



Guía:

Cooperativas de producción y venta de energía sustentable en México



BIENESTAR
SECRETARÍA DE BIENESTAR

INAES
INSTITUTO NACIONAL
DE LA ECONOMÍA SOCIAL



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

DGRV
Confederación Alemana
de Cooperativas

El Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) agradece a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y a la DGRV – Deutscher Genossenschafts- und Raiffeisenverband e.V. (Confederación Alemana de Cooperativas) por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realiza bajo el marco del programa “Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México” (TrEM), el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ), mientras que la DGRV colabora a través del “Proyecto Participación, Energía, Bienestar - Sostenibilidad con cooperativas en América Latina.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente representan la opinión del INAES. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Agradecimientos

Agradecemos la contribución de las siguientes personas para el desarrollo de la presente guía:

Persona	Institución/Organización
Dr. Nicolás Vázquez Limón	Centro de Estudio de las Energías Renovables del Instituto de Ingeniería de la UABC
Mtra. Sandra Rátiva	Onergia Cooperativa
Carla Neudert	Caminemos Juntos Sembrando Conciencia, AC

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40, 53113 Bonn, Deutschland
T +49 228 44 60-0
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5, 65760 Eschborn, Deutschland
T +49 61 96 79-0 F +49 61 96 79-11 15
E info@giz.de | www.giz.de

Programa de apoyo a la Transición Energética en México (TrEM)
Agencia de la GIZ en México
Torre Hemicor, PH
Av. Insurgentes Sur No. 826, Col. Del Valle C.P. 03100, CDMX, México
T +52 55 5536 2344
F + 52 55 5536 2344 E

giz-mexiko@giz.de
www.giz.de/mexico

DGRV-Büro Berlin
DGRV-Büro Bonn
DGRV-México
Linkstrabe 12
10785 Berlin, Deutschland, Adenauerallee 121, 53113 Bonn, Deutschland
T+49 228 88 61 0
T+49 228 88 61 26 0
Porfirio Díaz 106, Col. Del Valle, Alc. Benito Juárez, 03100, Ciudad de México
T +52 (55) 5687 3780
www.dgrv.de
www.dgrv.coop

Versión: marzo de 2022

Edición y supervisión: Joaquín Pereyra (GIZ), Lishey Lavariega (GIZ), Andrea Guevara (INAES), María Elena Rodríguez (INAES), Carlos Osorio (INAES), Jimena Viorneri (INAES), Alonso Durana (INAES), Alejandra Cruz (DGRV), Andrés Aranda (DGRV) y Humberto Cerdio (INAES).

Con textos de: Ithaca Environmental (marca comercial de Climate & Biodiversity Experts, S. C.), Ana Karen Navarrete, Carlos Mendoza Ayala y José Luis Castro Negrete.

Revisión de estilo literario y diseño editorial: SK3 Estudio Creativo
Ilustración: Esteban Saldaña

