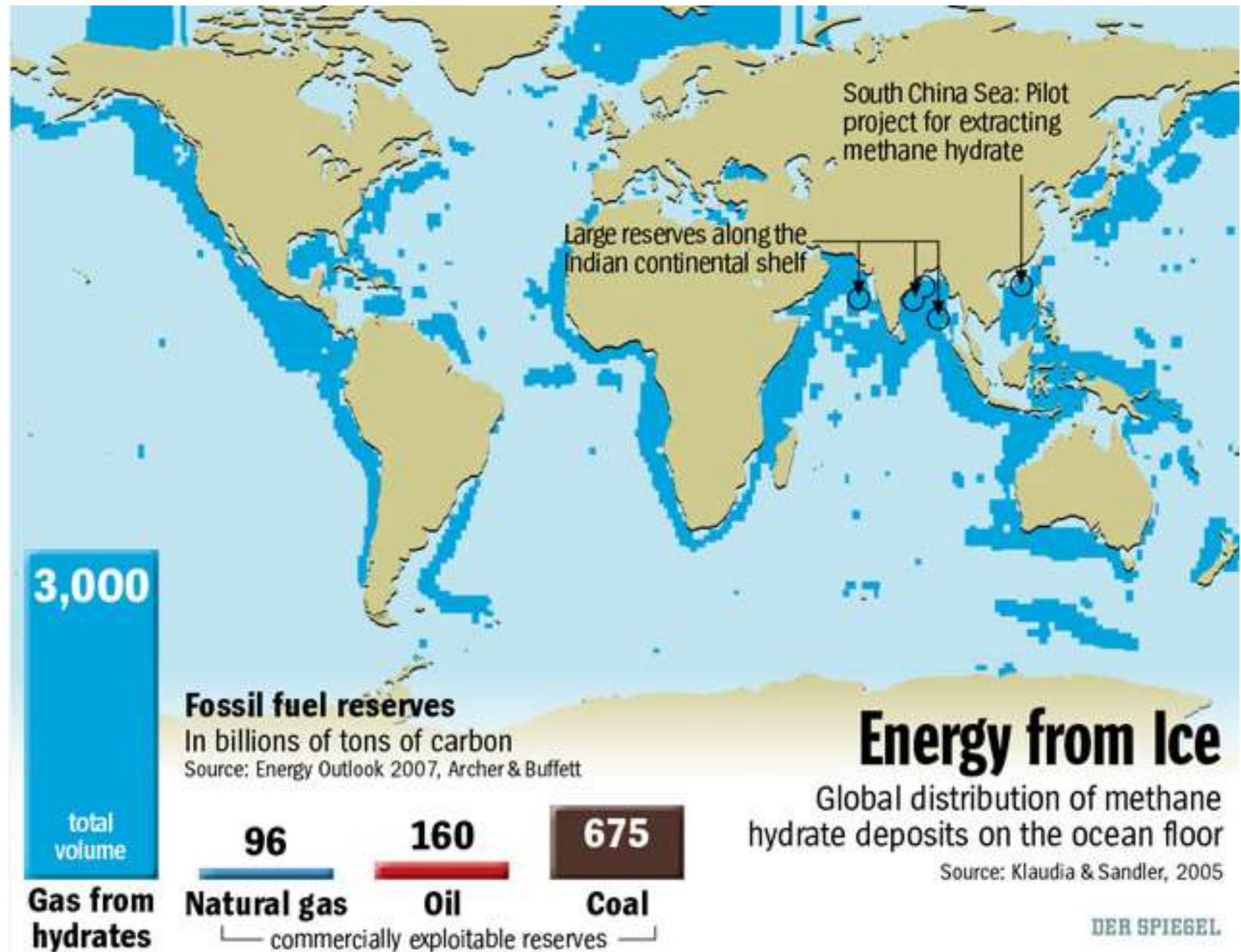
Radiación Solar en Costa Rica



Areas de Potencial de Gas Natural y Petróleo



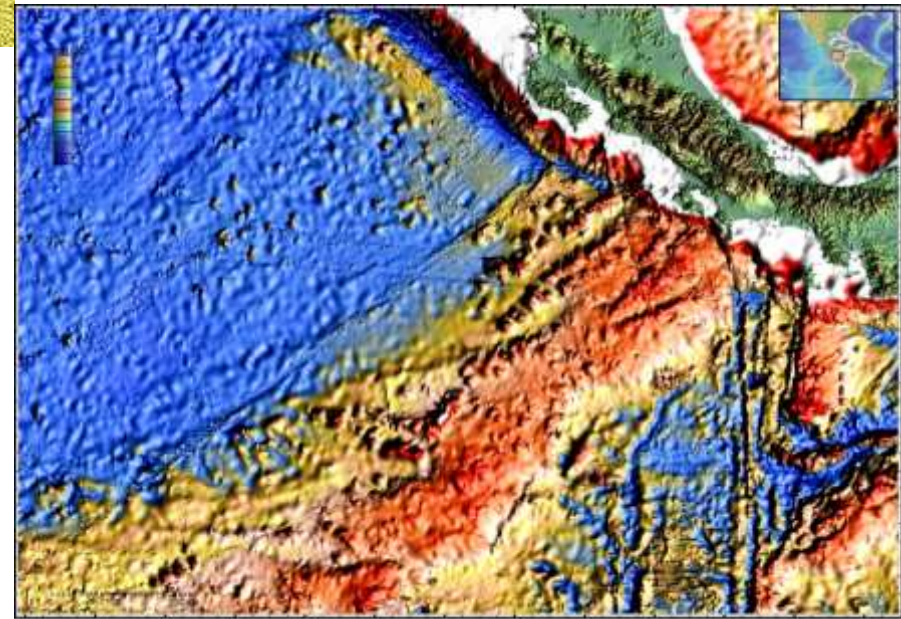
Hidratos de Gas Natural



Areas de Potencial de Hidratos de Gas Natural



<http://anep.or.cr/picture/bfigura-1b/>



Formas de Transporte del Gas Natural

Gaseoducto



GNC



GNL



GNC



<http://blog.fibatech.com/wp-content/uploads/2012/11/cng-superjumbo-trailer-highway.jpg>



Evolución de la Energía en Costa Rica



Consumo Final de Energía Comercial por Fuente

2005 - 2019

		Hidro	Carbón	Petróleo	Biomasa	Otras Renovables	Total
●	2005	17,1%	0,0%	59,7%	19,6%	3,5%	100,0%
	2006	15,8%	0,0%	59,9%	20,7%	3,6%	100,0%
	2007	15,1%	0,4%	60,3%	20,9%	3,3%	100,0%
	2008	16,5%	0,0%	60,4%	20,1%	3,0%	100,0%
	2009	16,4%	0,1%	60,2%	19,9%	3,4%	100,0%
	2010	16,4%	0,0%	60,4%	19,7%	3,5%	100,0%
	2011	16,4%	0,1%	62,6%	16,9%	3,9%	100,0%
	2012	16,4%	0,1%	62,4%	16,7%	4,4%	100,0%
	2013	15,1%	0,1%	63,2%	17,2%	4,4%	100,0%
	2014	14,6%	0,2%	63,6%	16,7%	5,0%	100,0%
●	2015	17,4%	0,008%	61,3%	16,0%	5,3%	100,0%
	2016	16,5%	0,0%	62,8%	15,6%	5,1%	100,0%
	2017	17,3%	0,1%	63,5%	14,3%	4,8%	100,0%
	2018	16,4%	0,008%	64,5%	13,5%	5,5%	100,0%
●	2019	15,4%	0,949%	64,3%	12,4%	6,9%	100,0%

