

PROYECTOS DE MODERNIZACIÓN Y ENERGÍAS LIMPIAS EN MÉXICO

Introducción

Las fuentes renovables representan energía accesible, limpia y suficiente que puede mejorar sustancialmente la calidad de vida de la población y contribuir a la reducción de los efectos del cambio climático. Son también una alternativa que está totalmente al alcance de nuestro país, debido a que México cuenta con abundantes recursos solares y eólicos, suficientes para generar gran parte de la energía consumida anualmente en el país, e incluso podría existir un excedente que podría ser exportado (Forbes, 2021).

En México, al cierre de 2015 la capacidad instalada de generación mediante energías renovables se incrementó 6.6% respecto al periodo 2014, llegando a los 17,140.4 MW, lo cual representó el 25.2% de la capacidad de generación total, de acuerdo con (CENACE, 2017) de la Secretaría de Energía.

La energía hidroeléctrica y la eólica representan el 80% de la capacidad instalada en energías limpias. Entre 2005 y 2015, la energía eólica ha presentado la mayor expansión en capacidad instalada con el 104.7% anual, pero la energía hidráulica presenta la mayor concentración en la participación total de capacidad instalada con fuentes renovables.

Otra razón para incentivar e invertir en energías limpias es que sus precios han mostrado una tendencia a la baja. Es por esto, que las Subastas de Largo Plazo cobraron un papel muy importante e histórico para la captación de inversión privada en proyectos energéticos fundamentales para la transición energética, teniendo

como propósito incrementar la generación limpia hasta al menos un 32% para 2024.

¿Por qué eran necesarias las Subastas de Largo Plazo?

Las Subastas de Largo Plazo son un componente del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Su propósito es fomentar la competitividad y estabilidad de precios en la adquisición de Potencia, Energía Eléctrica Acumulable y Certificados de Energías Limpias (CELS) por los Suministradores de Servicios Básicos y otras Entidades Responsables de Carga y garantizar una fuente estable de pagos que contribuyan a apoyar el financiamiento de las inversiones eficientes requeridas para desarrollar nuevas Centrales Eléctricas y mantener a las existentes que hayan sido repotenciadas. Las Subastas de Largo Plazo permiten a los Suministradores de Servicios Básicos y a otras Entidades Responsables de Carga celebrar contratos anuales de largo plazo (15 años para Potencia y Energía Eléctrica Acumulable y de 20 años para Certificados de Energías Limpias), para que puedan cumplir con los requisitos de Contratos de Cobertura Eléctrica establecidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE). La Cámara de Compensación administra de manera centralizada los contratos que sean asignados por el CENACE a través de las Subastas de Largo Plazo.

Si analizamos el Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) notaremos que la intención del país en ese momento era la de propiciar la entrada de nuevas fuentes de generación en energías limpias, México ya contaba con una proporción considerable de energía hidroeléctrica, pero hacía falta proyectos de energía eólica y energía fotovoltaica, por lo que estas subastas permitieron la nueva generación por estos medios, por lo

que es una gran herramienta para cumplir con los Acuerdos de París y reducir los altos índices de CO₂.

Dentro del mercado, la subasta de energía fijó precios en Potencia, CELS y Energía Eléctrica Acumulable y disminuyó la incertidumbre de los nuevos participantes del MEM, por lo que permitió la entrada a un mercado con menor riesgo.

Resultados de la Primera Subasta de Largo Plazo

La Primera Subasta de Largo Plazo se llevó a cabo el 31 de marzo de 2016, los costos de las energías limpias eran considerados altos hasta que ocurrió este evento histórico. La subasta en cuanto a potencia quedó desierta, debido a que ningún proyecto ofertó en potencia. En cuanto a energía y CELs, se presentaron un total de 468 ofertas a precalificación y 11 empresas con 16 centrales y 18 ofertas, resultaron ganadores. Esto implica un 3.8% de las ofertas presentadas, lo que da una idea de la competitividad del proceso. La Tabla 1 recoge las ofertas ganadoras, incluyendo al Parque Solar Villanueva y Parque Solar Villanueva 3, con capacidades de 330 MW y 250 MW, respectivamente (Jiménez, 2015) de los que se detallará más sobre sus características en el tema 6.

En la Tabla 1, en azul aparecen los parques eólicos y en amarillo las plantas fotovoltaicas. Las cifras de CELs señaladas en rojo indican cantidades que no concuerdan exactamente con las cifras de energía ofertadas (Jiménez, 2015). Es algo testimonial, ya que los promotores venden prácticamente todos los CELs en el marco de la subasta; la cantidad de CELs ofertada es solo un 0.4% inferior a la cantidad de energía ofertada. Destaca que el resultado inicialmente publicado por CENACE difería del publicado oficialmente de forma anterior. Este hecho se debió a dos causas. La primera es que uno de los promotores se equivocó y presentó por error una oferta de venta

a precio prácticamente cero. Resultó ganador, ya que las reglas de la subasta no definen la baja temeraria, pero dicho promotor se retiró en cuanto conoció el resultado. La segunda causa fue un error de CENACE al ejecutar el algoritmo de optimización económica. No incluyó adecuadamente los factores de ajuste geográfico, con lo que por ejemplo no había proyectos ganadores ni en Yucatán ni en Baja California Sur, algo que resultaba difícil de comprender.