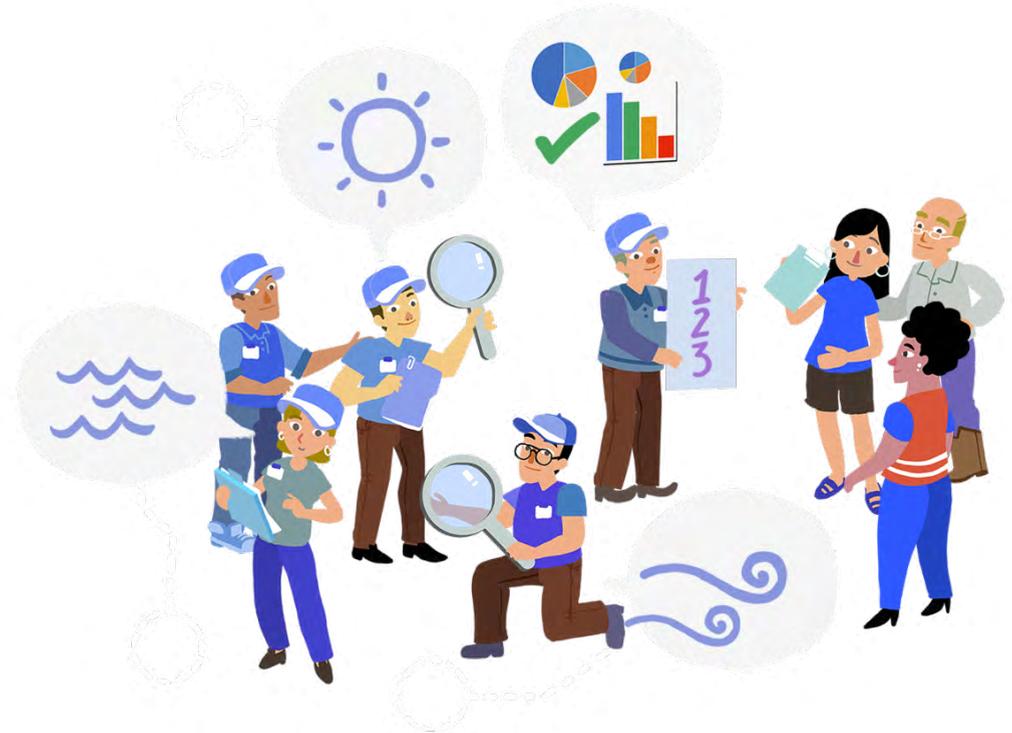
La GIZ y la DGRV son responsables del contenido de la presente publicación.

Por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania o BMU alternativamente.

Para mayor información consulta la guía cooperativas de energía sostenible en México (2020).

<https://cooperacionclima.mx>

🌱@ClimaGIZmx



Guía: Cooperativas de producción y venta de energía sustentable en México



BIENESTAR
SECRETARÍA DE BIENESTAR

INAES
INSTITUTO NACIONAL
DE LA ECONOMÍA SOCIAL



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

DGRV
Confederación Alemana
de Cooperativas

CONTENIDO

Página

03	Índice de tablas	
03	Índice de figuras	
04	Siglas y acrónimos	
05	Resumen ejecutivo	
20	Antecedentes	
22	Capítulo 1.	¿Qué oportunidades ofrece una cooperativa de producción y venta de energía?
24	Capítulo 2.	Las cooperativas como empresas de energía sustentable
	2.1.	¿Qué es una cooperativa?
		¿Qué es una cooperativa de energía sustentable?
	2.2.	¿Cómo contribuyen las cooperativas de energía sustentable con el despliegue de las energías renovables?
29	Capítulo 3.	Posibles modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable
32	Capítulo 4.	Modelo de negocio propuesto para una cooperativa de producción y venta de energía sustentable
	4.1.	Descripción del modelo de negocio
38	Capítulo 5.	Ruta crítica para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía
	5.1.	Conformación de una cooperativa de producción y venta de energía sustentable
	5.2.	Conocimiento del marco regulatorio aplicable a la generación distribuida (GD)
	5.3.	Desarrollo de un proyecto de generación de energía sustentable
		Análisis de necesidades energéticas: diagnóstico energético
		Evaluación de disponibilidad de recursos de energía sustentable
		Elección de la tecnología de generación a instrumentar
		Dimensionamiento del sistema de generación
		Determinación de la viabilidad técnica y financiera del proyecto de GD
		Elección de esquema de contraprestación
		Financiamiento para proyectos de GD
		Definición de términos para la venta de energía
		Construcción del proyecto de energía sustentable
		Operación del proyecto
		Mantenimiento del sistema
52	Capítulo 6.	Resumen paso a paso
54	Capítulo 7.	Caso de estudio
		Provisión de arrendamiento financiero a una cooperativa de producción y venta de energía
		Hotel Los Palafitos, Cozumel
		La propuesta tecnológica
		La oferta de financiamiento
60	Capítulo 8.	Conclusión
62	Capítulo 9.	Otros recursos y caso de éxito
		Micro red sustentable de servicios energéticos comunitarios
		Onergia Cooperativa
64	Glosario	
66	Referencias	
68	Anexo I.	Modelos de contraprestación de energía adecuados para cooperativas de acuerdo con la regulación actual
		Contexto regulatorio
		Operación del MEM
		Generación distribuida (GD)
		¿Cómo se remunera la energía en generación distribuida?
		Medición neta (Net Metering)
		Facturación neta (Net Billing)
		Venta total
		Abasto aislado y generación local
		Abasto aislado
		Generación local
75	Anexo II.	NOM aplicables al sector de energía sustentable de pequeña escala