	2015	2019	Diferencia
Electricidad	22,7%	22,3%	-0,4%
Renovables	38,7%	34,7%	-4,0%
Petróleo	61,3%	64,3%	3,1%

ICE, Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2018-2034

PLAN DE EXPANSION DE LA GENERACION 2018-2034

Mayo 2019

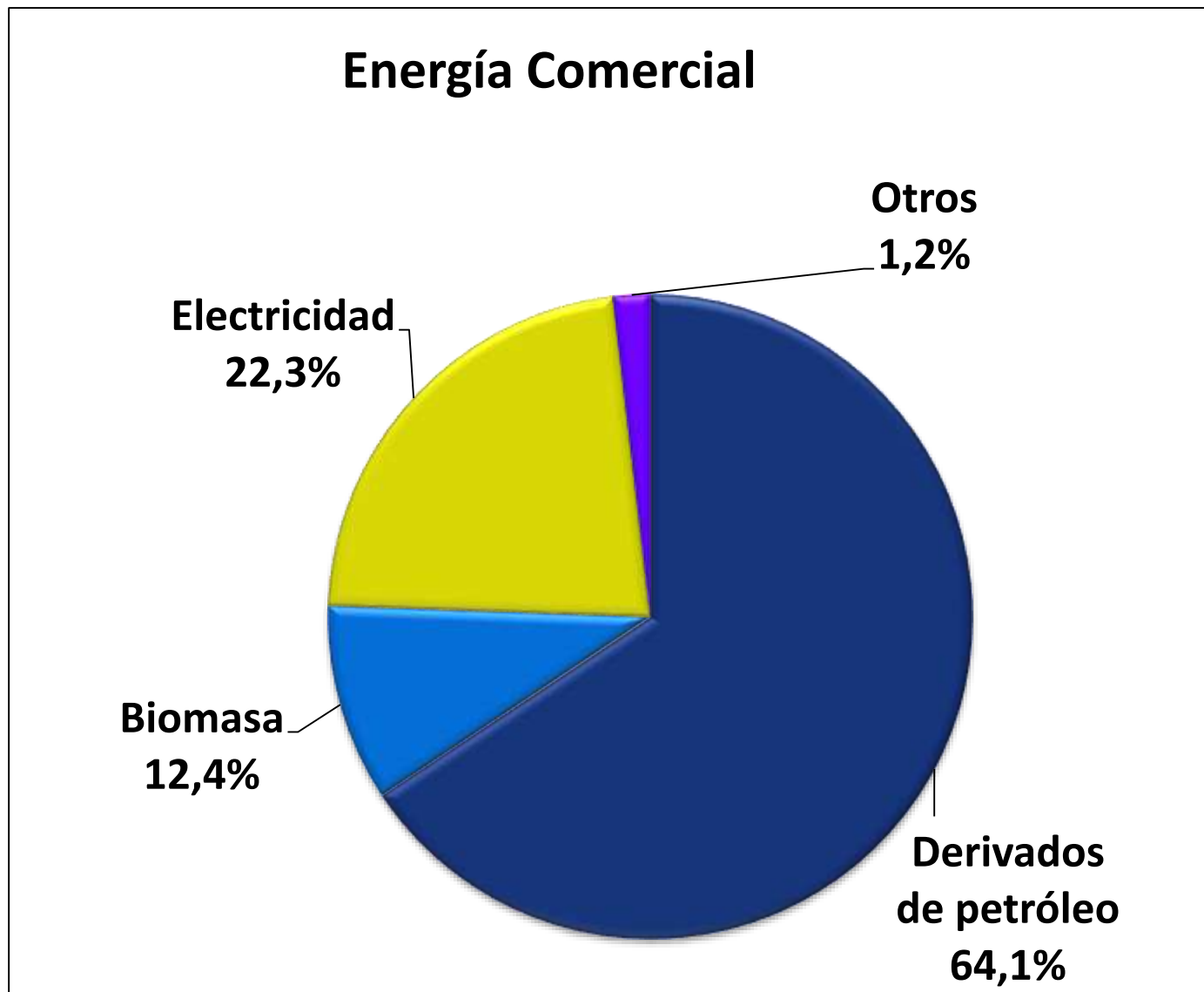
p. 119

Tabla 14.3 Generación esperada por fuente

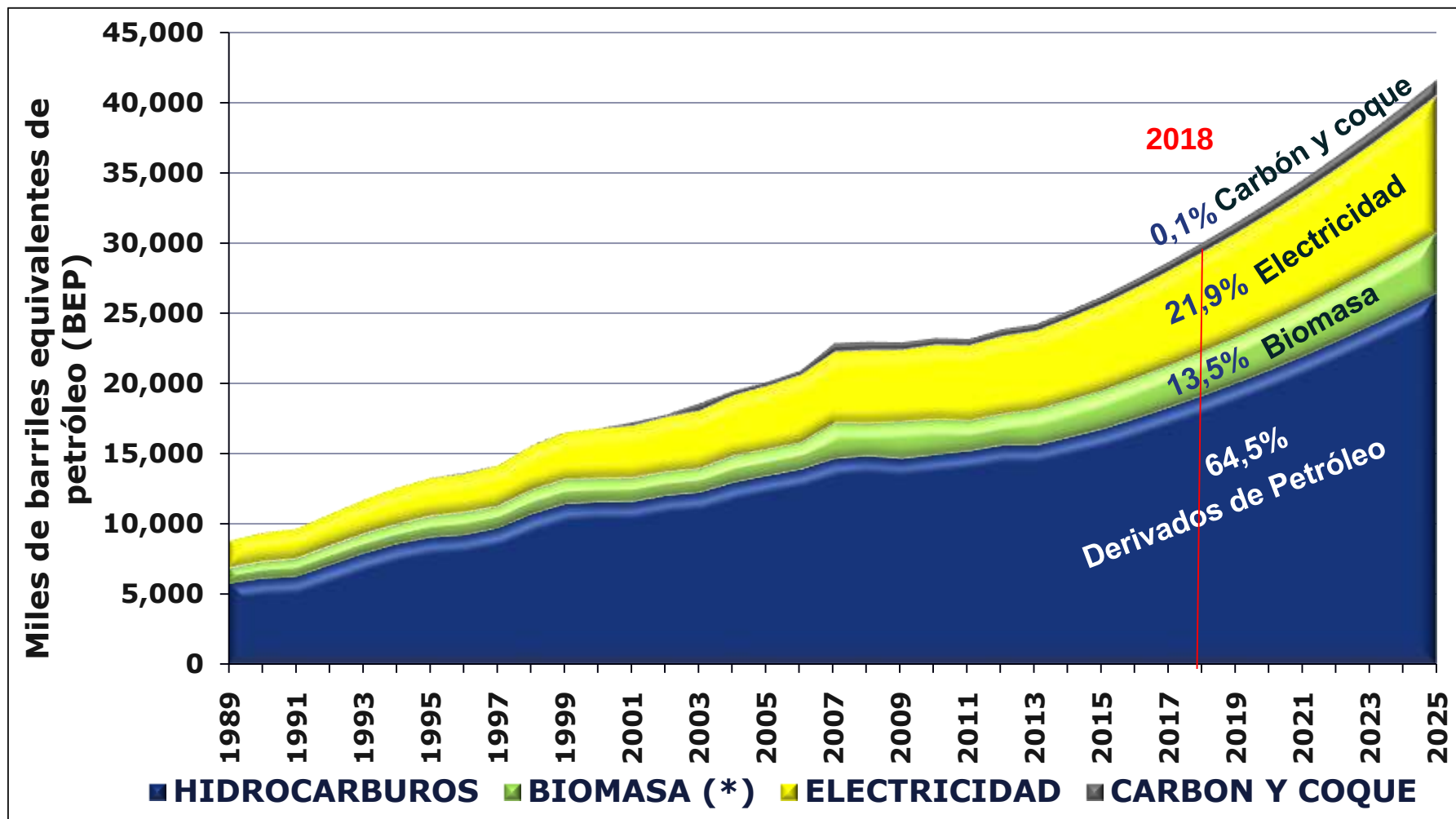
GENERACION ANUAL ESPERADA 2019-2034														
	GWh							Porcentaje						
	Hidro	Eólico	Bagazo	Solar	Térmica	Geoterm	Total	Hidro	Eólico	Bagazo	Solar	Térmica	Geo	Total
2019	8,367	1,550	81	26	94	1,314	11,433	73	14	1	0.2	1	11	100
2020	8,651	1,499	80	26	49	1,387	11,693	74	13	1	0.2	0.4	12	100
2021	8,880	1,504	82	26	75	1,406	11,974	74	13	1	0.2	1	12	100
2022	9,105	1,502	81	26	113	1,437	12,264	74	12	1	0.2	1	12	100
2023	9,197	1,512	81	26	184	1,546	12,545	73	12	1	0.2	1	12	100
2024	9,450	1,496	82	26	256	1,515	12,826	74	12	1	0.2	2	12	100
2025	9,640	1,483	82	26	315	1,559	13,104	74	11	1	0.2	2	12	100
2026	9,558	1,490	81	26	287	1,939	13,382	71	11	1	0.2	2	14	100
2027	9,764	1,480	80	26	348	1,961	13,660	71	11	1	0.2	3	14	100
2028	9,953	1,662	81	105	457	1,681	13,938	71	12	1	1	3	12	100
2029	9,708	1,901	81	261	350	1,921	14,221	68	13	1	2	2	14	100
2030	9,816	1,941	84	264	368	2,038	14,510	68	13	1	2	3	14	100
2031	9,870	1,903	80	263	384	2,302	14,801	67	13	1	2	3	16	100
2032	10,032	1,936	80	265	447	2,329	15,090	66	13	1	2	3	15	100
2033	10,053	2,135	80	265	497	2,343	15,372	65	14	1	2	3	15	100
2034	9,982	2,556	80	263	437	2,324	15,643	64	16	1	2	3	15	100
Promedio								71	13	1	1	2	13	100

