CONFERENCIA

GUILLERMO GARCÍA ALCOCER

ECONOMISTA, PROFESOR DEL ITAM
Y ASOCIADO COMEXI

Be ENERGY

NETWORKING DIGITAL ORGANIZADO POR
Petróleo & energía

ALIADO ESTRATÉGICO
Oil & Gas ALLIANCE

ORGULLOSO PATROCINADOR
Valero

ORGULLOSO PATROCINADOR
GRUPO HOSTO

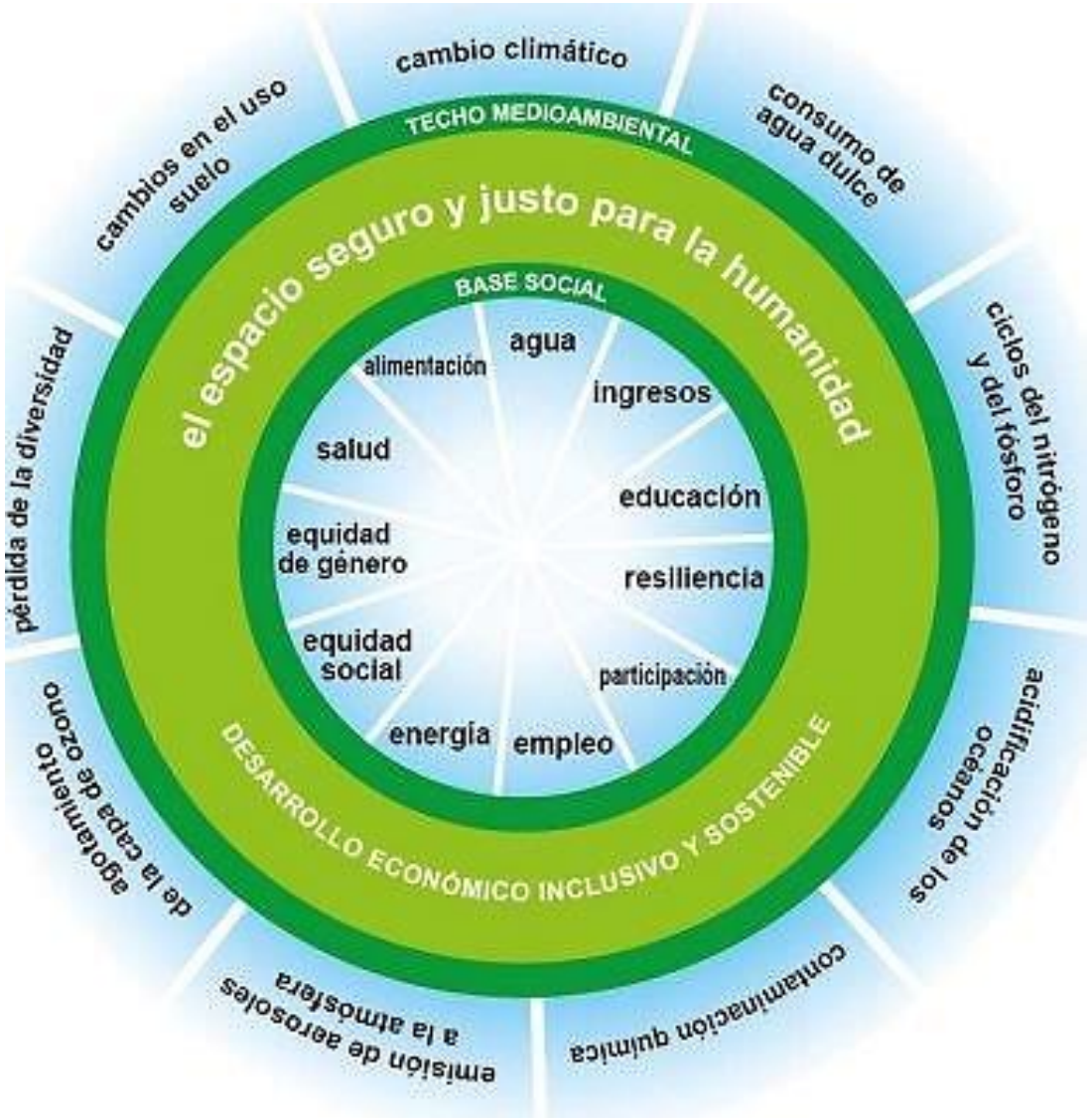
ORGULLOSO PATROCINADOR
MNJ CAPITAL

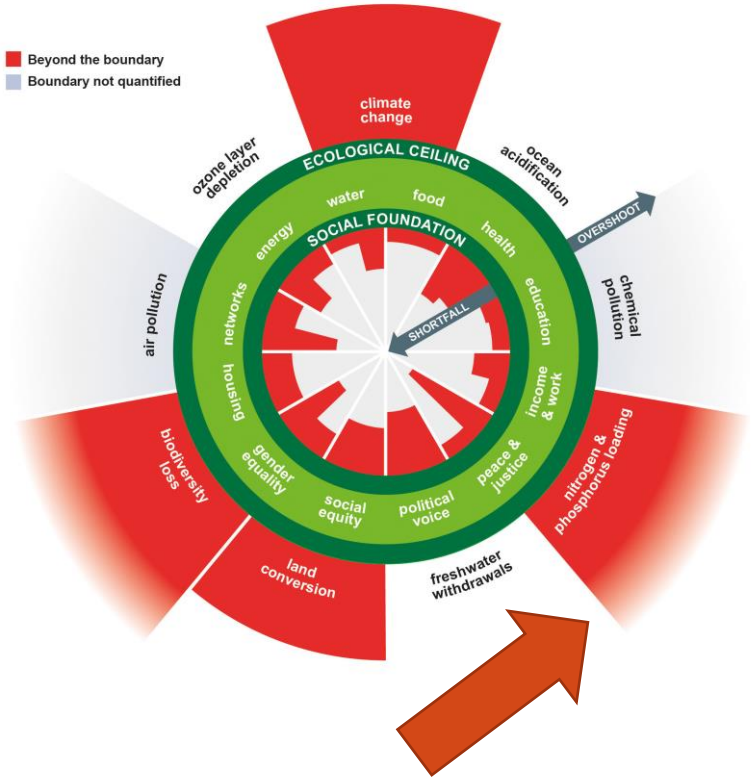
EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

28 de junio de 2020

Guillermo I. García Alcocer
Profesor e Investigador
ITAM
garcialcocer@itam.mx

Economía de la dona: desarrollo económico inclusivo y sostenible

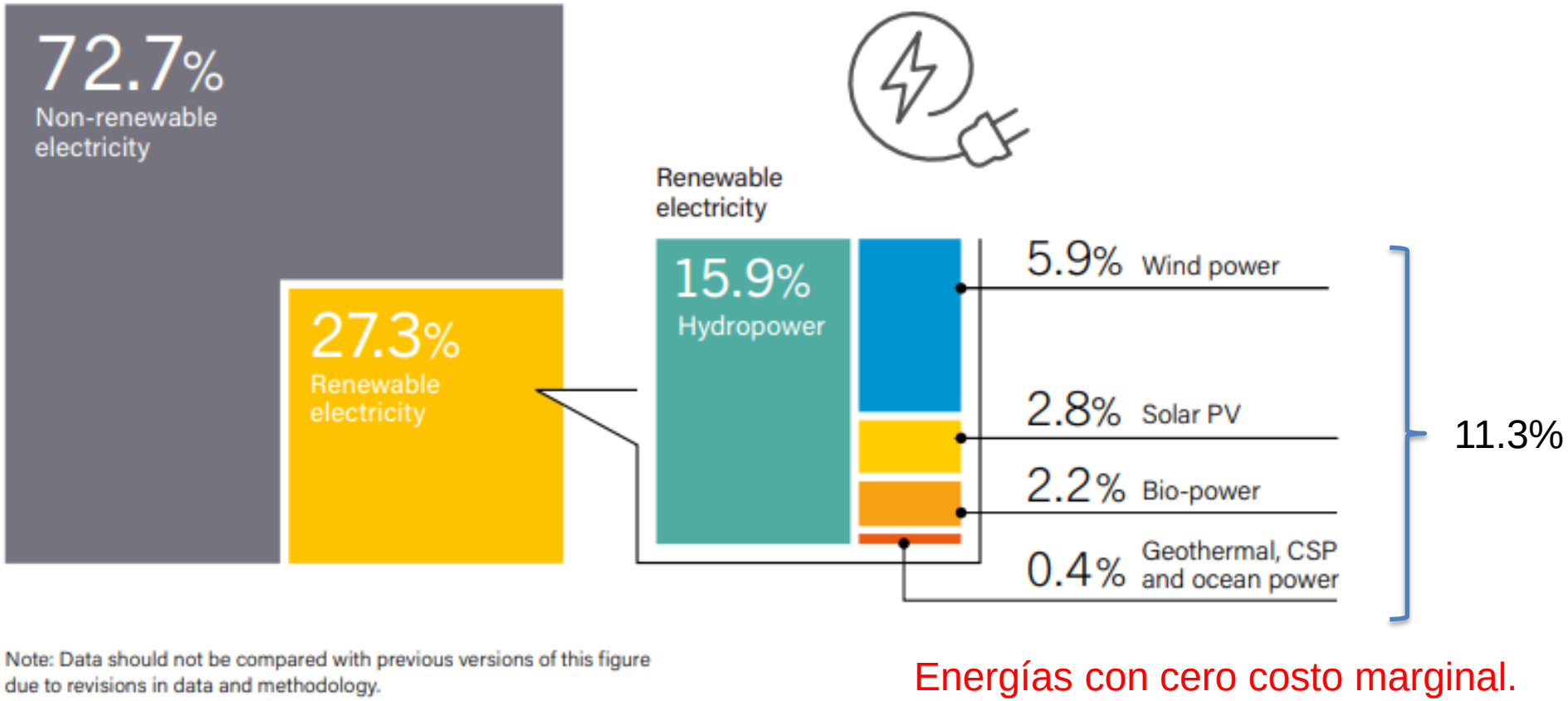




La actividad humana libera nitrógeno al ambiente por la quema de combustibles fósiles y el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura. Los altos niveles de nitrógeno atmosférico contribuyen a la producción de lluvia ácida y al efecto invernadero.