CENACE rectificó con rapidez, la subasta fue considerada un éxito de participación y de resultados. Un 84% de la energía y CELs en juego han sido adjudicados, en proyectos que suman 2,085 MW de capacidad instalada. El resultado en cuanto a tecnologías fue histórico (Jiménez, 2015). Las perspectivas indicaban mayor generación eólica que fotovoltaica, por cuestión de costes. Sin embargo, un 81% de la capacidad (74% de la energía) se adjudicó a fuentes fotovoltaicas y un 19% de la capacidad (26% de la energía) a eólica (CENACE. Centro Nacional de Control de Energía, 2021; Jiménez, 2015). Ninguna otra tecnología, aunque hubo ofertas de hidráulica, geotérmica y cogeneración eficiente, resultó ganadora. La fotovoltaica ganó por una combinación de 2 factores:

- Precios muy competitivos. Los precios de Enel Green Power han batido un récord mundial, con 35 USD/MWh para el conjunto de energía y CELs, en una central de 330 MW en el estado de Coahuila. Precios de este porte permitieron a Enel Green Power ganar un 41.6% de la energía adjudicada en la primera subasta.
- Ajustes geográficos muy positivos en Yucatán y Baja California Sur, zonas de alta irradiación solar y con un viento no tan atractivo, debido a que, aunque puede ser realmente intenso en algunas épocas del año (son zonas con riesgo de huracanes), no son vientos constantes. A pesar de lo anterior, la tecnología fotovoltaica ha sorprendido. Salvo el parque eólico El Cortijo, en

Tamaulipas, no había habido más centrales eólicas en las montañas del noreste del país, donde el recurso eólico es realmente atractivo. Dentro de los resultados destacan los casos de SunPower, Canadian Solar y Jinko Solar, en esta primera subasta. Así, tenemos precios entre 35 y 68 USD/MWh para fotovoltaica y entre 43 y 68 USD/MWh para eólica.

En la Figura 1 se observan los principales proyectos ganadores de la Primera Subasta, se muestran importantes proyectos principalmente en Yucatán y Baja California, de generación fotovoltaica, en el centro del país destaca el parque eólico de ENEL en Guanajuato. Es visible que Coahuila se llevó los proyectos de mayor tamaño, solo después de Yucatán.

RAZÓN SOCIAL	ENERGÍA (MWh)	CELs	PRECIO (USD/MWh)	TECNOLOGÍA	CENTRAL ELECTRICA	CAPACIDAD (MW)	ESTADO
SunPower Systems México, S. de R.L. de C.V.	269.155,00	269.815,00	\$ 44,19	FOTOVOLTAICA	Gujiro 2	100	GUANAJUATO
Vega Solar 1, S.A.R.L. de C.V.	493.303,00	493.515,00	\$ 56,25	FOTOVOLTAICA	Ticul 1	500	YUCATAN
Vega Solar 1, S.A.R.L. de C.V.	246.832,00	241.935,00	\$ 58,58	FOTOVOLTAICA	Ticul 1		YUCATAN
Enel Green Power México S. de R.L. de C.V.	972.915,00	972.915,00	\$ 35,66	FOTOVOLTAICA	Parque Solar Villanueva	330	COAHUILA
Enel Green Power México S. de R.L. de C.V.	737.998,00	737.998,00	\$ 38,51	FOTOVOLTAICA	Parque Solar Villanueva 3	250	COAHUILA
Enel Green Power México S. de R.L. de C.V.	589.034,00	589.034,00	\$ 45,33	FOTOVOLTAICA	Parque Solar Don José	207	GUANAJUATO
Energía Renovable de la Península, S.A.R.L. de C.V.	275.502,00	275.502,00	\$ 65,24	EÓLICA	Energía Renovable de la Península	90	YUCATAN
Recurrent Energy Mexico Development, S. de R.L. de C.V.	140.970,00	140.970,00	\$ 48,14	FOTOVOLTAICA	Agua Calientes Potencia 1	63	AGUASCALIENTES
Aldesa Energías Renovables, S.L.U.	113.199,00	113.199,00	\$ 60,03	EÓLICA	Parque Eólico Chacabol	30	YUCATAN
Aldesa Energías Renovables, S.L.U.	117.689,00	117.689,00	\$ 60,03	EÓLICA	Parque Eólico Chacabol II	30	YUCATAN
Jinkosolar Investment Pte. Ltd.	277.490,00	277.490,00	\$ 47,47	FOTOVOLTAICA	Las Viborillas	100	JALISCO
Jinkosolar Investment Pte. Ltd.	176.475,00	176.475,00	\$ 58,58	FOTOVOLTAICA	Concunul	70	YUCATAN
Jinkosolar Investment Pte. Ltd.	48.748,00	48.748,00	\$ 63,63	FOTOVOLTAICA	San Ignacio	18	YUCATAN
Photoemeris Sustentable S.A. de C.V.	54.374,50	53.477,00	\$ 67,89	FOTOVOLTAICA	KAMBUL	30	YUCATAN
ENERGIA RENOVABLE DEL ISTMO II	585.731,00	-	\$ 23,11	EÓLICA	PE El Cortijo	168	TAMAULIPAS
ENERGIA RENOVABLE DEL ISTMO II	-	585.731,00	\$ 19,96	EÓLICA	PE El Cortijo		TAMAULIPAS
Sol de Insurgentes S. de R.L. de C.V.	60.965,00	60.518,00	\$ 48,08	FOTOVOLTAICA	Sol de Insurgentes	23	BAJA CALIFORNIA SUR
Consortio Energía Limpia 2010	291.900,00	291.900,00	\$ 67,27	EÓLICA	Parque Eólico Tizimin	76	YUCATAN

Tabla 1. Resultados de la primera subasta de largo plazo



Figura 1. Mapa de localización de los proyectos de generación resultantes de la Primera Subasta de Largo Plazo (SENER, 2017).