Consumo de Energía Comercial por Fuente

Año 2019



Consumo de Energía Comercial: Histórico y Prospectiva

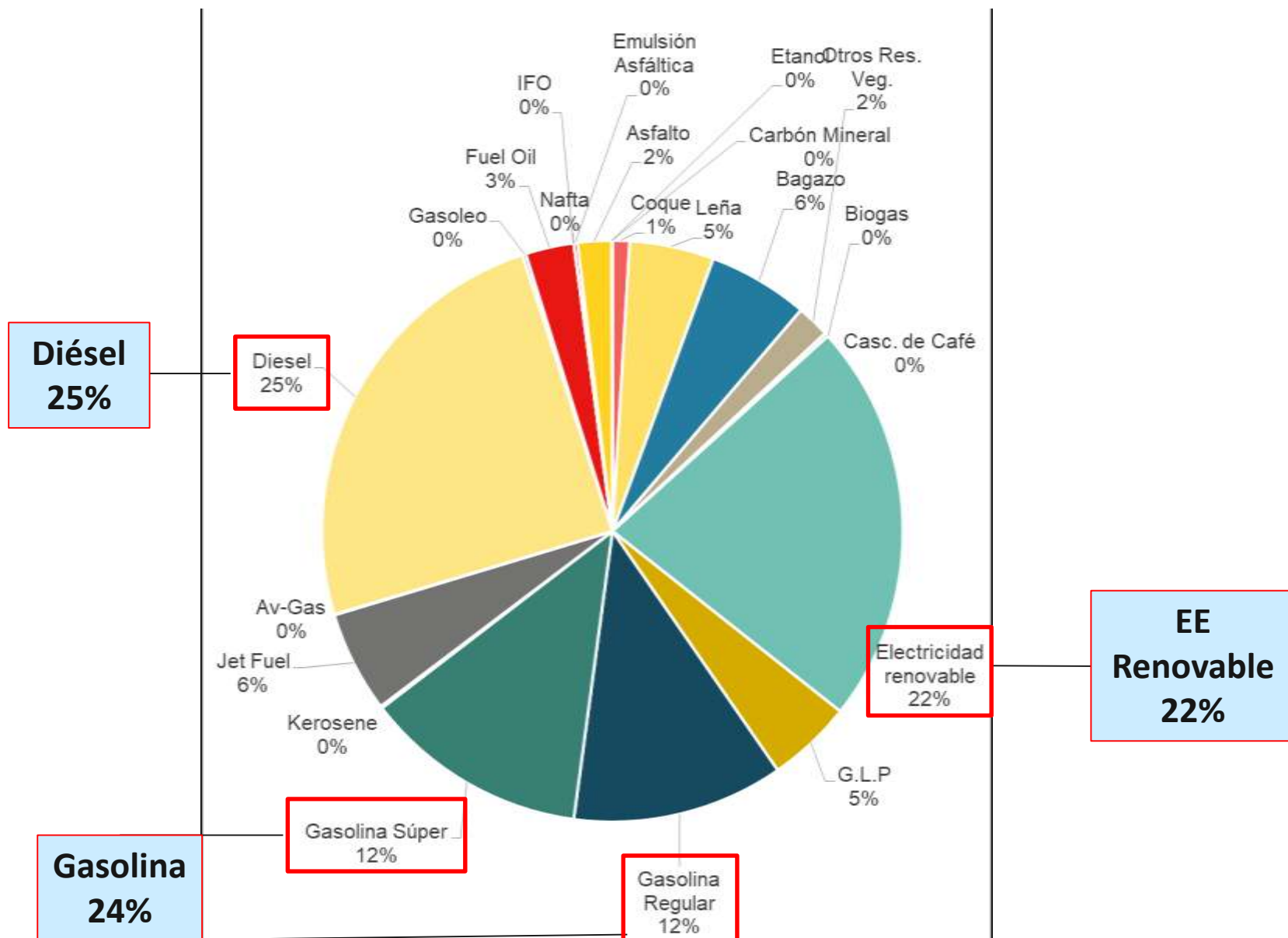


Nota: Biomasa incluye bagazo, carbón vegetal, cascarilla de café y otros residuos vegetales.