Fuente: https://www.kateraworth.com/doughnut/

Participación porcentual de las energías renovables en la generación global de electricidad (2019)



Note: Data should not be compared with previous versions of this figure due to revisions in data and methodology.

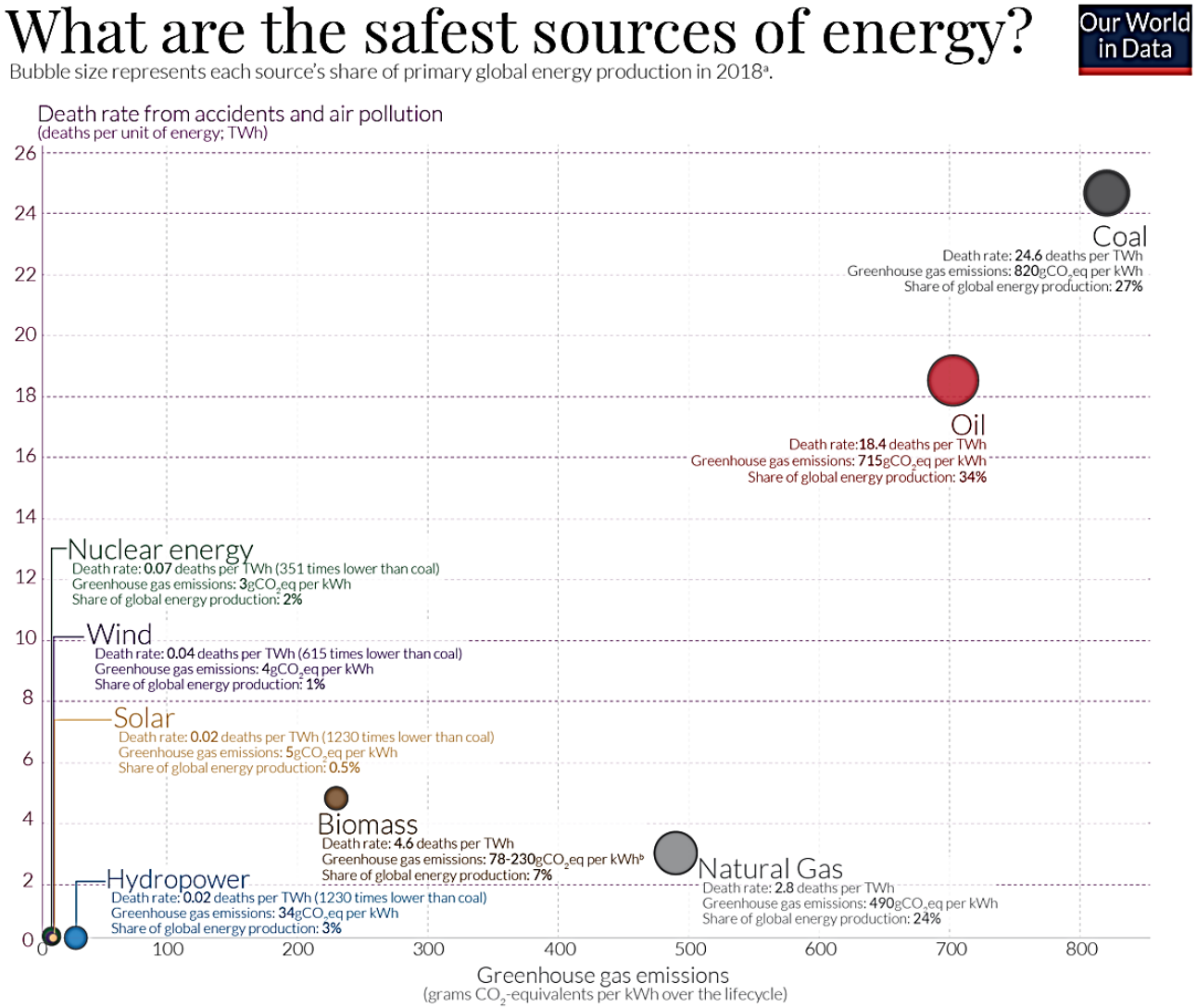
Energías con cero costo marginal.
Variables, no intermitentes

Fuente: REN21, “Renewables 2020 Global Status Report”: https://www.ren21.net/reports/global-status-report/?gclid=CjwKCAjw26H3BRB2EiwAy32zheeeFjTzgDpyvEocGFd-9adhd6atkE00BdwmfQTeU18LUFCIlEM9zhoClp8QAvD_BwE

La energía renovable contribuye a disminuir muertes prematuras por contaminación y a reducir los gases de efecto invernadero

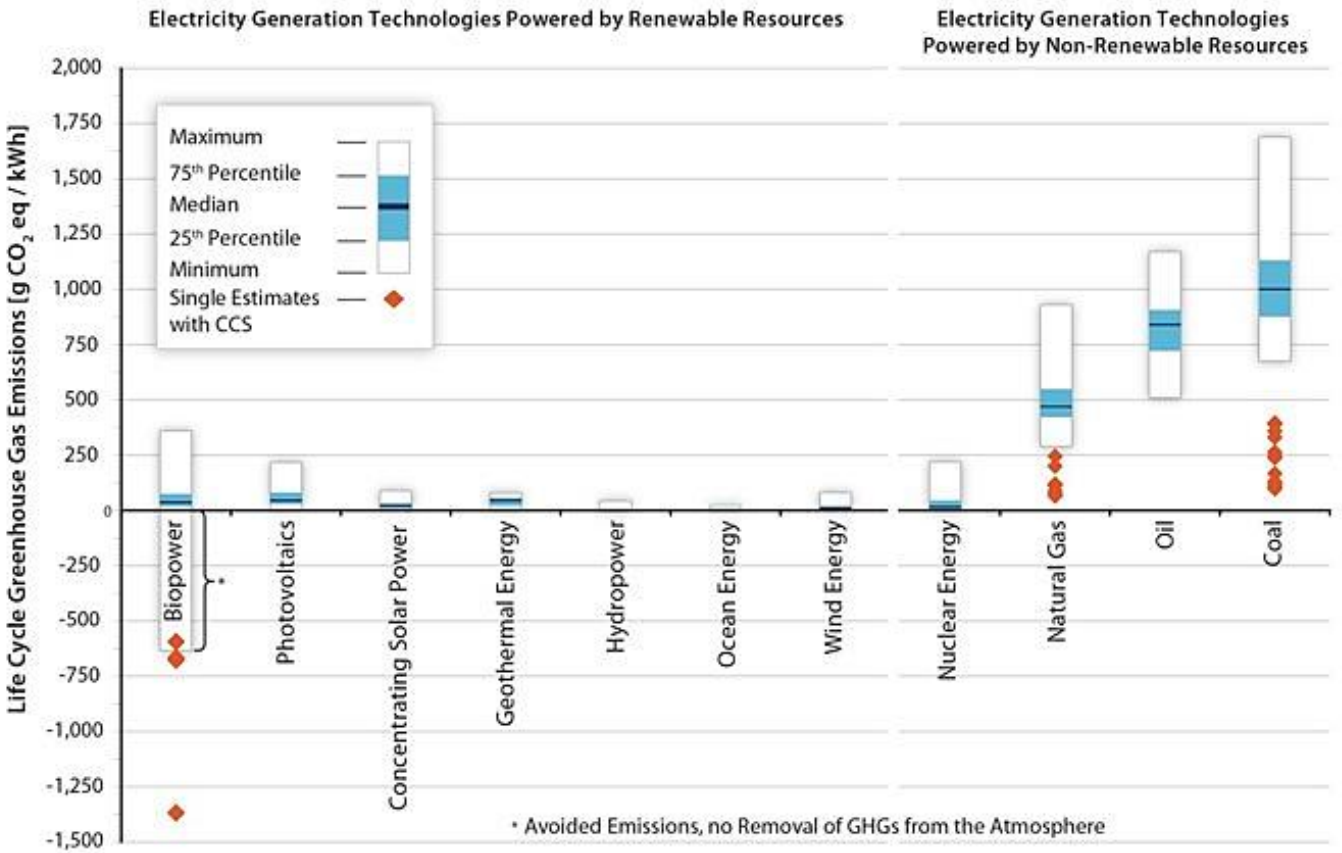
- Muertes por accidentes y contaminación del aire (eje vertical)
- Emisiones de gases de efecto invernadero (eje horizontal)

Renovables < < <
Hidrocarburos



Fuente: https://ourworldindata.org/energy

La energía renovable presenta menores emisiones de efecto invernadero si se considera todo el ciclo de vida de los proyectos desde sus insumos hasta su desmantelamiento



	Biopower	Photovoltaics	Concentrating Solar Power	Geothermal Energy	Hydropower	Ocean Energy	Wind Energy	Nuclear Energy	Natural Gas	Oil	Coal
Count of Estimates	222(+4)	124	36	8	28	10	126	125	83(+7)	24	169(+12)
Count of References	52(+0)	26	10	6	11	5	49	32	36(+4)	10	50(+10)

Fuente: Life Cycle Assessment Harmonization, NREL.