ÍNDICE DE **TABLAS**

Página	
36	Tabla 1. Modelo de negocio para una cooperativa de producción y venta de energía
48	Tabla 2. Normas y estándares de calidad
50	Tabla 3. Opciones de financiamiento para proyectos de energía sustentable de pequeña escala
58	Tabla 4. Ahorros económicos bajo medición neta
58	Tabla 5. Ahorros económicos bajo facturación neta
70	Tabla 6. Participantes del MEM
75	Tabla 7. NOM aplicables al sector de energía sustentable de pequeña escala

ÍNDICE DE **FIGURAS**

Página	
30	Figura 1. Modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable
39	Figura 2. Ruta crítica para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía
42	Figura 3. Resumen de proceso administrativo para la interconexión de una central de generación distribuida
43	Figura 4. Potencial del recurso solar en México
44	Figura 5. Potencial de recurso eólico en México
53	Figura 6. Resumen paso a paso para la conformación de una cooperativa producción y venta de energía
56	Figura 7. Hotel Los Palafitos. Consumo eléctrico anual
57	Figura 8. Hotel Los Palafitos. Producción solar y eólica
69	Figura 9. Estructura actual del sector eléctrico mexicano
71	Figura 10. Participantes y operaciones en el MEM
72	Figura 11. Esquema básico del funcionamiento de la GD
73	Figura 12. Esquemas de contraprestación para la GD en México
74	Figura 13. Esquemas de abasto aislado
74	Figura 14. Esquemas de generación local