Fuente: DSE, con información de los balances nacionales de energía y Prospectiva del VI Plan Nacional de Energía

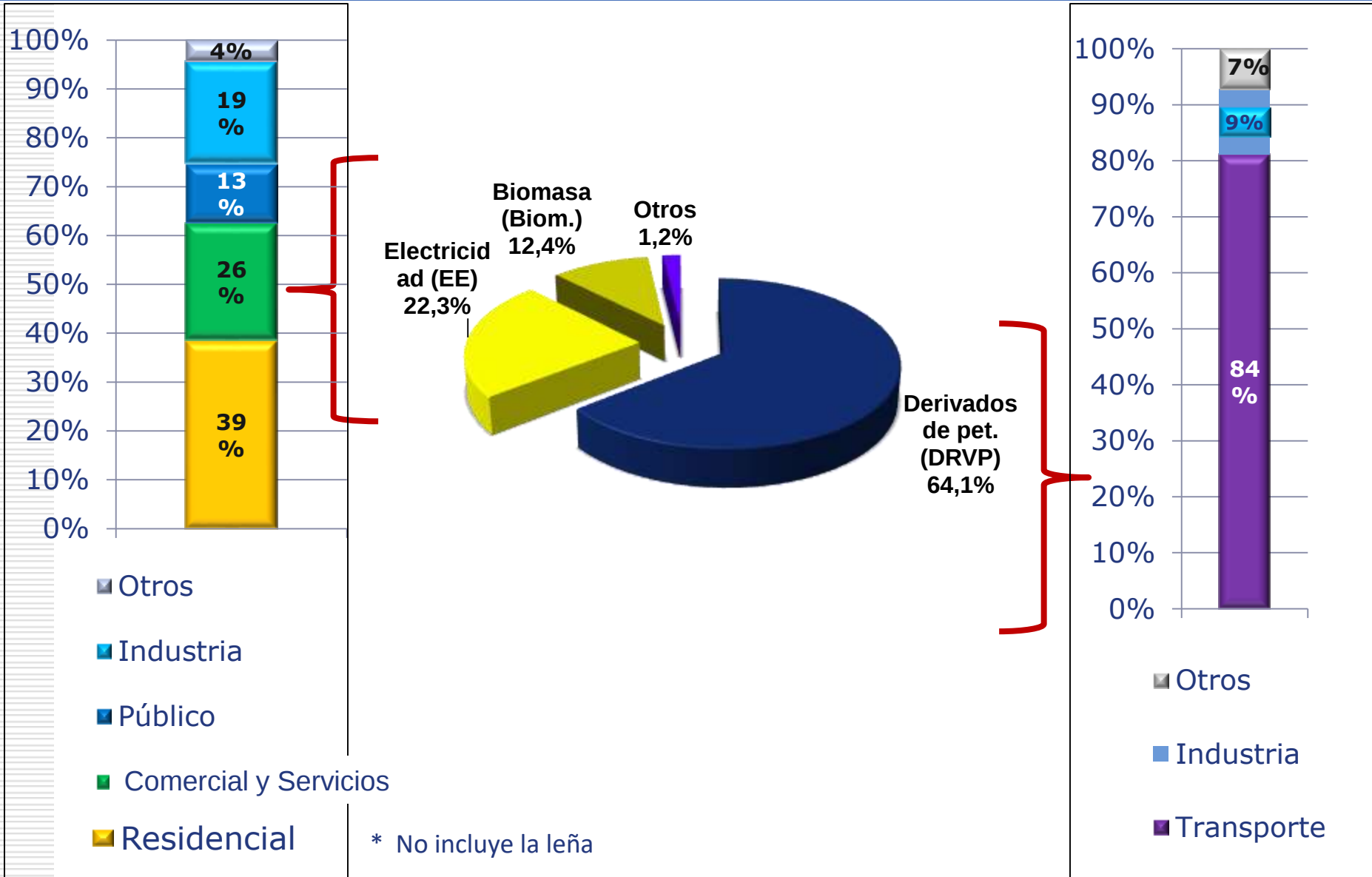
Consumo de Energía Secundaria por Fuente