Las energías solar y eólica son baratas

Figure ES.1 Global weighted average levelised cost of electricity from utility-scale renewable power generation technologies, 2010 and 2019

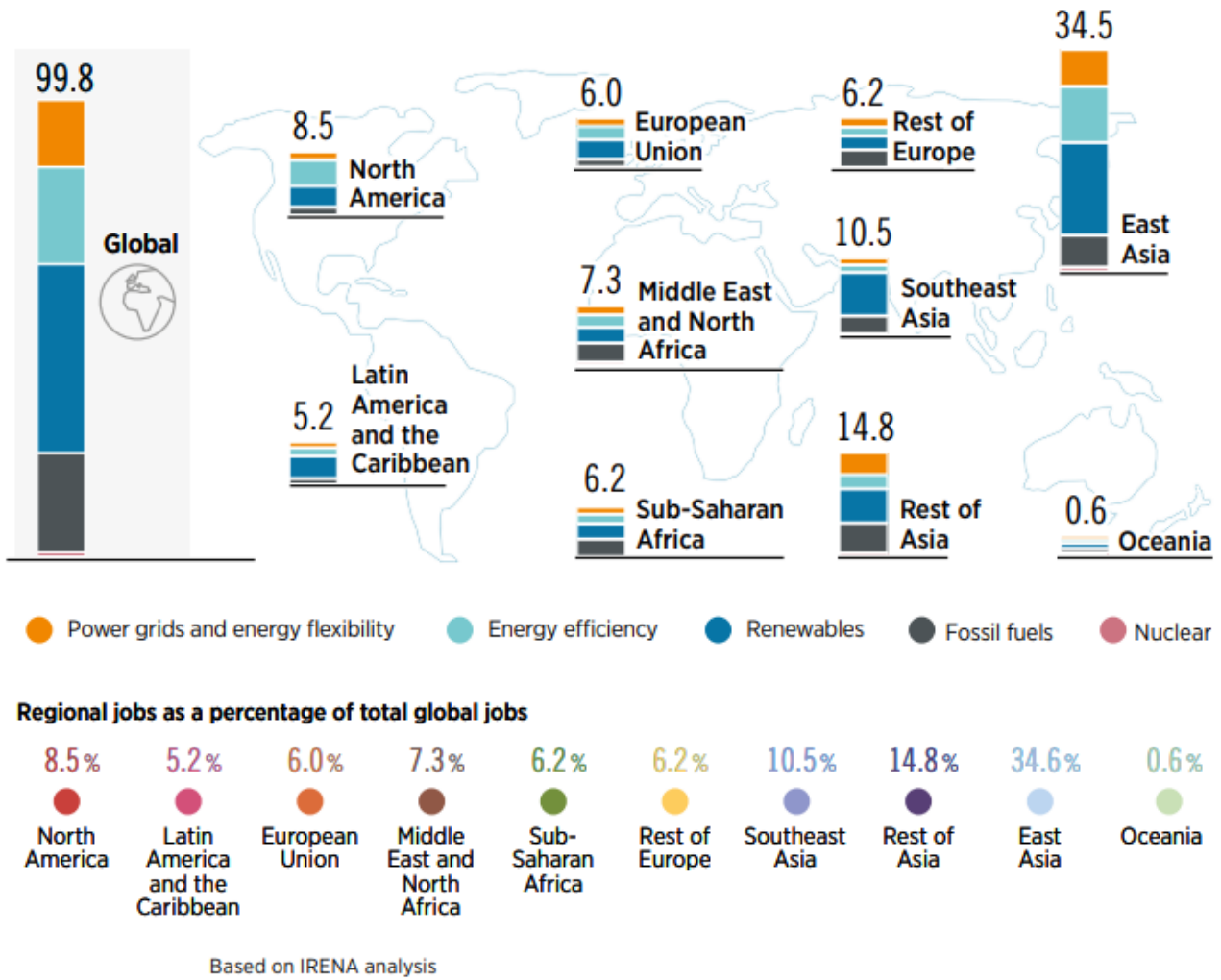
Note: This data is for the year of commissioning. The thick lines are the global weighted-average LCOE value derived from the individual plants commissioned in each year. The project-level LCOE is calculated with a real weighted average cost of capital (WACC) is 7.5% for OECD countries and China and 10% for the rest of the world. The single band represents the fossil fuel-fired power generation cost range, while the bands for each technology and year represent the 5th and 95th percentile bands for renewable projects.

Fuente: Renewable power generation costs in 2019, https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019

Las renovables tienen un gran potencial en la creación de empleos

Figure S.12 A hundred million energy jobs: Regional distribution

Energy sector jobs in 2050 under the Transforming Energy Scenario, by region



Fuente: IRENA, Global Renewables Outlook, 2020. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_Summary_2020.pdf?la=en&hash=1F18E445B56228AF8C4893CAEF147ED0163A0E47

¿Quién genera más empleos (directos e indirectos) con una inversión de 10 millones de dólares?

Renovables

75
trabajos

Eficiencia

77
trabajos

Fósiles

27
trabajos

Fuente:COVID-19: How a Global Pandemic Could Accelerate the Energy Transition, https://www.garp.org/#!/risk-intelligence/energy/all/a1Z1W000005VhRtUAK

Algunos datos de empleo en México y EEUU

El costo de energía representa alrededor del 50% de la estructura de costos de la manufactura en México.

La energía renovable tuvo un papel relevante para contribuir a la reactivación en la crisis económica global anterior (2008), los gobiernos y la sociedad fomentaron el desarrollo de las tecnologías renovables y crearon un gran número de empleos.

Una experiencia exitosa ha sido la de Estados Unidos.

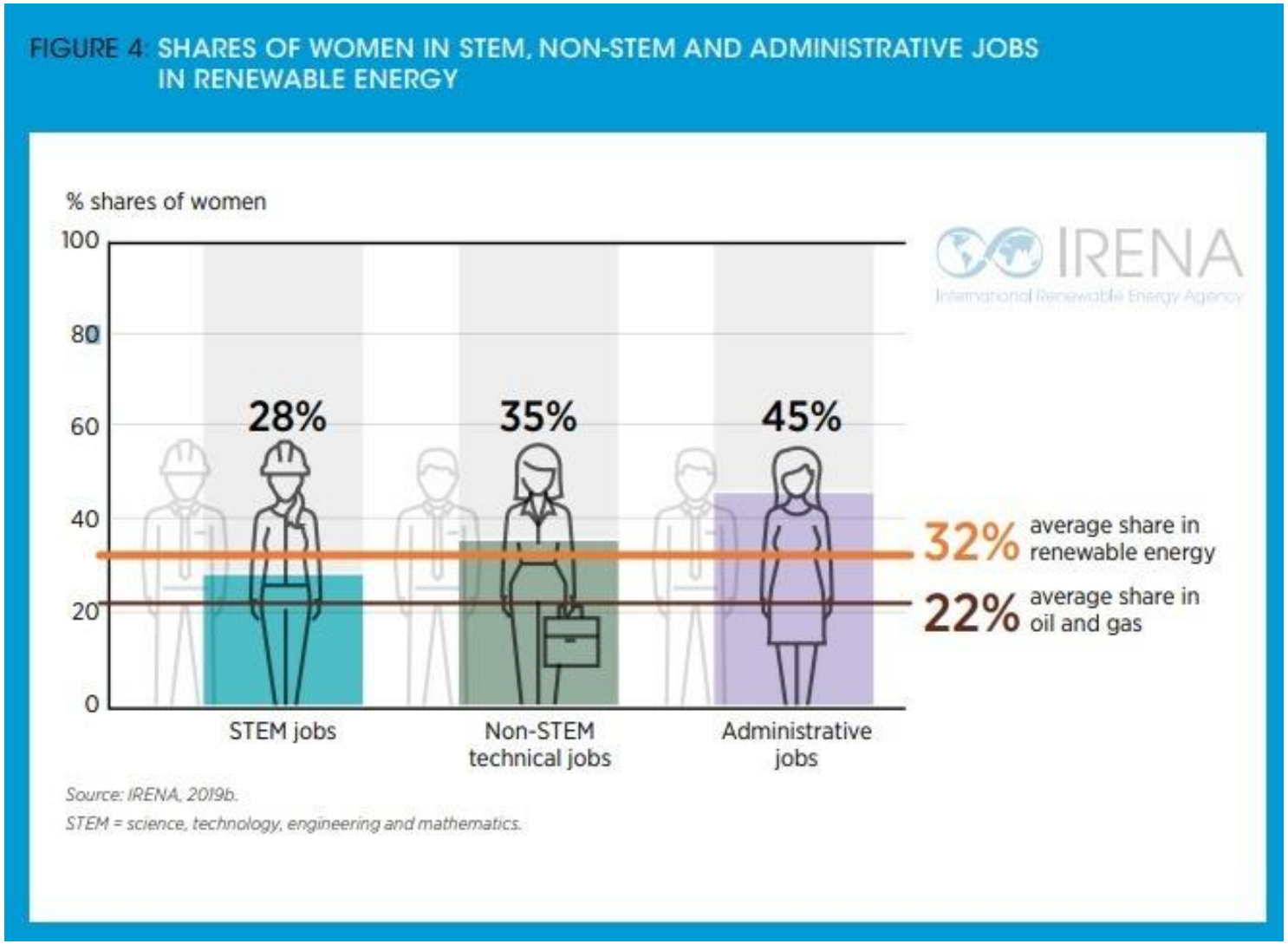
- Para 2019 alcanzó 242 mil empleos en energía solar y 114 mil en energía eólica.
- Solamente en el estado de California se estiman 126 y 5.7 mil empleos, respectivamente.
- El Buró de Estadísticas Laborales de EE. UU. destaca que los trabajos que tendrán una dinámica más favorable para 2026 serán los de instalador de paneles (105%) y técnico en energía eólica (96%).