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACI	Alianza Cooperativa Internacional	LGSC	Ley General de Sociedades Cooperativas
AGM	Asociación Geotérmica Mexicana	LIE	Ley de la Industria Eléctrica
AMDEE	Asociación Mexicana de Energía Eólica	LTE	Ley de Transición Energética
Amexhidro	Asociación Mexicana de Energía Hidroeléctrica	MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
AMIF	Asociación Mexicana De La Industria Fotovoltaica	MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
ANES	Asociación Nacional de Energía Solar	MIPyMES	Micro, pequeña y mediana empresas
ASOLMEX	Asociación Mexicana de Energía Solar	MW	Megawatt
Bancomext	Banco Nacional de Comercio Exterior	MWh	Megawatt hora
CEL	Certificados de Energía Limpia	NAFIN	Nacional Financiera
CENACE	Centro Nacional de Control de Energía	NDC	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
CFE	Comisión Federal de Electricidad	NOM	Norma Oficial Mexicana
CNBiogás	Consejo Nacional de Biogás	OyM	Operación y Mantenimiento
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	PDBT	Pequeña demanda baja tensión
CRE	Comisión Reguladora de Energía	PML	Precio Marginal Local
DGIRA	Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental	PPA	Contratos de Compraventa de Energía
DGRV	Confederación Alemana de Cooperativas	PRLV	Pagarés con Rendimiento Liquidables al Vencimiento
DOF	Diario Oficial de la Federación	PyMes	Pequeña y Mediana Empresa
EE	Eficiencia energética	RABT	Riego agrícola en baja tensión
ESCO	Empresa de Servicios de Energía	RGD	Redes Generales de Distribución
EVIS	Evaluación de Impacto Social	RNT	Red Nacional de Transmisión
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica	SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
FV	Fotovoltaico	SEN	Sistema Eléctrico Nacional
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura	SENER	Secretaría de Energía
GD	Generación Distribuida	SFVI	Sistemas Fotovoltaicos Interconectados
GDBT	Gran demanda baja tensión	SIASIC	Sistema de Atención a Solicitudes de Interconexión y Conexión
GDMTH	Gran demanda en media tensión horaria	SOCAP	Sociedad Cooperativa de Ahorro y Préstamo
GDMTO	Gran demanda en media tensión ordinaria	TIC	Tecnologías de la Información y de Comunicación
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México	TrEM	Programa de Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México
GEI	Gases de Efecto Invernadero	UABC	Universidad Autónoma de Baja California
HAWT	Horizontal Axis Wind Turbines (Turbinas de eje horizontal)	UCPM	Usuarios Calificados Participantes del Mercado
INAES	Instituto Nacional de la Economía Social	UI	Unidades de Inspección
kW	Kilowatt	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
kWh	Kilowatt hora	UVIE	Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas
kWp	Kilowatt potencia	VAWT	Vertical Axis Wind Turbines (Turbinas de eje vertical)
LAN	Ley de Aguas Nacionales	W	Watt
LCoE	Costos nivelados de energía	WECF	Women Engage for a Common Future
LEG	Ley de la Energía Geotérmica	Wp	Watt pico
LGCC	Ley General de Cambio Climático		

RESUMEN EJECUTIVO



La *Guía: cooperativas de producción y venta de energía sustentable* se ha desarrollado con la finalidad de presentar a los lectores un panorama general acerca del modelo de negocio que permita el desarrollo de este tipo de proyectos cooperativistas en México. El aprovechamiento de las energías sustentables es un elemento de desarrollo local, con el que las comunidades pueden beneficiarse de las mejoras en el marco regulatorio del sector energético mexicano.

De esta manera se pone a disposición de las personas interesadas una serie de elementos enfocados en proveer información respecto de los pasos básicos que deben seguir para conformar una cooperativa de energía sustentable, así como, realizar un diagnóstico energético, evaluar la disponibilidad de los recursos renovables a fin de instalar un sistema de generación y orientar a los usuarios acerca de los cálculos financieros y de ingeniería que requieren desarrollarse de acuerdo con los modelos de negocio de generación distribuida.

Las cooperativas de energía sustentable son un pilar importante para impulsar una economía social y solidaria entre las comunidades, en la cual destacan iniciativas socioeconómicas y culturales basadas en el trabajo colaborativo de las personas y la propiedad colectiva de los bienes, la participación y las acciones emprendidas por la sociedad en lo referente a generación, suministro, distribución, almacenamiento y provisión de servicios de energía eléctrica (eficiencia energética, calefacción, bombeo de agua).

Aunque aún existen desafíos para la constitución de cooperativas de producción y venta de energía sustentable en México, las cooperativas son una respuesta para transitar de un modelo energético centralizado, a uno descentralizado en el cual las personas protagonicen la inversión, el desarrollo y los proyectos de energía sustentable, al tiempo que promueven la mejora de la economía local y se convierten en aliadas del sector público en la mitigación y adaptación al cambio climático.

La guía aborda la importancia de entender qué es y cómo opera una cooperativa de este tipo y cuáles son los elementos que las convierten en una de las mejores opciones para favorecer la participación ciudadana y el desarrollo de proyectos de energía sustentable de pequeña o mediana escala bajo la regulación de generación distribuida (GD) vigente en México. Además, por la manera en que las cooperativas se organizan, éstas representan una oportunidad para la inclusión de las mujeres en modelos de negocio de energía. Así las cooperativas de energía sustentable promueven la partici-

pación y la democratización energética integrando un enfoque de género, contribuyendo a una Transición Energética más justa e incluyente que ayude a reducir las desigualdades.