Resultados de la Segunda Subasta de Largo Plazo

En la Segunda Subasta de Largo Plazo se lograron adjudicar el 80% de las cantidades de energía, CELs y potencia que la CFE solicitó. Dada la estructura de oferta de compra y el mecanismo de la adjudicación se alcanzaron los máximos posibles. Junto con lo anterior, los precios a los que se adjudicó la energía y los CELs resultaron, nuevamente, altamente competitivos (precio promedio 33.8 USD/MWh+CEL), y por debajo de los Precios Marginales Locales (PMLs). La segunda subasta de largo plazo ofreció resultados adicionales que vale la pena señalar, entre otras, que más de 17 empresas nacionales e internacionales ampliarán su portafolio de generación en México, las tecnologías ganadoras incluyen la energía

geotérmica (de la CFE, que ha sido un referente internacional) y la hidroeléctrica, en mucho menor medida. Se amplió el número de entidades federativas en las cuales se llevarán las inversiones asociadas, mismas que superaron los 4,000 millones de dólares. Por todo lo anterior, la segunda subasta de energía se consolidó como un mecanismo clave para el desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) en el largo plazo (Strategy& et al., 2016).

El promedio ponderado del precio de los proyectos adjudicados en esta subasta se ubicó en 33.84 USD/MWh aproximadamente 29% por debajo del observado en la edición anterior. La siguiente curva presenta a las ofertas ganadoras contra las Ofertas de Compra. El método de evaluación busca (de manera simplificada) maximizar la diferencia entre las ofertas de compra seleccionadas y las de venta. Las ofertas seleccionadas, al ser evaluadas, representaron la mejor opción para el sistema (Strategy& et al., 2016).

Las ofertas de venta de energía, CELs y potencia cubrieron más del 80% de las cantidades que se buscaban comprar, para cada producto. En el caso de energía, 54% de la oferta adjudicadas de energía y CELs se realizó con tecnología solar fotovoltaica, 43% eólica y 2% de geotermia. Por su parte, los precios de CELs más bajos fueron presentados por Grupo Fénix en 6 USD/CEL y los más altos fueron presentados por Alten en 18 USD/CEL. El promedio ponderado de precios de CELs fue de 14.3 USD/CEL, que representa un descuento de 28% sobre el precio máximo de compra de CELs. Por otra parte, se adjudicaron 1 1180 MW de potencia (72% de los cuales provienen de fuentes de generación firme) ligados a permitir a CFE Suministro Básico dar cumplimiento a sus obligaciones incrementales de este producto. Al precio promedio ponderado de las ofertas de venta de potencia adjudicadas es de 32, 600 USD/MW el cual representa un ahorro de ~64% respecto al precio de compra máximo. La segunda subasta dejó como resultado la adjudicación de ~8.9 TWh y ~9.3

MCELS, lo cual representa respectivamente el 84% y 87% de las ofertas de compra para estos productos. Estas cantidades representan un incremento significativo respecto a la primera subasta en la cual se habían adjudicado ~5.4 TWh y ~5.4 MCEL, si bien el porcentaje contratado sobre lo demandado permanece similar (85% de la oferta de compra de aquella subasta) (Strategy& et al., 2016).

En cuanto a potencia, en la segunda subasta se adjudicó el 80% de la oferta de compra (~1.2 de 1.5 GW) contrario a lo acontecido en la cual no se adjudicó potencia, dados los bajos precios de compra. A diferencia de la primera, en la segunda subasta se adjudicaron más CELs que energía (~9.3 MCELS vs ~8.9 TWh), a pesar de que las tecnologías limpias adjudicatarias podían recibir 1 CEL por MWh. Esto se debe, principalmente, a la participación de la tecnología hidroeléctrica ofertando únicamente CELs.

Adicionalmente, fueron varios los parámetros sujetos a ajustes y/o actualizaciones entre la primera y la segunda subasta, entre los cuales se encuentran las cantidades y precios de compra, la proyección de los PMLs, las diferencias esperadas, las capacidades de interconexión, los límites de exportación, las restricciones aplicables a las ofertas de venta, entre otros (Strategy& et al., 2016).

Dichas actualizaciones conllevaron distintas implicaciones sobre los resultados finales del proceso de subasta, y las estrategias aplicadas por los licitantes en la segunda, el precio unitario por MW-año pasó a máximos de aproximadamente 1.7 millones MXN/MW-año, lo que atrajo a tecnologías firmes, como plantas de ciclo combinado (CCGT) (72% de la potencia adjudicada) y geotermia (2%), así como a intermitentes: solares (15% de la potencia adjudicada) y eólicos (11%) a ofertar este producto (Strategy& et al., 2016).