En México se vivió un fenómeno similar.

- A la fecha se emplea permanentemente a más de 64 mil personas en proyectos solares de gran escala, según ASOLMEX.
- ANES, calcula 20 mil empleos en la instalación de techos solares.
- Por su parte, AMDEE reconoce más de 11 mil empleos permanentes en energía eólica y pronostica 35 mil puestos de trabajo adicionales en 5 años de haber condiciones adecuadas.

Fuente: García Alcocer, El sector renovable en México durante la crisis sanitaria y su importancia para la recuperación, http://centrocovid.itam.mx/es/90/contenido/el-sector-renovable-en-mexico-durante-la-crisis-sanitaria-y-su-importancia-para-la

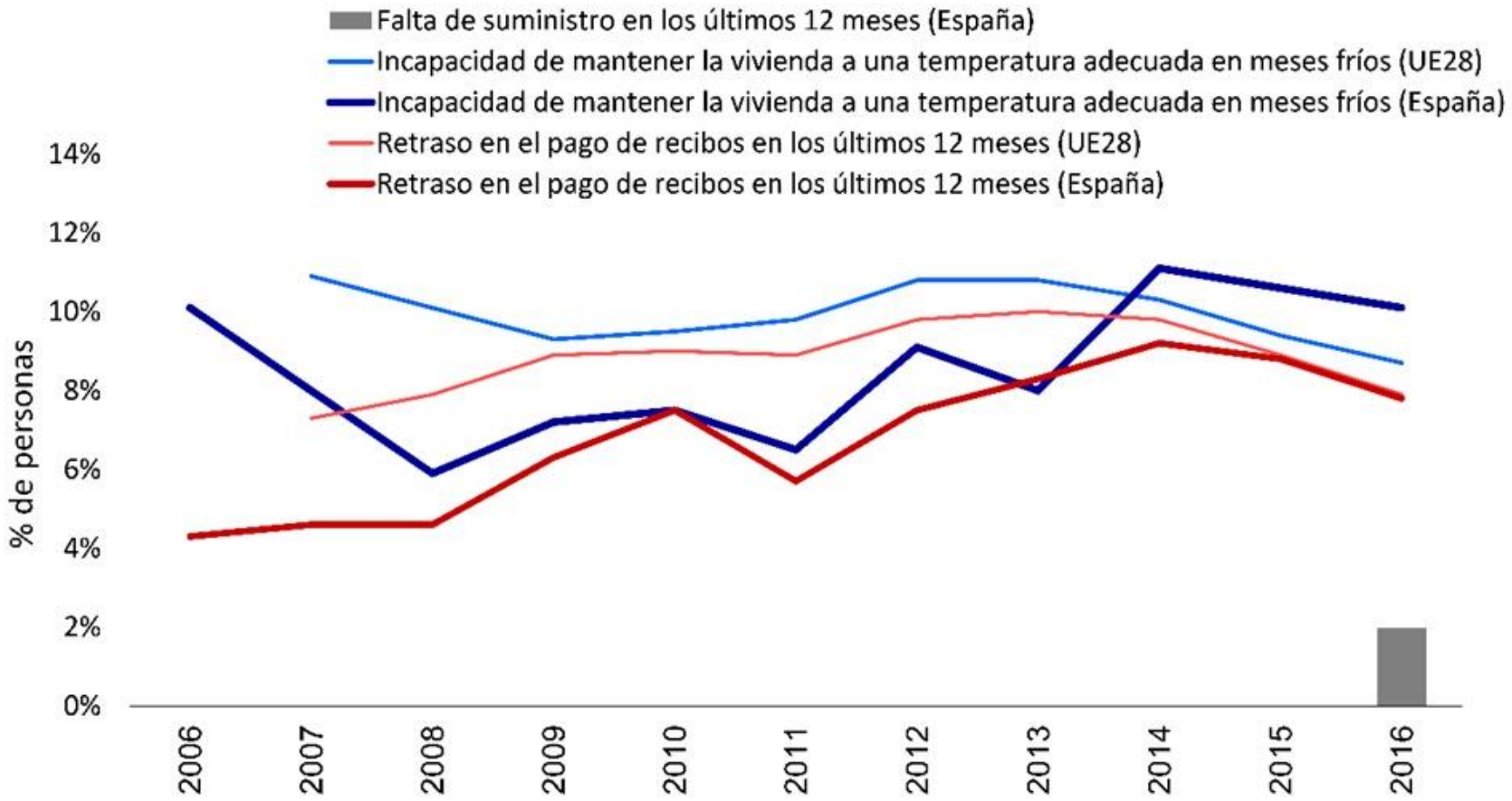
Las energías limpias tienen contribuyen a la equidad de género



Fuente: IRENA, https://www.irena.org/publications/2019/Jun/Renewable-Energy-and-Jobs-Annual-Review-2019

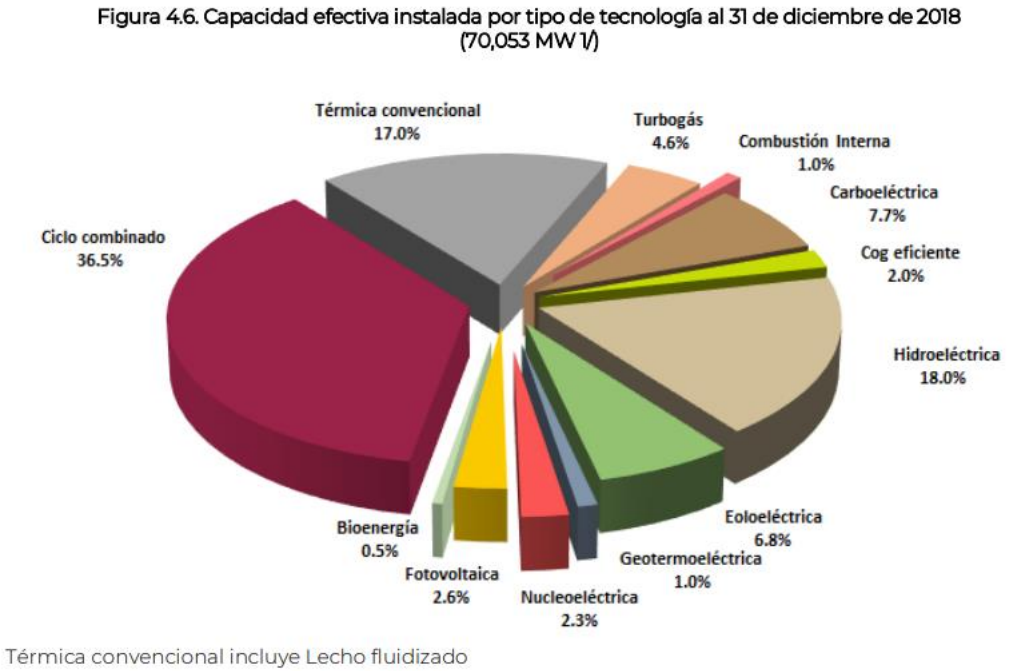
Las energías limpias pueden disminuir la pobreza energética

Porcentaje de personas que no pueden permitirse mantener su vivienda con una temperatura adecuada, con retrasos en el pago de recibos en los últimos 12 meses (España y UE28) y falta de suministro en los últimos 12 meses (España)