Año 2019



Consumo Final de Energía Comercial por Fuente

Año 2019

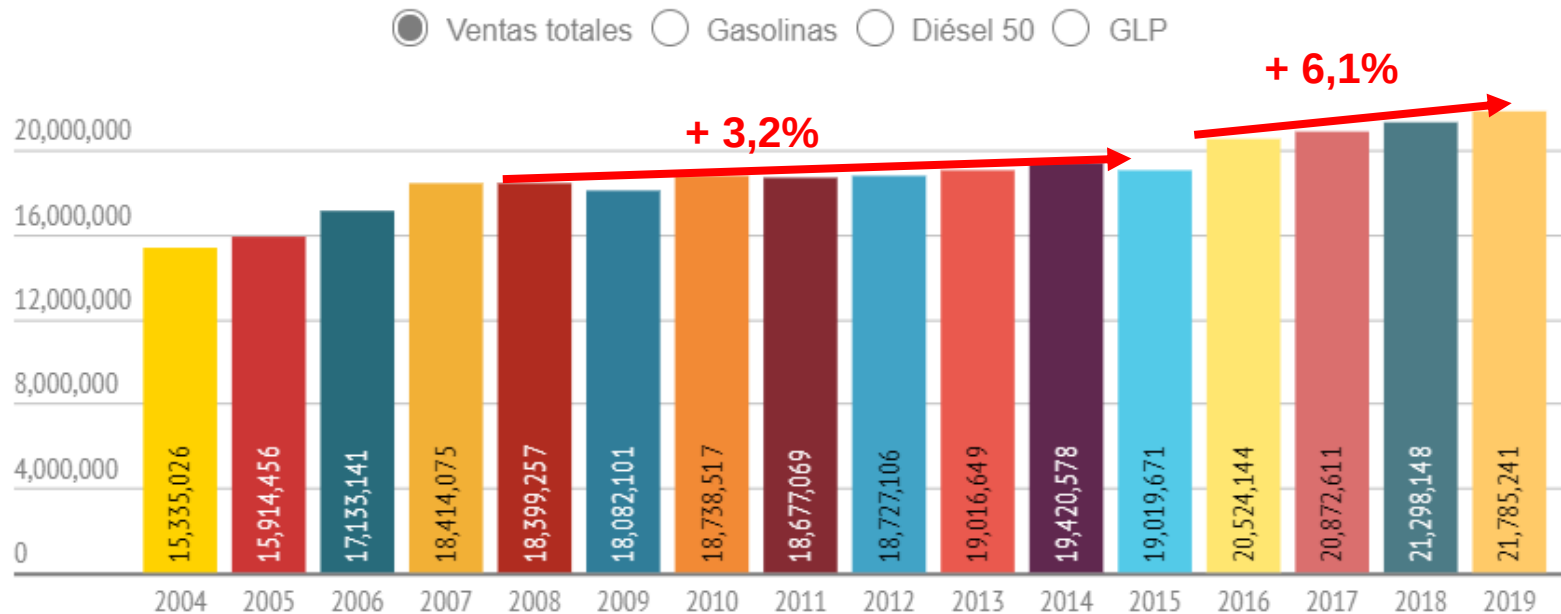




- **Demanda nacional de derivados de petróleo**

Ventas totales 2004-2019

Datos en barriles

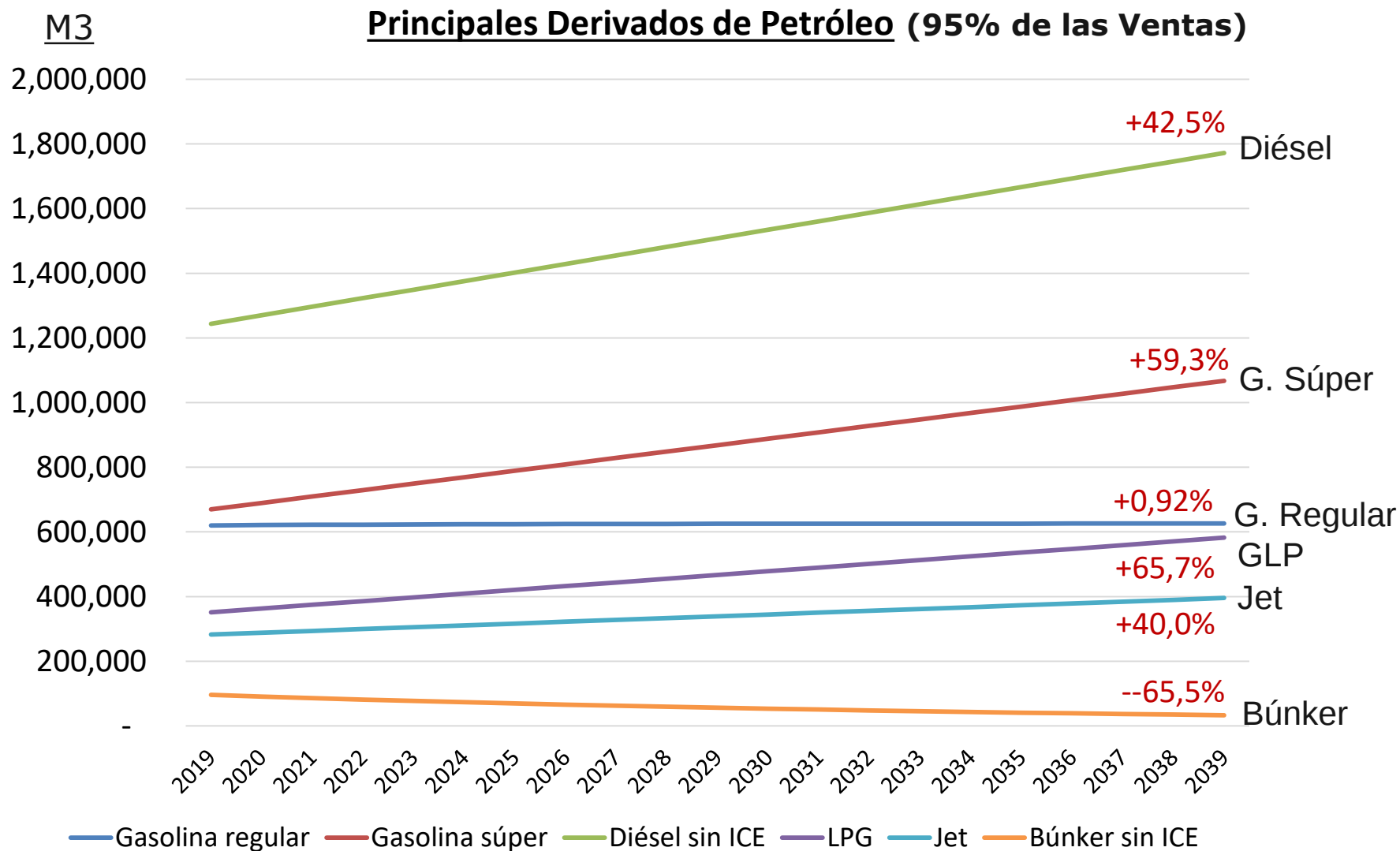


Fuente: RECOPE

Share

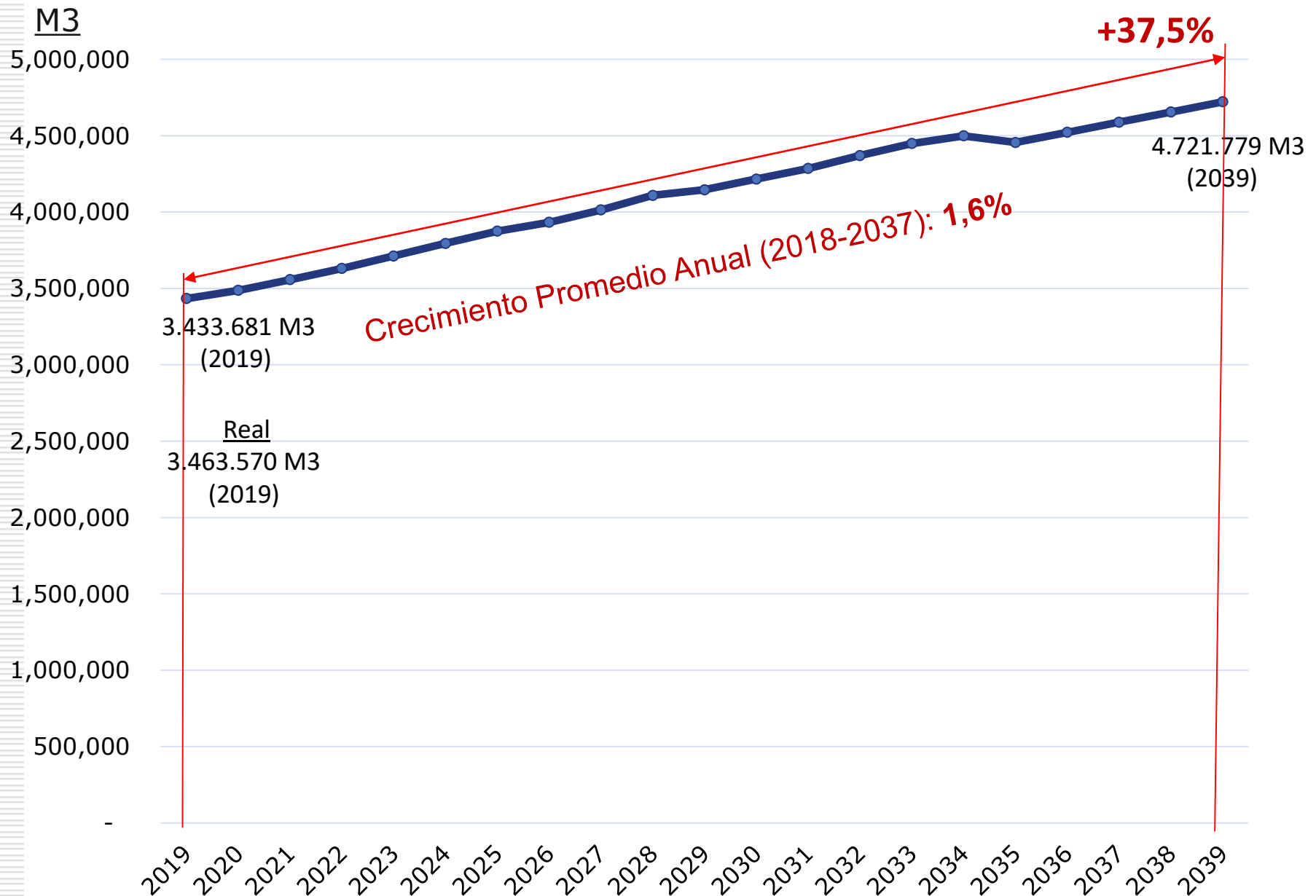
Consumo de los Principales Derivados de Petróleo - Proyecciones 2019-2039