A pesar de que se redujeron los precios de compra en la segunda subasta de largo plazo, el porcentaje de umbral publicado por CENACE, es decir, el descuento buscado por las ofertas de venta sobre las ofertas de compra aumentó en aproximadamente 6%, pasando de 8.52% a 14.6%. Esto quiere decir que los licitantes tendrían que ser mucho más competitivos para poder ofertar a precios menores de compra de CFE y ofrecer el descuento buscado por CENACE si querían evitar que se detonara el proceso iterativo. En ambas subastas la alta competencia resultó en valores de excedente económico muy por arriba de los descuentos buscados, evitando así el proceso iterativo: en la primera subasta de largo plazo se logró un 36.48% y en la segunda subasta de largo plazo un 32.91% (Strategy& et al., 2016).

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la Segunda Subasta de Largo Plazo, destacan la inversión de CFE en las centrales geotérmicas de Azufres III y Agua Prieta II sumando más de 400 MW de potencia, y la central que venderá Potencia a México con sede en Texas llamada Frontera México, Generación con 505 MW de capacidad instalada. En Coahuila se aprobaron dos proyectos en Torreón, un parque fotovoltaico de 101 MW llamado Torreón-HQ100 y Andalucía II, de 101 MW y 83 MW, respectivamente. En la Figura 2 se muestra un mapa con los diferentes tipos de generación.

Desglose de características de ofertas de venta ganadoras

CEL (kCEL)	Potencia (MW)	Proyectos (MW)	Tipo de oferta		Potencia/ MWac (%)	Prelación	Zona de precios	Precios unitarios					
			Paquete(P)/	Separada(S)				USD/ MWh	USD/ CEL	KUSD/ MW			
2,360	0	↑ PE Reynosa * Santa María * Orejana	388	S	50%	50%	✓	Reynosa	17.6	17.6			
			148	S	51%	49%	✓		Moctezuma	18.6	17.6		
			125	S	52%	48%	✓		Hermosillo	18.7	17.6		
1,068	0	* Bluemex ↑ Guinaa Sicarú	90	P	67%	33%	✓	Obregón	23.8	11.9			
			252	P	67%	33%	✓		Ixtepe	24.5	12.2		
775	77	↑ PE el Mezquite	249	S	54%	43%	2%	✓	Monterrey	21.4	18.0	9.0	
779	0	* Potosí Solar	300	S	59%	41%		✗	Saltillo	16.1	11.0		
812	75	* Aguascalientes 1-5 * Altén6	150	S	47%	51%	2%	✗	Aguascalientes	19.4	18.4	9.0	
			140	S	37%	60%	3%	✓	Aguascalientes	12.9	18.4	9.0	
562	22	* Trompezón ↑ Tres Mesas 3	126	P	67%	33%		✗	Aguascalientes	20.1	10.0		
510	42	* PS Conejo * PS Xoxocotla * Mexsolar I y II	50	P	60%	30%	10%	✗	Aguascalientes	22.5	11.3	39.4	
			80	P	61%	30%	9%	✗		Juárez	17.2	8.6	30.1
			70	P	61%	30%	9%	✗		Puebla	17.6	8.8	30.8
478	29	* AT Solar I a V	60	P	61%	30%	9%	✓	Querétaro	20.9	10.4	36.6	
			180	S	63%	31%	6%	✓		Hermosillo	24.4	12.2	35.2
399	0	↑ Salitrillos	100	P	67%	33%		✗	Reynosa	21.4	10.7		
403	10	* Tepezalá II * Rumorosa Solar	100	S	51%	45%	3%	✗	Aguascalientes	16.2	13.9	30.1	
			41	S	55%	45%		✓		Mexicali	17.3	13.9	
290	0	* Andalucía II * PS Aqs Sur I	83	S	48%	52%		✗	Laguna	14.3	15.8		
			30	S	54%	46%		✓		Aguascalientes	18.8	15.8	
252	18	* Torrén-HQ100	101	S	41%	56%	3%	✗	Laguna	12.4	17.1	11.0	
199	400	* Azufres III FII U18 * CCGT Agua Prieta II	25	P	58%	29%	13%	✗	Carapán	25.0	12.5	43.7	
			394	S	100%			✗		Cananea	19.5	9.7	34.1
73	10	* PS San Miguel de Allende 5	30	P	57%	29%	14%	✓	Querétaro	19.5	9.7	34.1	
0	475	* Planta Frontera	505	S	100%			✗	Reynosa			24.1	
315	0	* Necaxa 1,6,7,8,10 * Patla 2	53	S	100%			✗	Central	7.55			
			15	S	100%			✗		Central	6.82		
0	30	↑ Eólica Renovable de la Península	90	S	100%			✓	Mérida			31.2	

Tabla 1. Resultados de la segunda subasta de largo plazo de 2016 (Strategy& et al., 2016).