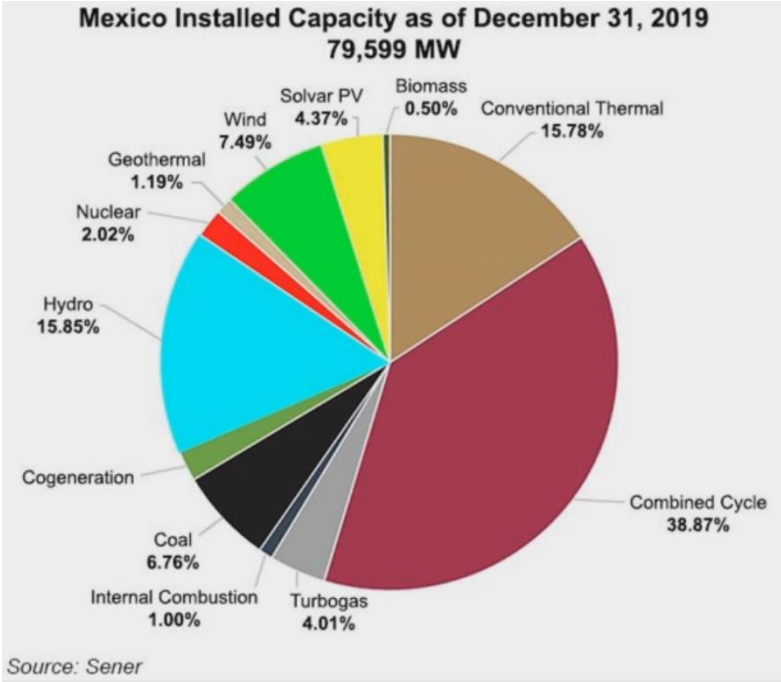


Fuente: https://www.energias-renovables.com/ahorro/pobreza-energetica-los-mas-vulnerables-hoy-lo-20180424

Energías Limpias en México



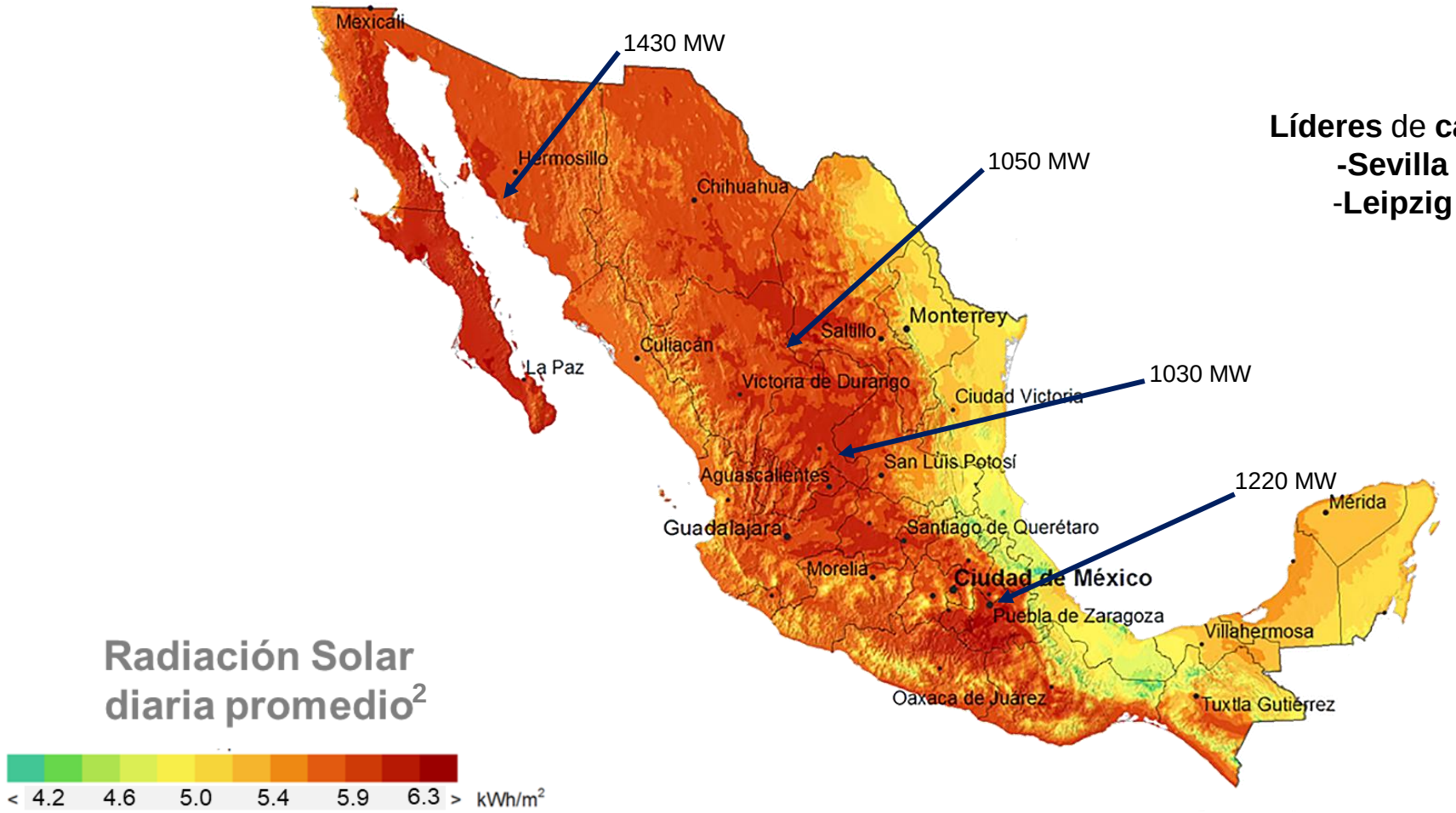
Solar + Eólico = 9.4%



Solar + Eólico = 11.86%

Fuente: Prodesen, 2019-2033, CENACE.
https://www.cenace.gob.mx/Docs/Planeacion/ProgramaRNT/Programa%20de%20Ampliaci%C3%B3n%20y%20Modernizaci%C3%B3n%20de%20la%20RNT%20y%20RGD%202019%20-%202033.pdf

En promedio, México registra una radiación solar diaria de 5.5 kWh/m²

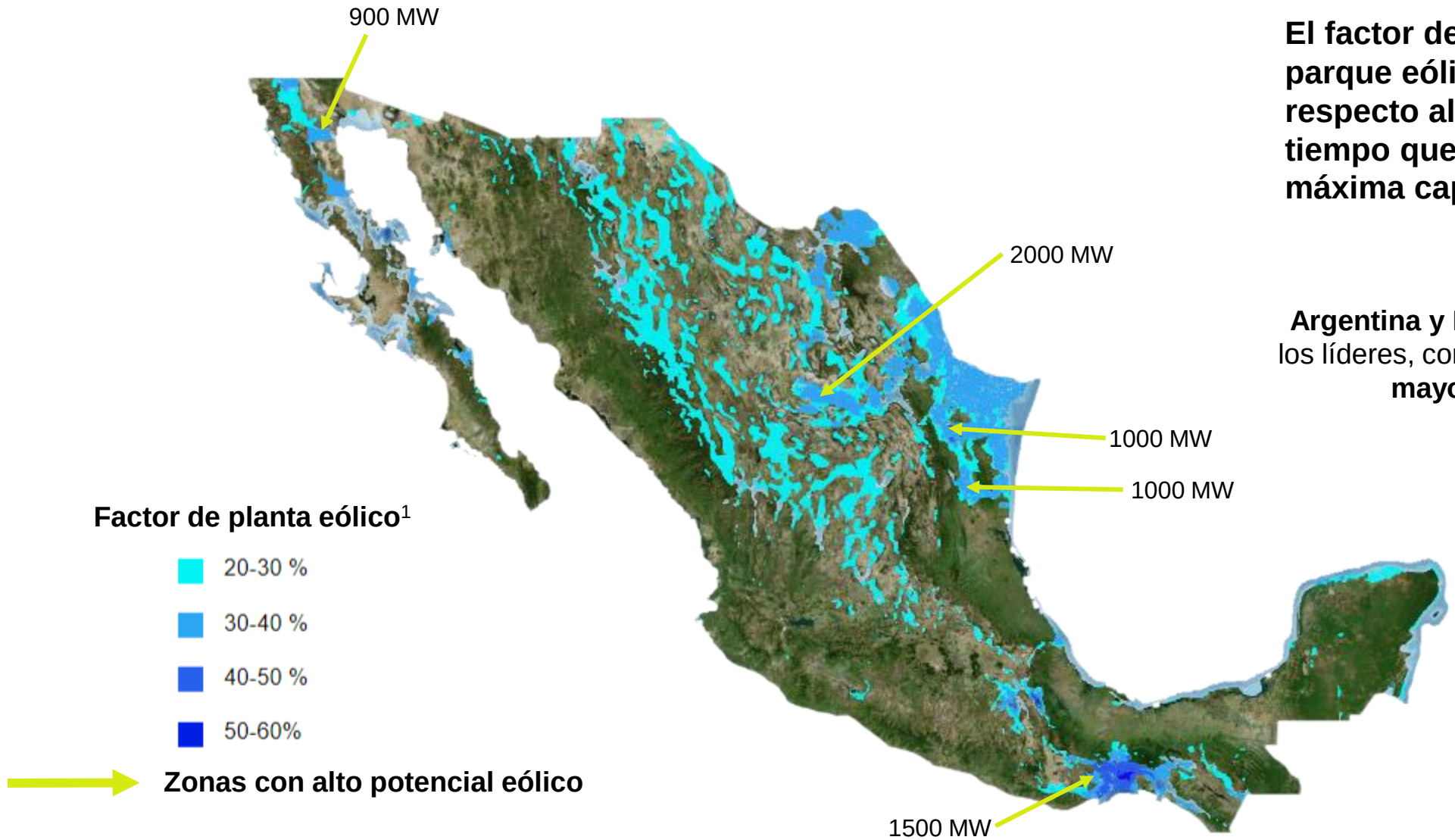


Líderes de **captación solar** europea[1]:
-Sevilla con **4.7 kWh/m²** -día
-**Leipzig** con **2.7 kWh/m²** -día

Zonas con alto potencial solar

1/ Sistema Geográfico de Información Fotovoltaica de la Comisión Europea
2/ SOLARGIS, http://solargis.com/products/maps-and-gis-data/free/download/mexico

México cuenta con un factor de planta competitivo que fluctúa entre el 20% y el 50%.