Escenario Medio de RECOPE



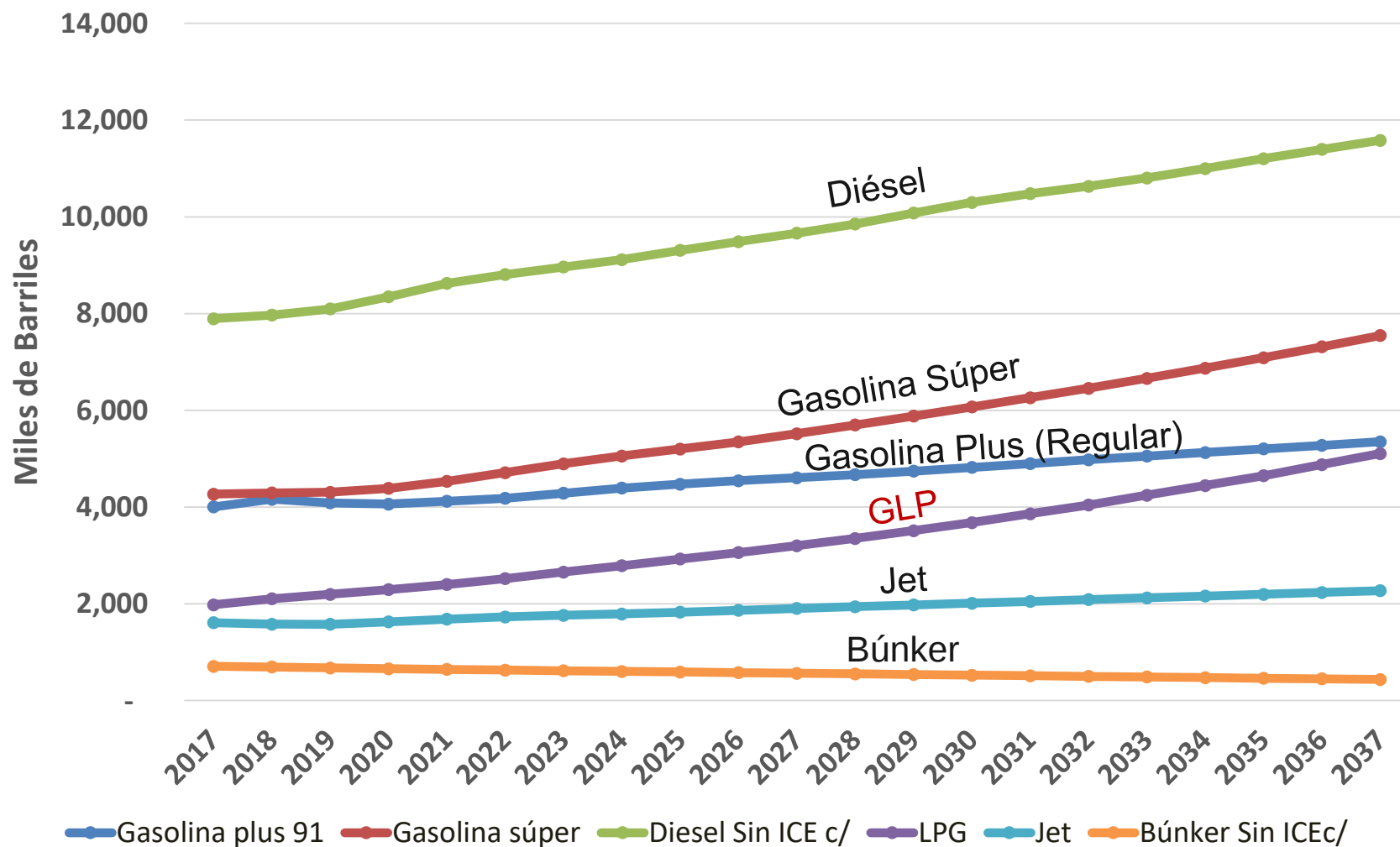
Consumo de Derivados de Petróleo - Proyecciones 2019-2039

Escenario Medio de RECOPE



Proyecciones 2017 – 2037 (Escenario Medio de RECOPE)

Demanda Dervivados de Petróleo (2017-2037)

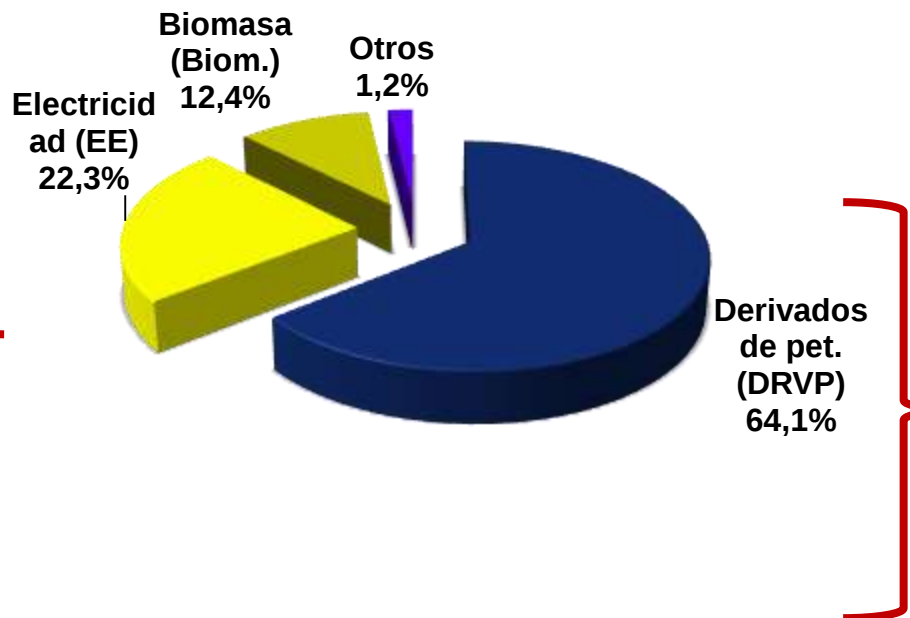
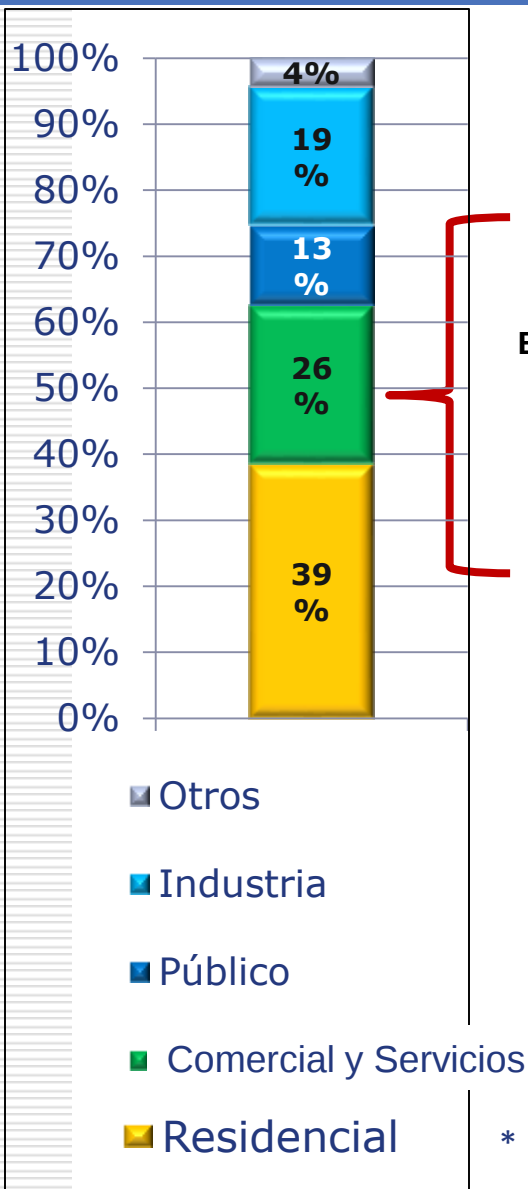