Capacidad por Central (MW)

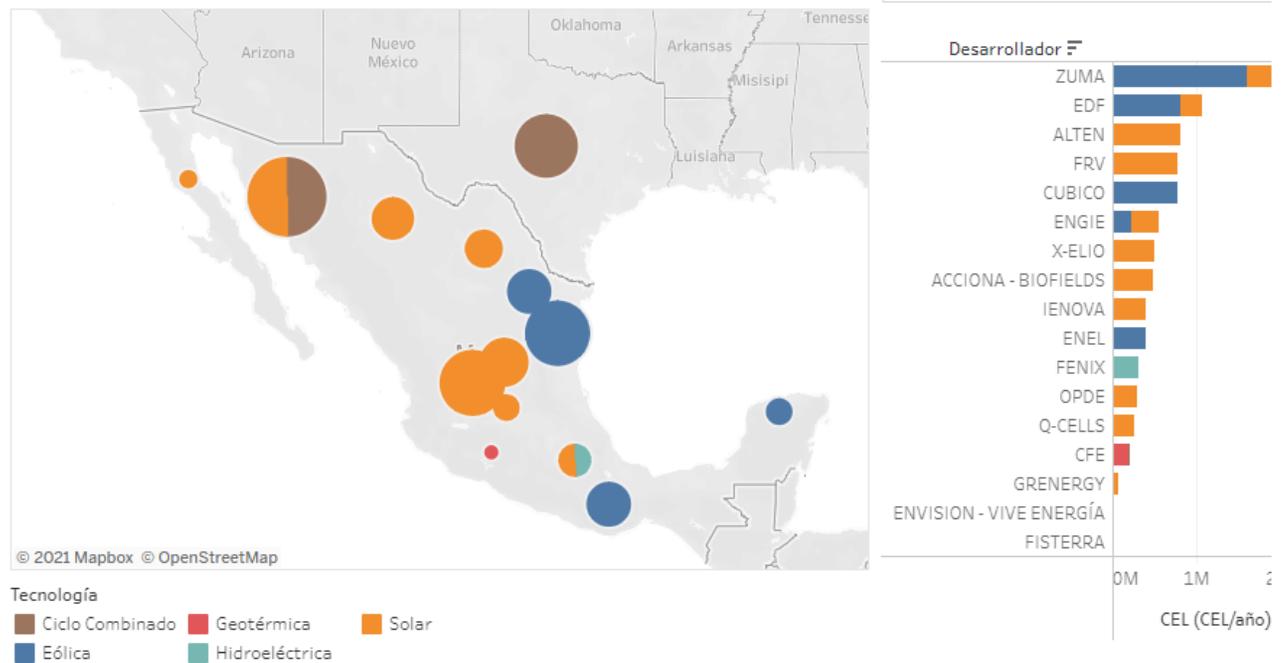


Figura 2. Mapa de localización de los proyectos de generación resultante de la Segunda Subasta de Largo Plazo (SENER, 2017).

Resultados Tercera Subasta de Largo Plazo

La Tercera Subasta de Largo Plazo fue realizada el 15 de noviembre de 2017. Como resultado se obtuvo uno de los precios más económicos, 20.57 USD/MWh, y uno de los más bajos alcanzados internacionalmente. “La energía renovable es una opción de electricidad a bajo costo gracias a los avances extraordinarios de la tecnología”, aseguró el secretario de Energía de esa administración, Pedro Joaquín Coldwell. La inversión acordada fue de cerca de 2 mil 400 millones de dólares, para construir 15 nuevas centrales de energías limpias en ocho estados: nueve solares, cinco eólicas y una de turbogás, que añadirán al Sistema Eléctrico Nacional 2,562 MW.

Entre estos proyectos, prevalece la energía fotovoltaica, seguida de la eólica, tecnologías de gran relevancia en la infraestructura eléctrica del país (Strategy& et al., 2017).

Tras la conclusión de las tres Subastas Eléctricas, se sumarán 7,451 MW de nueva capacidad de generación limpia, con cerca de 9 mil millones de dólares de recursos, que permitirán acercarnos a la meta nacional de alcanzar en 2024 un 35% de generación proveniente de fuentes energéticas verdes. En solar y eólica, al inicio de la administración solo se contaba con un 4% de la generación eléctrica total del país, con los nuevos proyectos, llegaremos a un 11%. Asimismo, el secretario de Energía de ese entonces, Pedro Joaquín Coldwell, aprovechó para anunciar el lanzamiento de la cuarta Subasta Eléctrica de Largo Plazo que la Comisión Reguladora de Energía (CRE) la cual fue pospuesta y posteriormente cancelada en la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador. También, la primera Subasta de Mediano Plazo no se llevó a cabo debido a que la administración actual no tiene planes de incrementar la libertad del Mercado Eléctrico, más bien la tendencia obedece a una estatización de los servicios (Strategy& et al., 2017).

La Tercera Subasta de Largo Plazo obtuvo un ahorro de un 50,77% con respecto a los precios máximos de compra ofertados y los precios de las ofertas seleccionadas. Esto supuso un precio promedio de 20,57 dólares por MWh + CEL que supera en un 38,54% al precio de la anterior subasta (Strategy& et al., 2017).

La subasta alcanzó los objetivos de compra de productos en conjunto, cubriendo el 90.2% de la oferta de compra de Energía, el 97.8% de CEL, y el 41.9% de la oferta de compra de potencia (Strategy& et al., 2017).