El factor de planta de un parque eólico se mide con respecto al porcentaje de tiempo que este opera a su máxima capacidad en un año.

Argentina y Nueva Zelanda son los líderes, con **factores de planta mayores a 50%**[2]

1/ SENER. “Atlas de Zonas con Energías Limpias”, 2017: https://dgel.energia.gob.mx/azel/
2/ http://www.pnas.org/content/106/27/10933/F7.expansion.htm

Evolución del debate Internacional sobre las Energías Limpias [1/]

- Renovables son marginales, requieren de amplios subsidios para poder desarrollarse. ¿Cuál es el subsidio óptimo? (antes de 2015, casos de España y Alemania).

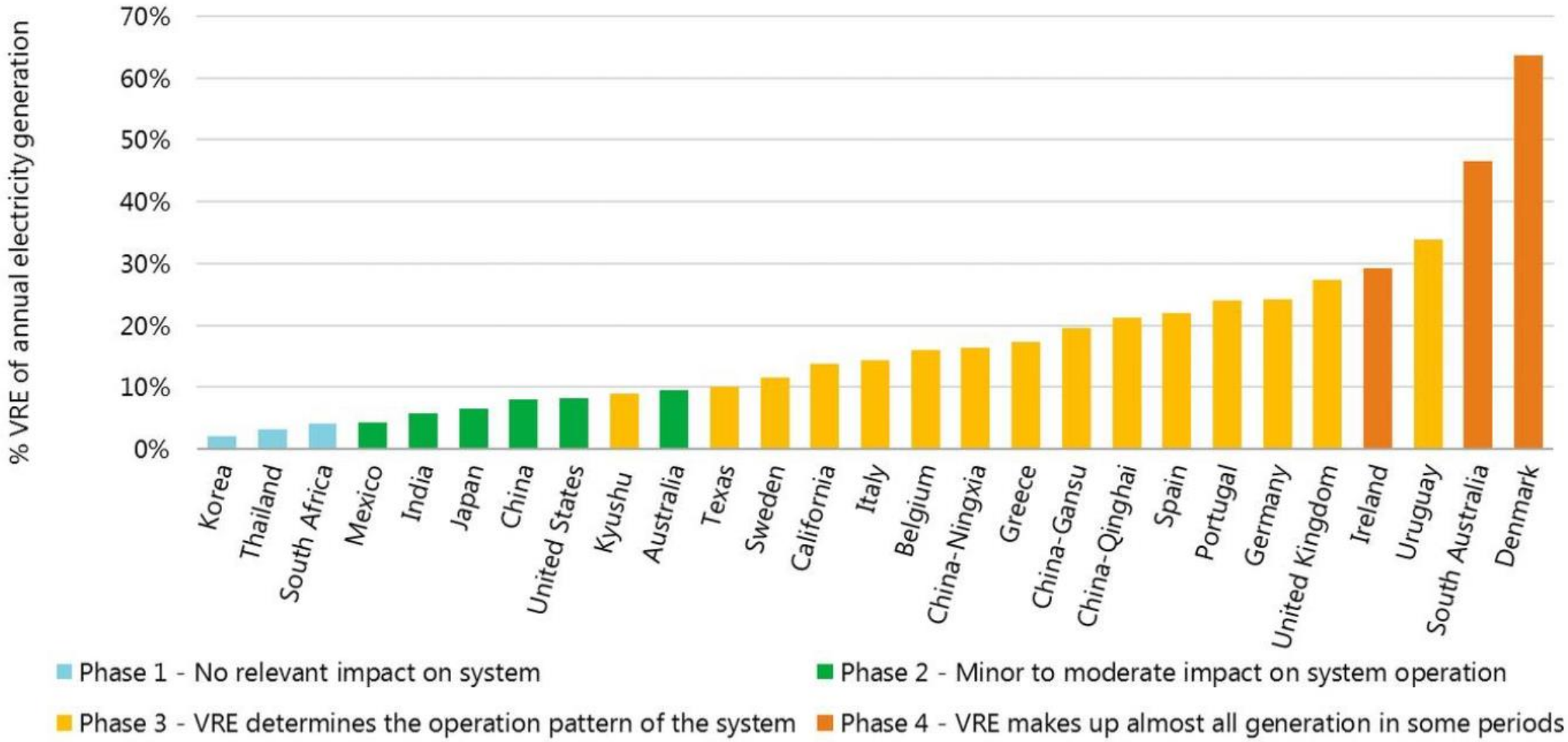
- Renovables de bajo costo no requieren de subsidios, pero requieren de desarrollo de red de transmisión (2015-2018).

- Renovables baratos están afectando la economía de plantas tradicionales y las plantas de carga base requieren de subsidios para no cerrar (2017 a la fecha, debate en EEUU).

- Los renovables están presentes en cada vez más regiones a diferentes escalas, se debe replantear cómo debe funcionar el mercado eléctrico. Empresas tradicionales deben dedicarse a proveer servicios altamente rentables de transmisión (2019-en adelante).

1/ Fuente: EPRI, seminario de verano 2019.

Participaciones de energías solar y eólica en sistemas eléctricos



Fuente: IEA, Status of Power System Transformation, 2019. https://www.iea.org/reports/status-of-power-system-transformation-2019

Al día de hoy, operan casi 280 centrales de energía limpia en 30 estados de la República, las cuales representan una capacidad instalada de 24 mil MW (30% del total de la capacidad instalada en el país)/1

Estado						
Aguascalientes	4					2
Baja California	1	2		1		
Baja California Sur	3			1		
Campeche						1
Chiapas		2	7			3
Chihuahua	8		2			2
Coahuila	3	2	1			2
Colima						1
Durango	9		1			2
Guanajuato	3		1			1
Guerrero			4			
Hidalgo			1			2
Jalisco	3	2	13			8
México	2		3			2
Michoacán			14	1		2
Morelos						3
Nayarit			4	1		2
Nuevo León		3				3
Oaxaca		24	2			4
Puebla		1	21	1		3
Querétaro	1					2
Quintana Roo		1				1
San Luis Potosí	1	1	3			4
Sinaloa			6			2
Sonora	6	1	3			
Tabasco						3
Tamaulipas		8	1			2
Veracruz			13		1	21
Yucatán		2				
Zacatecas		2				
Total	**44**	**51**	**100**	**5**	**1**	**78**

Total
279

1/ Capacidad Instalada: 81 mil MW. Información de la CRE al cierre de 2018
2/ Capacidad instalada en el estado por tecnología

Hacia 2021, en 30 estados de la República se desarrollarían más de 200 nuevas centrales de energía limpia/1, que representan una capacidad instalada de 19.5 mil MW

Estado					
Aguascalientes	11				
Baja California	3	2			
Baja California Sur	2				2
Campeche		2			
Chiapas					1
Chihuahua	15		1		
Ciudad de México	1				
Coahuila	11	5			
Durango	14				
Guanajuato	6	1			
Guerrero			1		
Hidalgo	4	1	4		1
Jalisco	7	2	4	1	
México	1		1		3
Michoacán				1	
Morelos	2				
Nayarit				1	
Nuevo León	1	2			
Oaxaca		1	1		
Puebla	5		4		
Querétaro	1	1			
Quintana Roo	2				
San Luis Potosí	2	1			2
Sinaloa			2		
Sonora	31	1			1
Tamaulipas		12			
Tlaxcala	2				
Veracruz	1	1	1		1
Yucatán	6	11			
Zacatecas	8	1			
Total	**136**	**44**	**19**	**3**	**11**