- **Demanda nacional de electricidad**

Consumo Final de Energía Eléctrica

Año 2019



* No incluye la leña

Demanda Eléctrica – Proyecciones ICE (2017-2040)

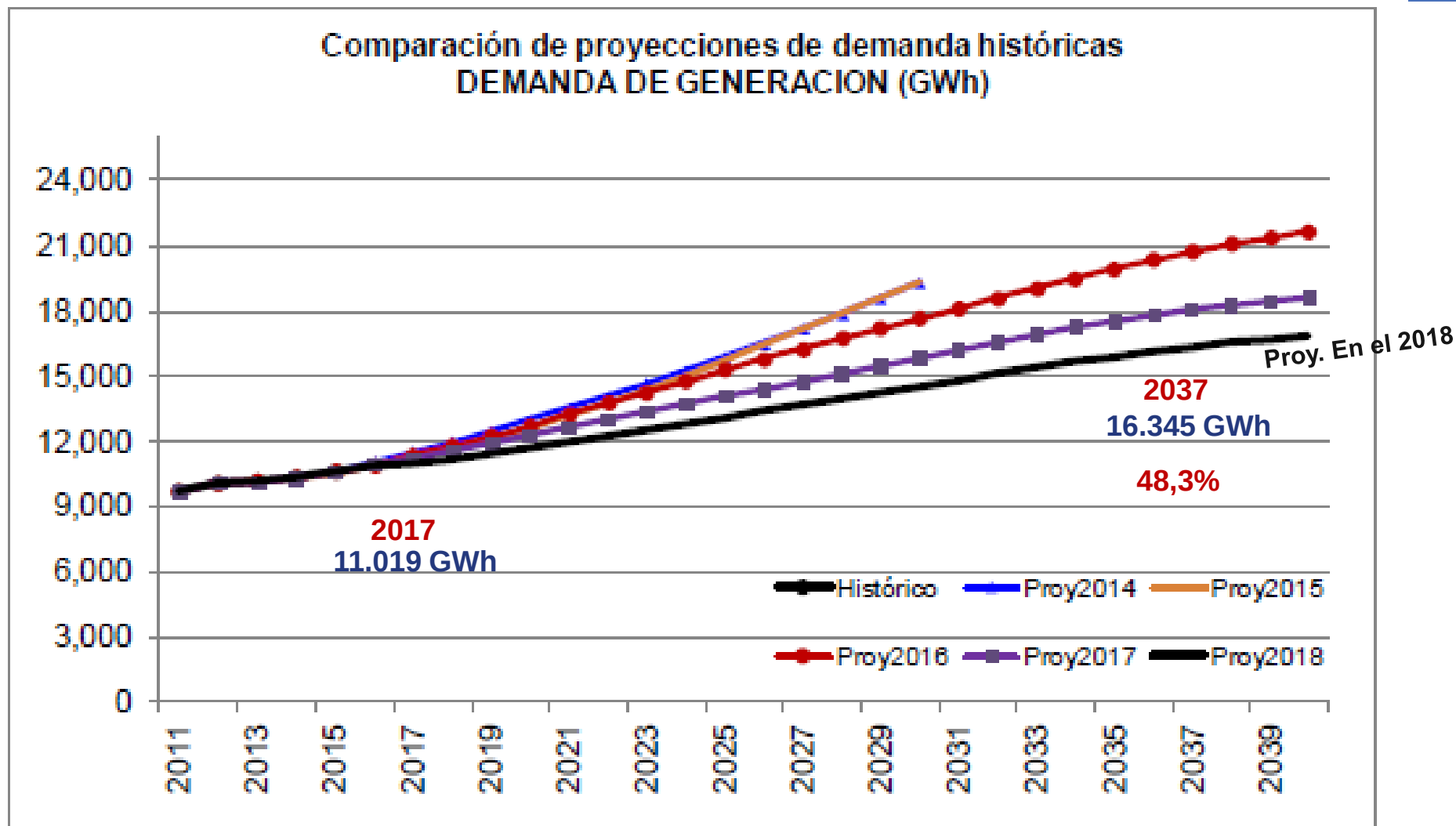
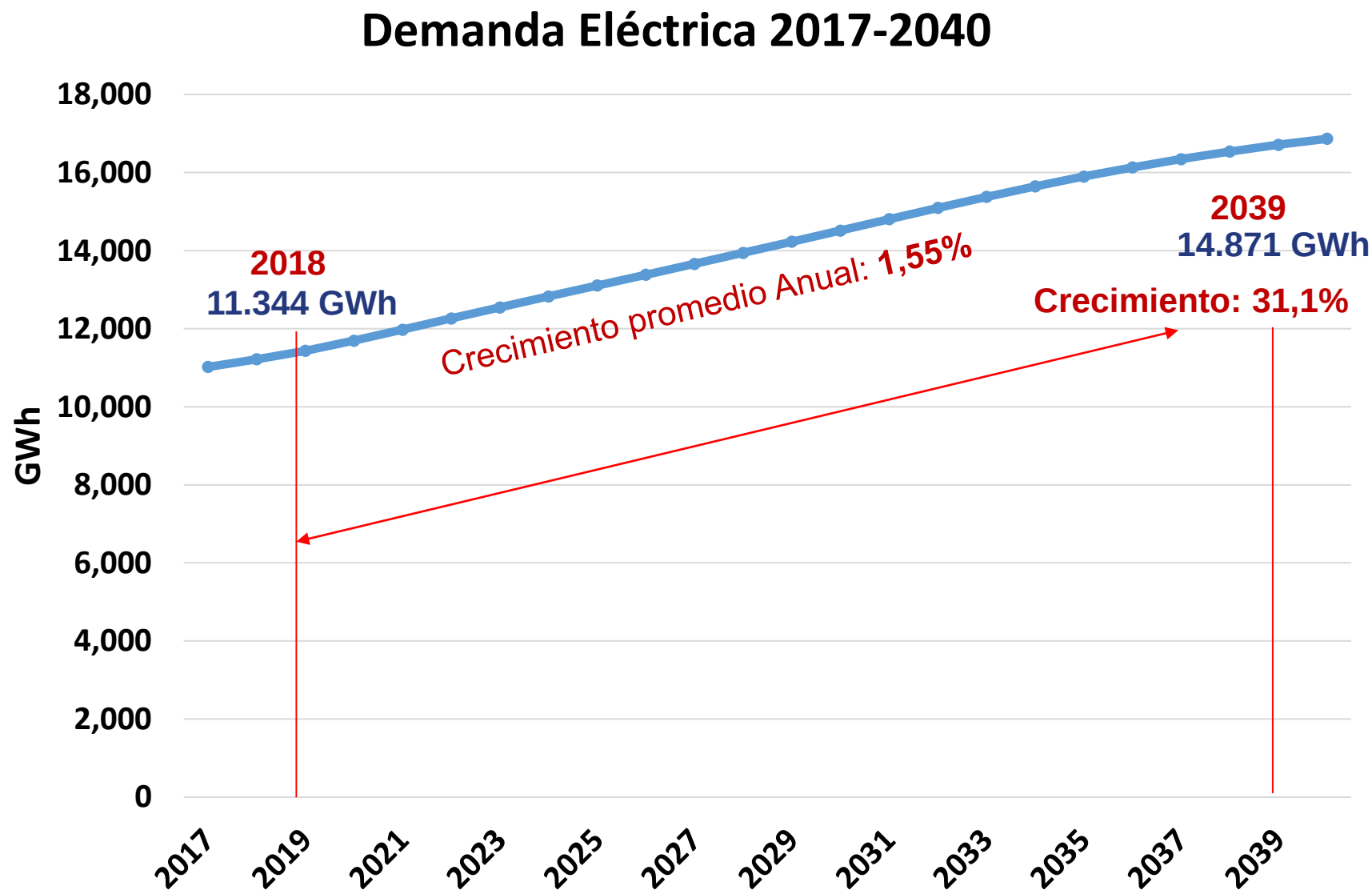