Serán 15 las centrales eléctricas que tendrán capacidad para producir hasta 7.451MW, y que están repartidas en 9 solares (55% de la energía), 5 eólicas (44.65% de la energía) y 1 ciclo combinado de gas (84,36% de la venta de potencia). Para la construcción de estas plantas se espera una inversión de unos 2.400 millones de dólares. Al finalizar la instalación de estos proyectos, México contará con un 11% de generación eléctrica proveniente de solar y eólica, que contribuirán para alcanzar el objetivo del 35% en 2024. La energía limpia adquirida en esta subasta equivale a aproximadamente el 1.78% de la generación anual de electricidad en México (Strategy& et al., 2017).

Destaca entre los adjudicatarios la española X-ELIO ENERGY, S.L., con una cantidad anual asignada de 435.354 MWh. Las instalaciones deberán entrar en operación entre julio de 2019 y junio de 2020, según conste en las propias ofertas (Strategy& et al., 2017).

Durante la presentación de la conclusión de la Tercera Subasta a Largo Plazo, se anunciaron las bases de licitación del proyecto para conectar a Baja California con el Sistema Interconectado Nacional a través del estado de Sonora. La inversión se estimaba en 109 millones de dólares y tendría una longitud de casi 2,000 km. Este proyecto facilitaría la integración energética de 2,000 MW de energía solar y eólica durante los próximos 15 años en la región noroeste del país, actualmente no se ha llevado a cabo el proyecto y quedó desplazado por otros proyectos a nivel nacional, el estatus actual del proyecto es *cancelado*.

El dinamismo que vivió el sector de generación renovable en México se demostró con los resultados de la tercera subasta. Con precios menores a récords logrados en otros países, se adjudicaron 16 proyectos de generación presentados por 8 empresas a precios por debajo de los PMLs estimados en el PRODESEN 2017 – 2031 por la

SENER. Los precios de paquetes de energía y CELs adjudicados en la primera subasta resultaron en promedio más altos que dichos PMLs, los resultados de la tercera se encuentran 40% debajo del PML proyectado para 2020. Rompiendo récords en el país, el promedio ponderado del precio de los proyectos adjudicados en esta subasta se ubicó en 19.87 USD/MWh, aproximadamente 41% por debajo del observado en la edición anterior y 52% menor a los observados en la primera versión de las subastas (Strategy& et al., 2017). Los resultados de las subastas y la disminución en precio de la energía implican un beneficio en varios niveles para el país, dado que CFE Suministrador de Servicios Básicos ha estado abasteciéndose de energía verde a precios competitivos, lo que se espera que continúe hasta cumplir 15 años de contrato. Por otro lado, el camino para cumplir con los objetivos de energía limpia se está pavimentando para que México cuente con una matriz de energía sustentable (Strategy& et al., 2017). En la Figura 3 se muestra la comparación entre subastas.

Debido a los precios competitivos, las ofertas de venta de energía y CELs lograron cubrir más del 90% de las cantidades que se buscaban comprar, mientras que en potencia se alcanzó a cubrir un 78% de la oferta de compra de este producto. Por otro lado, el 58% de las ofertas adjudicadas de energía y CELs se realizó con tecnología solar fotovoltaica y 42% con eólica. Dado el cambio en las reglas de esta subasta, el precio de CELs sigue la misma tendencia que el de la energía. A diferencia de la segunda subasta, en esta no se podían hacer ofertas de productos de una misma central por separado, a menos que se asumiera un riesgo de que se adjudicara una de ellas y la otra no. El precio de CELs más bajo fue el del paquete de Enel a 5.92 USD/MWh, equivalente al aproximadamente 10% de la multa actual por no entregar un CEL (aproximadamente 55 USD/CEL) (Strategy& et al., 2017).

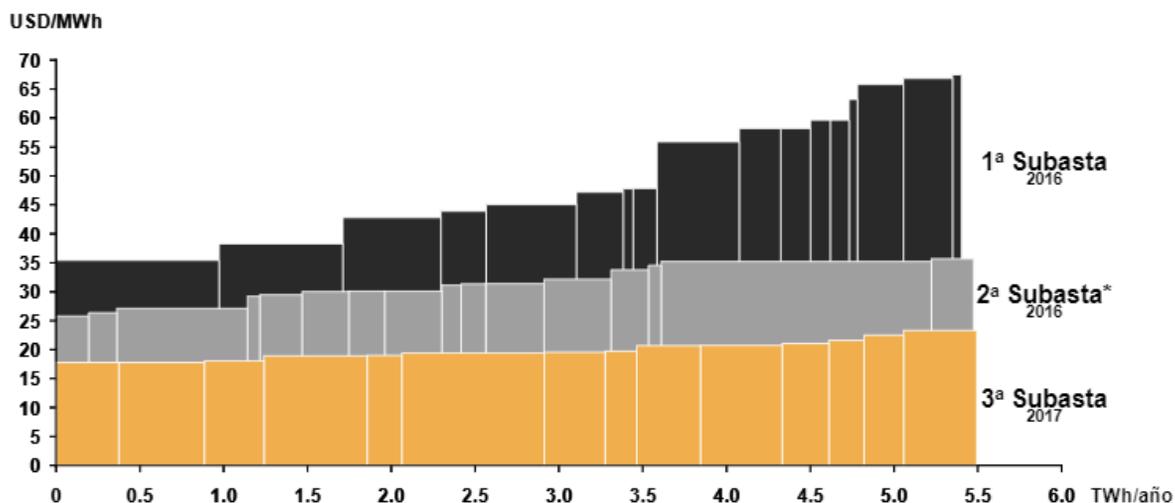


Figura 3. Comparativa de precios adjudicados observados en las Subastas de Largo Plazo en México por año de presentación para los primeros 5.5 TWh de cada subasta (Strategy&, 2017).