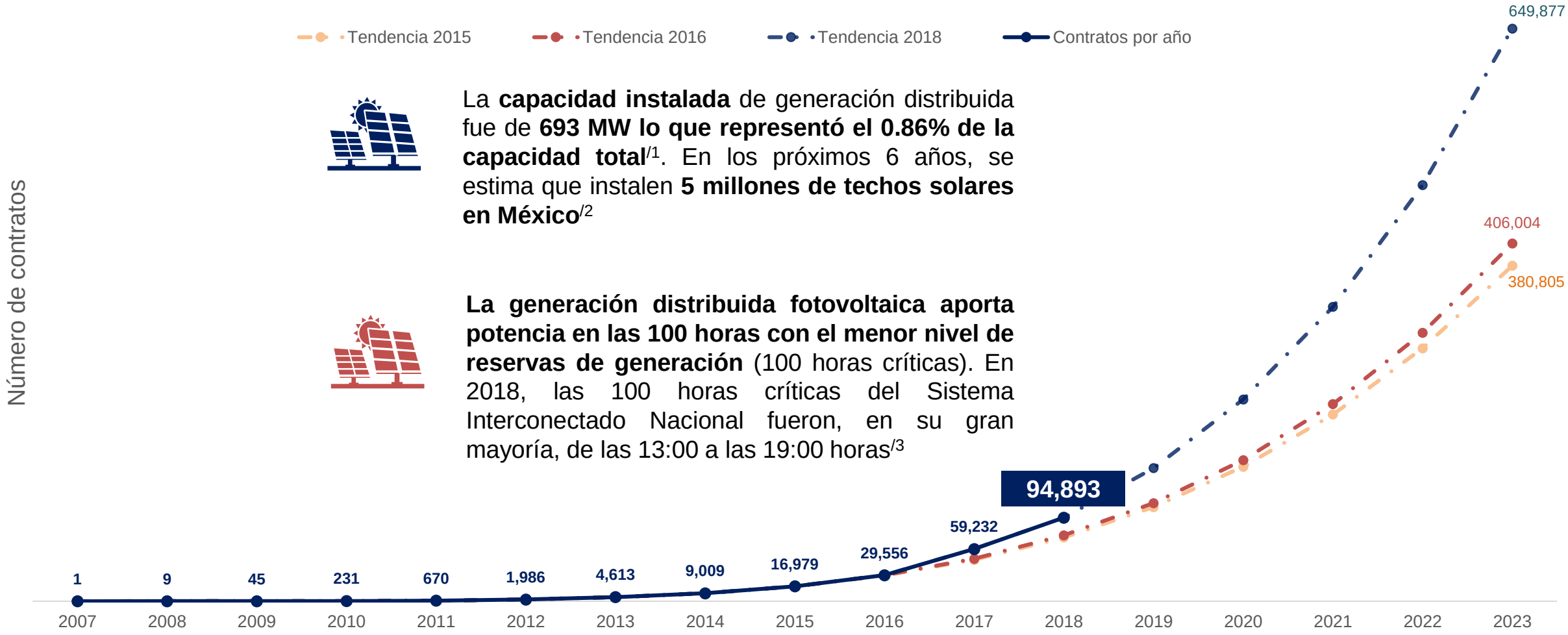
Total 213

1/ Permisos de generación otorgados por la CRE, a partir de 2014, a centrales eléctricas que entrarán en operación antes de 2021

Además de los proyectos de generación a gran escala, se ha registrado un crecimiento en la generación distribuida en México. Se espera que en los próximos años esta tendencia se mantenga

La **capacidad instalada** de generación distribuida fue de **693 MW lo que representó el 0.86% de la capacidad total**[/1]. En los próximos 6 años, se estima que instalen **5 millones de techos solares en México**[/2]

La generación distribuida fotovoltaica aporta potencia en las 100 horas con el menor nivel de reservas de generación (100 horas críticas). En 2018, las 100 horas críticas del Sistema Interconectado Nacional fueron, en su gran mayoría, de las 13:00 a las 19:00 horas[/3]



1/ Capacidad Instalada: 81 mil MW. Información de la CRE al cierre de 2018
2/ ASOLMEX, 2018. https://www.pv-magazine-mexico.com/2018/09/11/el-corto-plazo/
3/ CENACE. Informe Ejecutivo Mercado para el Balance de Potencia 2019 https://www.cenace.gob.mx/Docs/MercadoOperacion/ResultadosBalancePotencia/2019/Informe%20Ejecutivo%20MBP%20v2019%2002%2028.pdf
4/ Dato al cierre de 2018, presentado por CFE Distribución. Elaboración propia.

Consumo de energía y Demanda Máxima

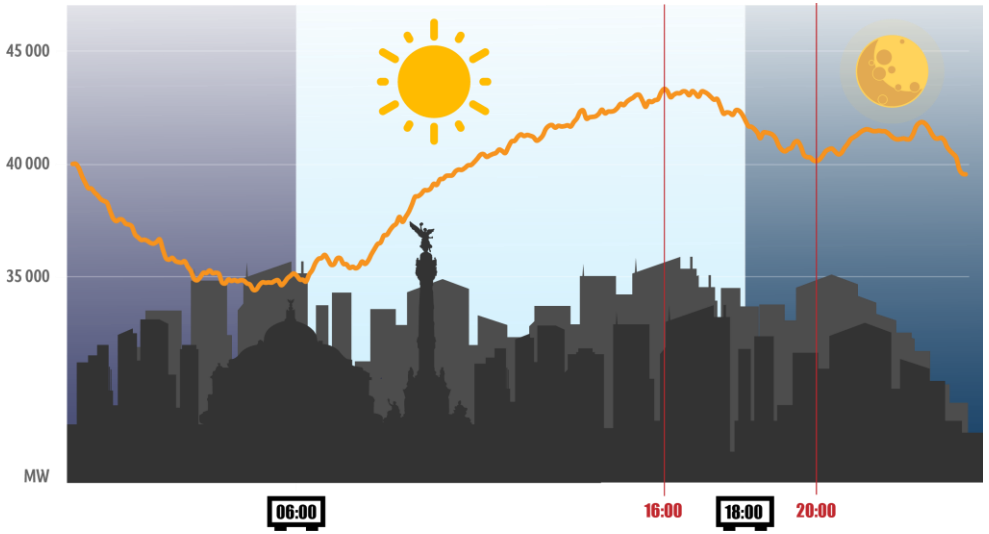
CENACE®
Centro Nacional de Control de Energía

46,813 MW
Demanda instantánea en el SIN
(6 junio 2018)

48,750 MW
Demanda instantánea estimada
en el SIN 2019 (Δ 4.13%)

Demanda Máxima (Valores en MW)

13 de julio de 2018



Opciones de suministro energético para los usuarios

	Implementar programas de eficiencia energética y/o demanda controlable	Instalar un sistema de generación distribuida	Instalar una central en abasto aislado o generador local	Agregar cargas de energía eléctrica	Migrar a Suministro Calificado
	✓ **El ahorro de energía durante 2017 fue de 7,250 GWh,** equivalente al consumo energético de Michoacán durante 2017[/1]	✓ **94,893 contratos[/2]** ✓ **693 MW de capacidad instalada**	✓ **12 proyectos en operación** ✓ **47 MW de capacidad instalada**	✓ **60 Usuarios Calificados**	✓ **136 Usuarios Calificados** ✓ **2,018 GWh consumidos[/3]**
Descripción:	Programas operados por la CONUEE con agencias internacionales para **dotar a pequeños y grandes usuarios con herramientas que promueven un consumo eficiente de energía**	Los usuarios con capacidad menor a 500 KW **pueden generar y vender excedentes de energía eléctrica a pequeña escala y de manera descentralizada**	Los **usuarios pueden satisfacer sus necesidades de energía eléctrica en sitio**, mediante una central de generación conectada a una red local	Los pequeños usuarios de Suministro Básico, que pertenecen al mismo grupo de interés económico, (si la demanda es menor a 1 MW) **pueden juntarse con otros usuarios para sumar cargas y migrar a Suministro Calificado**	Los **usuarios de Suministro Básico pueden migrar a Suministro Calificado** (si su demanda es igual o mayor a 1 MW)
Características:	✓ Reducción de costos y mejor aprovechamiento de la energía eléctrica	✓ Venta de excedentes y compra de faltantes[/4] ✓ Seguridad y calidad de suministro ✓ Se evita el consumo de la red en periodos pico ✓ Susceptible de participar en el mercado de Certificados de Energía Limpia ✓ No requiere un permiso de la CRE	✓ Venta de excedentes y compra de faltantes en el Mercado Eléctrico[/5] ✓ Seguridad y calidad de suministro ✓ Se evita el consumo de la red en periodos pico	✓ Facilita la obtención de costos más eficientes y competitivos ✓ Posibilidad de acordar soluciones a la medida ✓ Cobertura ante volatilidad de precios (costo de combustibles o tipo de cambio)	

Nacional Financiera (NAFIN) otorga **créditos a empresas para desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables**. Además, **se puede deducir el 100% del Impuesto Sobre la Renta** aplicable a la maquinaria y equipo utilizado para la generación de energía.

1/ Atribuible a eficiencia energética. PRONASE. http://transparencia.energia.gob.mx/rendicion_cuentas/archivos/Resultados2017_PRONASE.pdf
2/ Dato estimado para cierre de 2018, CFE Distribución
3/ Datos correspondientes de enero de 2017 a abril de 2018
4/ A través de un Suministrador de Servicios Básicos
5/ Usuarios con capacidad menor a 1MW deben ser representados en el mercado por el Suministrador Básico; Usuarios con capacidad igual o mayor a 1 MW deber ser representados por un Suministrador Calificado; Usuarios con capacidad mayor a 5 MW pueden autorepresentarse.