Figura 6.2 Proyecciones de energía en GWh- Escenario medio

Demanda futura de electricidad y de derivados de petróleo



Consumo de Electricidad de Petróleo por Sector

Año	RESIDENCIAL			GENERAL			INDUSTRIA		
	GWh	Variación	% del Total	GWh	Variación	% del Total	GWh	Variación	% del Total
2002	2 721	4.2%	43%	1 608	7.0%	25%	1 863	6.6%	29%
2003	2 855	4.9%	43%	1 776	10.4%	26%	1 909	2.5%	28%
2004	2 952	3.4%	42%	1 919	8.0%	27%	1 951	2.2%	28%
2005	3 059	3.6%	42%	2 069	7.8%	28%	2 050	5.1%	28%
2006	3 185	4.1%	41%	2 235	8.0%	29%	2 205	7.6%	28%
2007	3 284	3.1%	40%	2 443	9.3%	30%	2 249	2.0%	28%
2008	3 346	1.9%	40%	2 601	6.5%	31%	2 207	-1.9%	26%
2009	3 313	-1.0%	40%	2 693	3.5%	33%	2 033	-7.9%	25%
2010	3 357	1.3%	40%	2 832	5.2%	33%	2 088	2.7%	25%
2011	3 386	0.9%	39%	2 906	2.6%	34%	2 090	0.1%	24%
2012	3 474	2.6%	39%	3 067	5.6%	34%	2 149	2.8%	24%
2013	3 468	-0.2%	39%	3 152	2.8%	35%	2 131	-0.8%	24%
2014	3 515	1.4%	39%	3 240	2.8%	36%	2 108	-1.1%	23%
2015	3 609	2.7%	39%	3 347	3.3%	36%	2 125	0.8%	23%
2016	3 720	3.1%	38%	3 491	4.3%	36%	2 225	4.7%	23%
2017	3 770	1.3%	38%	3 543	1.5%	36%	2 235	0.4%	23%
2018	3 841	1.9%	38%	3 606	1.8%	36%	2 267	1.4%	23%
2019	3 898	1.5%	38%	3 712	2.9%	36%	2 290	1.0%	23%

EE (2002-2019): +43,2%

GLP (2002-2019): +67,7%

EE (2002-2019): +22,9%

GLP (2002-2019): +227,7%

Consumo de Electricidad de Petróleo por Sector

Año	RESIDENCIAL			GENERAL			INDUSTRIA		
	GWh	Variación	% del Total	GWh	Variación	% del Total	GWh	Variación	% del Total
2002	2 721	4.2%	43%	1 608	7.0%	25%	1 863	6.6%	29%
2003	2 855	4.9%	43%	1 776	10.4%	26%	1 909	2.5%	28%
2004	2 952	3.4%	42%	1 919	8.0%	27%	1 951	2.2%	28%
2005	3 059	3.6%	42%	2 069	7.8%	28%	2 050	5.1%	28%
2006	3 185	4.1%	41%	2 235	8.0%	29%	2 205	7.6%	28%
2007	3 284	3.1%	40%	2 443	9.3%	30%	2 249	2.0%	28%
2008	3 346	1.9%	40%	2 601	6.5%	31%	2 207	-1.9%	26%
2009	3 313	-1.0%	40%	2 693	3.5%	33%	2 033	-7.9%	25%
2010	3 357	1.3%	40%	2 832	5.2%	33%	2 088	2.7%	25%
2011	3 386	0.9%	39%	2 906	2.6%	34%	2 090	0.1%	24%
2012	3 474	2.6%	39%	3 067	5.6%	34%	2 149	2.8%	24%
2013	3 468	-0.2%	39%	3 152	2.8%	35%	2 131	-0.8%	24%
2014	3 515	1.4%	39%	3 240	2.8%	36%	2 108	-1.1%	23%
2015	3 609	2.7%	39%	3 347	3.3%	36%	2 125	0.8%	23%
2016	3 720	3.1%	38%	3 491	4.3%	36%	2 225	4.7%	23%
2017	3 770	1.3%	38%	3 543	1.5%	36%	2 235	0.4%	23%
2018	3 841	1.9%	38%	3 606	1.8%	36%	2 267	1.4%	23%
2019	3 898	1.5%	38%	3 712	2.9%	36%	2 290	1.0%	23%

EE (2014-2019): +10,9%

GLP (2014-2019): +36,1%

EE (2014-2019): +8,6%

GLP (2014-2019): +20,3%

PLAN DE EXPANSION DE LA GENERACION 2018-2034

Año	DEMANDA				OFERTA				
	Energía GWh	% crec	Pot MW	% crec	Mes	Proyecto	Fuente	Potencia MW	Cap Instalada MW
Capacidad efectiva instalada a Dic2017:									3,530
2018	11,216	1.8%	1,714	1.3%	1	Tejona	Eólico	-3	3,527
					4	Los Negros II	Hidro	28	3,555
					7	PS Cooperativo	Solar	6	3,561
					8	Río Naranjo	Eólico	9	3,570
2019	11,433	1.9%	1,739	1.4%	1	Barranca	Térm	-36	3,534
					1	El Cacao	Eólico	21	3,556
					1	San Antonio Gas	Térm	-37	3,519
					1	Valle Escondido	Solar	5	3,524
					3	Pailas 2	Geot	55	3,579
2020	11,693	2.3%	1,765	1.5%	1	Tejona	Eólico	-7	3,572
2021	11,974	2.4%	1,804	2.2%	2	San Rafael	Hidro	7	3,579
					4	Río Bonilla 1320	Hidro	6	3,584
					10	Río Bonilla 510	Hidro	6	3,591
2022	12,264	2.4%	1,830	1.5%					3,591
2023	12,545	2.3%	1,866	2.0%					3,591
2024	12,826	2.2%	1,897	1.6%	1	Tejona	Eólico	-10	3,581
2025	13,105	2.2%	1,938	2.1%					3,581
2026	13,383	2.1%	1,973	1.8%	1	Borinquen 1	Geot	55	3,636
2027	13,661	2.1%	2,008	1.8%					3,636
2028	13,942	2.1%	2,038	1.5%	1	Eólico	Eólico	50	3,686
					1	Miravalles1	Geot	-42	3,643
					1	Solar	Solar	50	3,693
2029	14,226	2.0%	2,079	2.0%	1	Eólico	Eólico	50	3,743
					1	Miravalles1- Modern	Geot	35	3,778
					1	Solar	Solar	100	3,878
2030	14,513	2.0%	2,108	1.4%	1	Borinquen 2	Geot	55	3,933
					1	Miravalles2	Geot	-42	3,891
2031	14,804	2.0%	2,146	1.8%	1	Miravalles2- Modern	Geot	35	3,926
2032	15,094	2.0%	2,177	1.5%					3,926
2033	15,375	1.9%	2,219	1.9%	1	Eólico	Eólico	50	3,976
2034	15,645	1.8%	2,253	1.5%	1	Eólico	Eólico	100	4,076

La revolución energética: tendencias y oportunidades



Muchas
Gracias



Dr. Roberto Dobles

Octubre 2020