De modo distinto a la subasta anterior, en donde el 60% de las ofertas renovables presentaron potencia, en esta subasta solo tres ofertas de las 149 adjudicadas presentaron potencia en sus ofertas. En la tercera subasta se adjudicaron 593 MW de Potencia, de los cuales 499MW provienen de generación firme (también llamada continua), ligados a permitir a CFE Suministrador de Servicios Básicos (CFE SSB) para dar cumplimiento a sus obligaciones incrementales de este producto. El precio promedio ponderado de las ofertas de venta de Potencia adjudicadas es de 35 mil USD/MW, el cual representa un ahorro de aproximadamente 41% respecto al precio de compra máximo (Strategy& et al., 2017).

La Tercera Subasta de Largo Plazo ha dejado como resultado la adjudicación de 5.49 TWh y aproximadamente 5.95 MCEls, lo cual representa respectivamente el 90.20 y 97.75% de las ofertas de compra para estos productos, respectivamente (Strategy& et al., 2017). Estas cantidades representan un decremento respecto a la segunda subasta, en la cual se adjudicaron aproximadamente 8.9

TWh y aproximadamente 9.3 MCEL, si bien el porcentaje contratado sobre lo demandado aumentó (84 y 87% de la oferta de compra de la 2a.SLP para Energía y CELs respectivamente). En cuanto a potencia, en la tercera subasta se adjudicó el 78.11% de la oferta de compra (aproximadamente 592 de 758 MW) similar a lo acontecido en la segunda subasta (aproximadamente 1.2 de 1.5 GW).

En lo referente a precios máximos de compra, los precios de energía se redujeron un 2% (de 766 a 752 MXN/MWh) y el precio de CELs aumentó 6% (de 383 a 405 MXN/CEL), manteniendo constante el precio agregado de CELs y energía en aproximadamente 1,150 MXN/(MWh+CEL), mientras que los precios de potencia disminuyeron en un 38% (de 1,723,992 a 1,063,743 MXN/MW-año) (Strategy& et al., 2017). En la Figura 4 se muestra un resumen gráfico de las cantidades de energía, CELs y potencia asignados en cada subasta, también se muestran las ofertas no adjudicadas. Es notable que la mayor parte de productos fueron solicitados por CFE SSB (Strategy& et al., 2017).

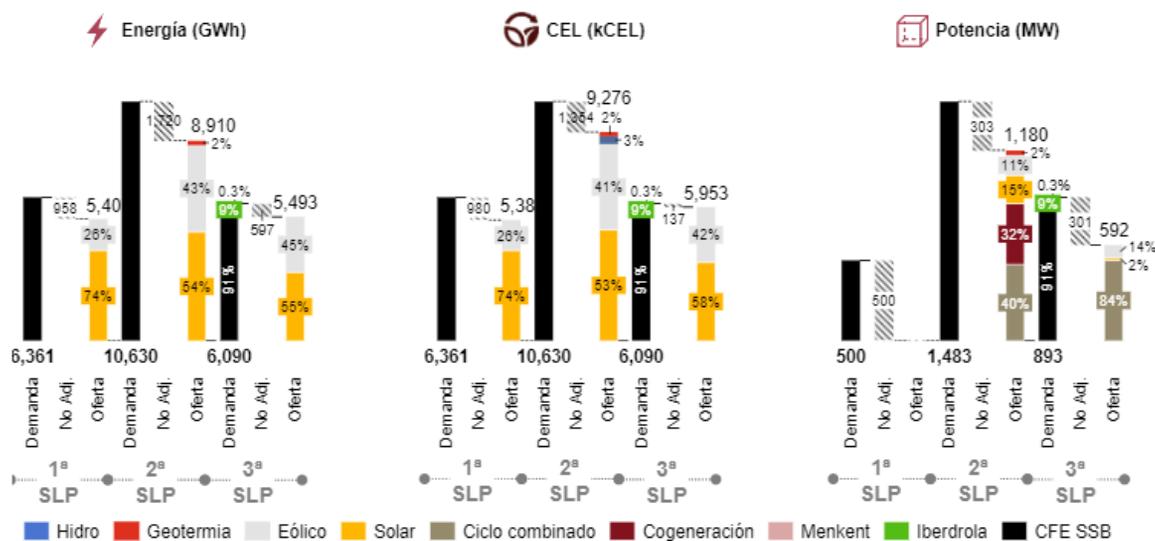


Figura 4. Cantidades adjudicadas de cada producto en las diferentes subastas de largo plazo realizadas en México (Strategy&, 2017).

El precio de los productos por fuera de la subasta puede haber jugado un papel importante en la realización de ofertas en esta subasta, debido a que se tuvieron nuevos pronósticos de PMLs (derivados del PRODESEN 2017 – 2031) y se publicó el precio del primer Mercado de Balance de Potencia (Strategy&, 2017). Los PMLs de la subasta sirven como insumo para el cálculo de los factores de ajuste de horario y de las diferencias esperadas, razón por la cual estas últimas presentaron diferencias con respecto a las del año anterior.