En este sentido, de acuerdo con el artículo 2 de la Ley General de Sociedades Cooperativas (LGSC), una cooperativa es una organización social integrada por personas físicas con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua, con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas, mediante actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios (LGSC, 2018).

De esta manera y con base en lo descrito anteriormente, **una cooperativa de energía sustentable se define como una empresa de propiedad colectiva basada en valores y principios que priorizan la justicia y la equidad, centrada en las personas, dirigida de forma democrática por sus miembros, con el objetivo de que estos puedan satisfacer sus necesidades y aspiraciones energéticas, económicas y sociales comunes.**

En el año 2020, como parte de la exploración para encontrar los posibles modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable, el Instituto Nacional de la Economía Social (INAES), la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ) y la Confederación Alemana de Cooperativas (DGRV) llevaron a cabo un análisis del marco regulatorio y la normatividad aplicable a los sectores eléctrico y cooperativo en México resultado de dicho análisis, se identificaron cuatro posibles modelos de negocio a partir de los cuales puede detonarse la formación de cooperativas de energía sustentable.

Estos modelos integran el componente social y colaborativo, así como el componente técnico de los servicios de asesoría para la eficiencia energética y el de las tecnologías de energía renovable de pequeña escala con mayor potencial de aprovechamiento en nuestro país, tales como energía solar fotovoltaica, eólica, geotérmica de baja entalpía, hidroeléctrica, biogás y biomasa, así como su aplicabilidad de acuerdo con ambos marcos normativos. Los siguientes modelos son la base de la energía comunitaria y cooperativa en México y están fundamentados en la regulación energética de generación distribuida (GD) (sistemas menores de 500 kW) y la Ley de Economía Social y Solidaria. Las personas interesadas en conformar una cooperativa de energía sustentable pueden adoptar algunos de los siguientes modelos de negocio:

- A. Cooperativas de financiamiento de proyectos de energía sustentable.
- B. Cooperativas de producción y venta de energía sustentable.**
- C. Cooperativas de consumo de energía sustentable.
- D. Cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética.

Como se ha mencionado, la presente guía detalla el **Modelo B: Cooperativas de producción y venta de energía**. Cabe mencionar que el detalle del análisis de los cuatro modelos se abordó en la [Guía: cooperativas de energía sustentable en México - cooperativas de consumo de energía solar \(prosumidoras\)](#) (GIZ, DGRV, INAES, 2020), la cual fue publicada en el año 2020 y puede ser consultada en los sitios web del INAES y de la GIZ.

El modelo de negocio que se considera para las cooperativas de producción y venta de energía está orientado a generar energía a partir de sistemas de energía renovable con tecnologías de pequeña escala bajo la regulación de GD. Los sistemas para generación de energía renovable son instalados en-situ (*in-situ*) en los espacios de los usuarios finales o clientes de la cooperativa, ya sea en techos o patios, por ejemplo. Es importante mencionar que los segmentos de mercado a los que están dirigidos los servicios que ofrece la cooperativa son personas físicas (usuarios bajo tarifas de alto consumo), personas morales (cooperativas de consumo de energía) de los sectores comercial e industrial e, incluso, instancias del sector público en los regímenes tarifarios PDBT, GDBT, GDMTH. Los beneficios para la cooperativa provenirán de los ingresos por la venta de energía a usuarios finales. Para realizar las ventas correspondientes se establecerá un contrato de compraventa de energía (PPA por sus siglas en inglés) entre estos dos actores.