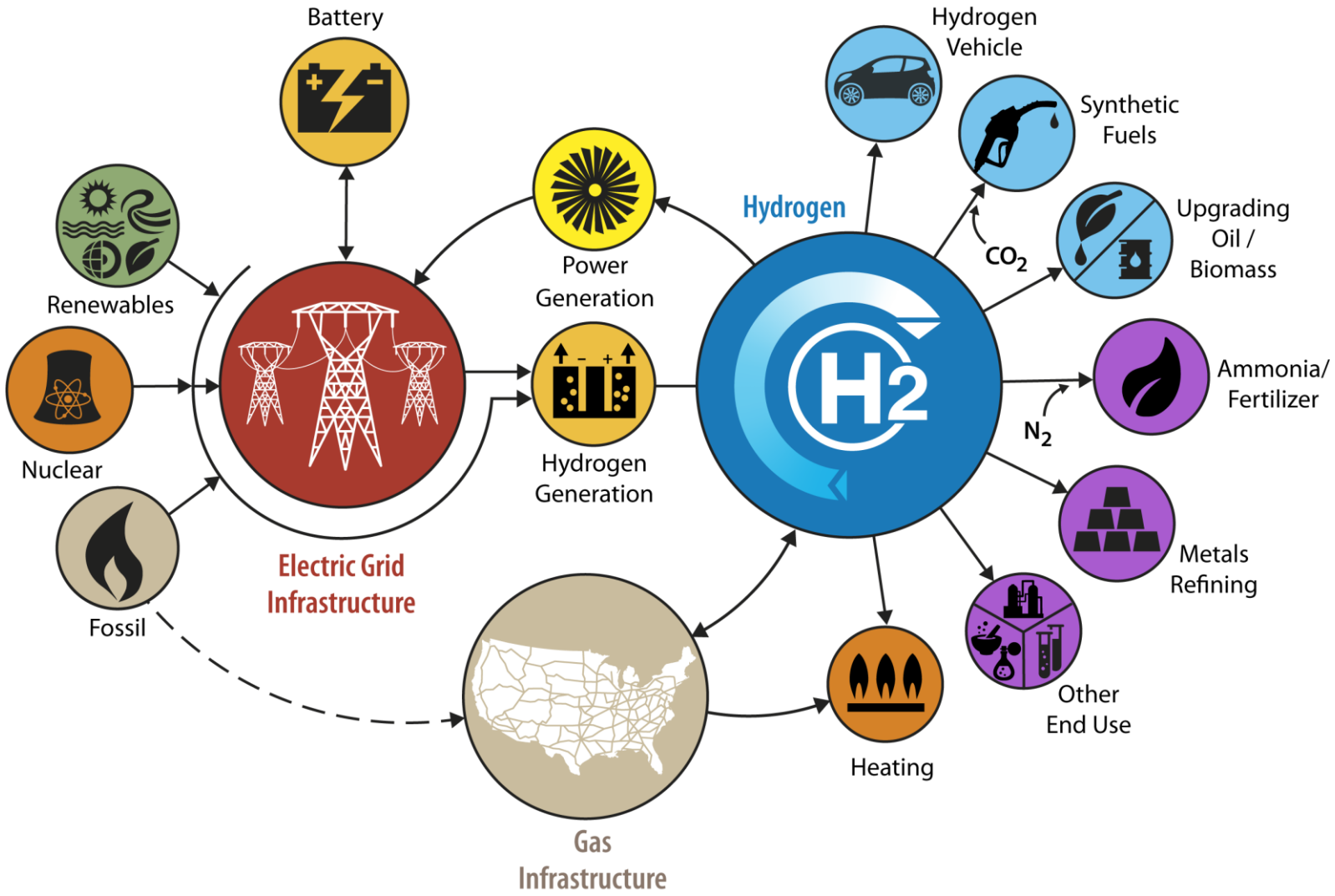
El almacenamiento, cada vez más económico, tiene beneficios tangibles

Servicios que ofrece el almacenamiento**: energía, potencia, reserva de regulación secundaria, reserva rodante y no rodante, reserva operativa, reservas suplementarias, potencia reactiva, arranque de emergencia, así como servicios regulados de transmisión y distribución, entre otros**

Se estima que **el potencial de almacenamiento en México es de 2,333 MW,** bajo un pronóstico de 10 años.*

*Fuente: Quanta Technology “Feasibility Study for Large Scale Energy Storage Systems in Brazil, Colombia and Mexico”. Proyecto realizado por Quanta Technology para ISA, bajo el soporte financiero de la Agencia de Comercio y Desarrollo de los EE.UU. (USTDA, por su sigla en inglés)

El hidrógeno será pronto un disruptor en el mercado energético



La **electrólisis** usa corriente eléctrica **para** dividir los enlaces entre los átomos **de hidrógeno** y oxígeno del agua, liberando **hidrógeno** y oxígeno.

El **hidrógeno** se puede utilizar como fuente **de** combustible **de** cero emisiones **para** el transporte o **para** calentar los hogares.

Fuente: https://eta.lbl.gov/news/article/hydrogen-energy-carrier-future

Incluso utilizando electricidad a base de los combustibles más sucios, los autos eléctricos siempre son más limpios que los de combustión interna que utilizan gasolina[/1]

Vehículo de **combustión interna** que utiliza **gasolina**

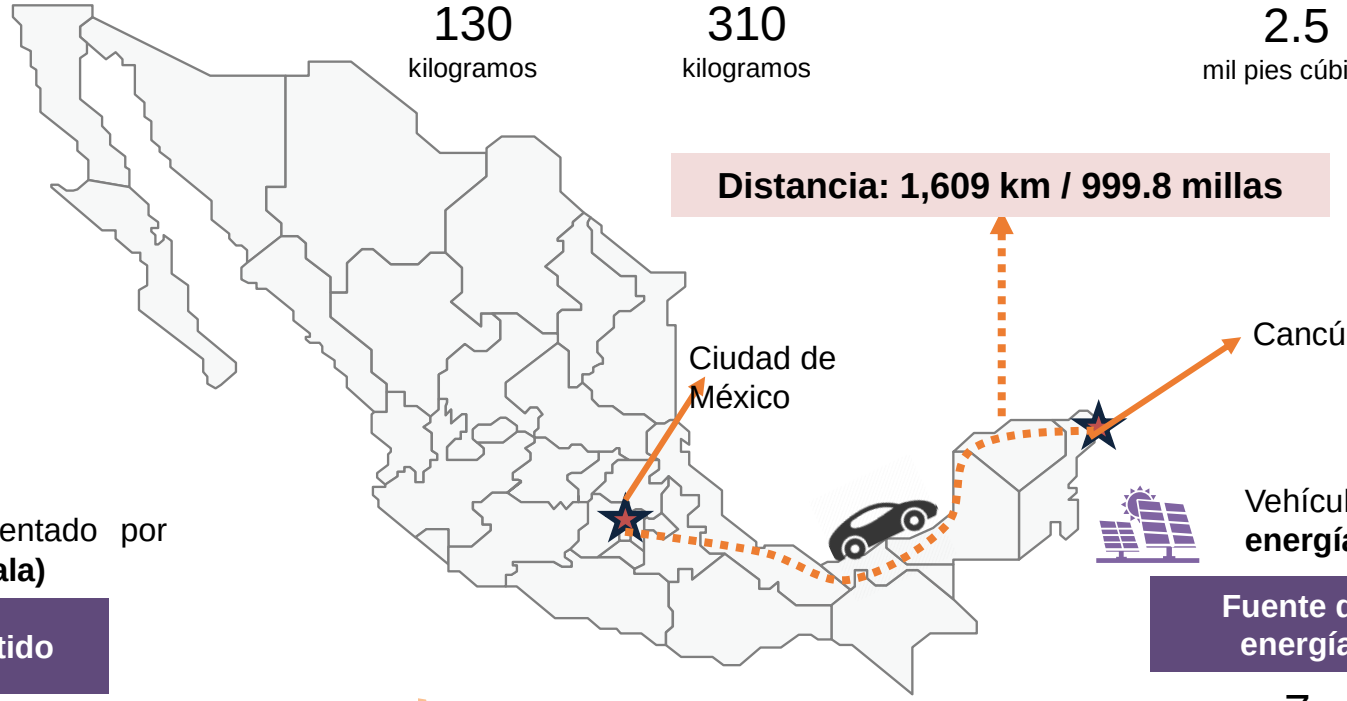
Fuente de energía	CO_2 emitido
151 litros	350 kilogramos

Vehículo eléctrico con energía a base de **carbón**

Fuente de energía	CO_2 emitido
130 kilogramos	310 kilogramos

Vehículo eléctrico con energía a base de **gas natural**

Fuente de energía	CO_2 emitido
2.5 mil pies cúbicos	170 kilogramos



Vehículo **eléctrico** alimentado por **energía solar (gran escala)**

Fuente de energía	CO_2 emitido
3.2 minutos[/2]	0

Vehículo **eléctrico** alimentado por **energía solar (pequeña escala)**

Fuente de energía	CO_2 emitido
7 techos solares cargándose por 1 día	0

Vehículo **eléctrico** alimentado por **energía eólica**

Fuente de energía	CO_2 emitido
33 minutos[/3]	0

1/ "You'll Need 286 Pounds of Coal to Fuel That Electric Road Trip". Bloomberg New Energy Finance. 2018 https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-10-31/you-ll-need-286-pounds-of-coal-to-fuel-that-electric-road-trip.
2/ Considerando una central de 90,000 paneles ubicada en Florida, Estados Unidos
3/ Con una turbina eólica de 80 metros de alto y un factor de planta de alrededor del 40%

EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

28 de junio de 2020

Guillermo I. García Alcocer
Profesor e Investigador
ITAM
garcialcocer@itam.mx