El promedio de PMLs estimado para la Tercera Subasta de Largo Plazo fue aproximadamente 5 USD/MWh inferior al promedio de PMLs estimado para la Segunda Subasta de Largo Plazo y aproximadamente 13 USD/MWh inferior al promedio de PMLs de la Primera Subasta de Largo Plazo (Strategy&, 2017).

Esta desigualdad se vuelve más notoria cuando se compara el valor pronosticado con el valor promedio real de 2017 y encontramos que hay una diferencia de casi 50 USD entre los valores (Strategy&, 2017). Las proyecciones del PRODESEN 2021 – 2035 prevén una convergencia de los precios de la energía a lo largo del SIN a largo plazo, lo que es congruente con el objetivo de expansión de la Red de Transmisión, es de vital importancia la inversión para renovar y mejorar también las Redes Generales de Distribución para así robustecer adecuadamente el Sistema Eléctrico Nacional. Los proyectos de interconexión entre el SIN y los sistemas en Baja California se han cancelado, lo que implica que en esa zona los PMLs serán altos, como se ha venido observando en los últimos años. En las Figuras 5 y 6 se muestran los resultados resumidos de los ganadores de la Tercera Subasta de Largo Plazo, destacando.

Empresa	Energía (GWh)	CELs (kCEL)	Potencia (MW)	Proyectos (MW)	Potencia/ MWac (%)	Prelación	Zona de precios	Precios unitarios			
								USD/MWh	USD/CEL	KUSD/MW	
Enel	2,090	2,090	0	† E.L. de Amistad II	100	0%	✓	Rio Escondido	11.8	5.9	-
				† E.L. de Amistad 4	149	0%	✗	Rio Escondido	11.9	5.9	-
				† E.L. de Amistad 3	100	0%	✗	Rio Escondido	12.0	6.0	-
				† Dolores	244	0%	✓	Reynosa	12.9	6.5	-
Neoen	617	771	0	☀ Pachamama	300	0%	✓	Aguascalientes	12.6	6.3	-
Canadian Solar	652	765	0	☀ Horus Solar (AG)	95	0%	✓	Aguascalientes	12.7	6.3	-
				☀ El Mayo	99	0%	✗	Obregón	14.4	7.2	-
				☀ Tastiota	100	0%	✗	Hermosillo	15.0	7.5	-
				† Tres mesas 4	96	32%	✗	Guemez	13.0	6.5	22.8
Engie	1,509	1,654	31	☀ Calpulalpan	200	0%	✗	Central	13.8	6.9	-
				☀ Abr-99	99	0%	✗	Hermosillo	14.0	7.0	-
				☀ Villa Ahumada	150	0%	✓	Moctezuma	13.8	6.9	-

Figura 5. Desglose de características de ofertas de venta ganadas (Parte 1) (Strategy&, 2017).

Empresa	Energía (GWh)	CELs (kCEL)	Potencia (MW)	Proyectos (MW)	Potencia/ MWac (%)	Prelación	Zona de precios	Precios unitarios			
								USD/MWh	USD/CEL	KUSD/MW	
Mitsui / Trina	190	190	0	☀ PS Calera	80	0%	✗	Aguascalientes	13.2	6.6	-
X-Elio	435	484	10	☀ PS FV Sacabachi	200	5%	✗	Obregón	15.5	7.8	27.2
Acciona	0		52	† PE El Cortijo	168	31%	✓	Reynosa	-	-	32.5
Invenergy	0		499	☀ C.E. Los Ramones	550	91%	✗	Monterrey	-	-	38.7

Figura 6. Desglose de características de ofertas de venta ganadas (Parte 2) (Strategy&, 2017).

Referencias:

CENACE. Centro Nacional de Control de Energía. (2018). Programa de Apliación y Modernización de la RNTy RGD del Mercado Eléctrico Mayorista. Prodesen 2018 - 2029, 648.

Chávez, J. C. (2021). CFE añadirá 4.3 GW en generación con seis nuevas termoeléctricas. Energía hoy. <https://energiahoy.com/2021/04/22/cfe-anadira-4-3-gw-en-generacion-con-seis-nuevas-termoelectricas/>

Energía, S. de. (2020). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2021 - 2035 (p. 224). Secretaría de Energía.

García, K. (2021). CFE invertirá 1,000 millones de dólares en rehabilitación de hidroeléctricas. *El Economista*.
<https://www.economista.com.mx/empresas/CFE-invertira-1000-mdd-en-rehabilitacion-de-hidroelectricas-20210716-0021.html>

Jiménez, M. M. (2015). *Primera Subasta de Largo Plazo de Energía en México*. In *Cuadernos de Energía*.

Secretaría de Energía. (2018). *Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional* (p. 330). Secretaría de Energía.

Strategy&, Rodríguez, D., Avendaño, M. Á., & Aviléz, E. (2016). *2a. Subasta de Largo Plazo Reflexión sobre el proceso y los resultados Contenido* (p. 22). PwC.

Strategy&, Rodríguez, D., Aviléz, E., & Mendoza, J. (2017). *3a subasta de Largo Plazo: Análisis de los resultados* (p. 23). PwC.