Como parte de la fase de planeación y diseño del proyecto de producción y venta de energía sustentable se debe analizar el marco jurídico vigente para GD y las tarifas eléctricas específicas del proyecto, para seleccionar el esquema de remuneración o mecanismo de contraprestación que mejor se adecue al modelo de negocio propuesto. Estos mecanismos fueron definidos por la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y descritos en el *Manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5*, el cual orienta a los usuarios acerca de los procesos y procedimientos para realizar la interconexión física de las centrales eléctricas a las redes de transmisión y generación. La CRE define tres mecanismos de contraprestación para la GD, es decir la forma de remunerar la energía generada y suministrada a la red eléctrica:

- Medición Neta (*Net Metering*).
- Facturación Neta (*Net Billing*).
- Venta total.

Asimismo, el dimensionamiento del sistema de generación de energía sustentable permitirá definir el número y las especificaciones de los equipos que lo conformarán, y estará basado en el análisis de las necesidades energéticas del usuario final, el cliente de la cooperativa, así como en las características y condiciones de las instalaciones donde se instalará el sistema de GD “detrás del medidor” de su servicio eléctrico actual.

También como parte de la ruta crítica para la conformación de la cooperativa de producción y venta de energía sustentable debe considerarse el financiamiento para adquirir los equipos y la puesta en marcha de los proyectos. Esto puede provenir de diversos programas que otorgan créditos para adquirir tecnologías y equipos de GD, como son C-Solar y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Eco-Crédito Empresarial y GD, además de algunos programas de la banca comercial y de la banca de desarrollo. De la investigación y análisis realizados sobre financiamiento para cooperativas de producción y venta de energía también se identificó que existen Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo (SOCAP) que cuentan con experiencia otorgando créditos para la compra de equipos fotovoltaicos. En la *Guía para cooperativas de financiamiento de proyectos de energía sustentable* podrán encontrarse otras formas en que las SOCAP pueden apoyar a las cooperativas mediante el financiamiento.

Además de los recursos financieros y tecnológicos, el recurso fundamental para cualquier modelo de negocio son las personas y el conocimiento que ellas puedan aportar a la cooperativa para operar y mantener la central de generación de energía distribuida a lo largo del periodo de vigencia de los contratos.

Es importante mencionar que uno de los principales aliados de las cooperativas de producción y venta de energía son las cooperativas ESCO y de asesoría para la eficiencia energética, ya que estas pueden aportar apoyo técnico mediante servicios de operación y mantenimiento de las centrales de generación de energía renovable, así como asesoría para implementar procesos de producción energéticamente más eficientes y que generen ahorros adicionales a los clientes de las cooperativas de producción y venta de energía. Si se desea saber más sobre el tema puede consultarse la *Guía: cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética*.

Todos estos pasos y procesos se presentan en el capítulo 5, - Ruta crítica para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía, donde se presentan algunos recursos para evaluar la calidad en los equipos e instalaciones, así como posibles primeras fuentes de financiamiento.

Al final de la guía se muestra un ejemplo de caso de estudio donde una pequeña cooperativa de producción y venta de energía sensibiliza a los socios de un hotel en la isla de Cozumel acerca de la importancia de reducir los costos energéticos como una de las principales estrategias para cumplir las metas de ahorro en los costos operativos y hacia la recuperación económica del hotel. La propuesta de la cooperativa se basa en los resultados del diagnóstico de recursos renovables de la zona, la cual cuenta con vientos constantes y una excelente irradiación solar, por lo que la propuesta tecnológica es un sistema de poligeneración eólico y fotovoltaico instalado en sitio, utilizando las azoteas y algunas secciones del jardín del hotel.

En el ejemplo, el Hotel Palafitos cuenta con una tarifa GDMTH y un perfil de consumo ligado al nivel de ocupación, siendo mayor en los periodos vacacionales de verano e invierno. Para poder implementar el proyecto, obtener un financiamiento es fundamental, por lo que la cooperativa decide contactar a una SOCAP que puede ofrecer un arrendamiento mediante depósitos a plazo fijo. Desde la perspectiva de los socios del hotel, el financiamiento, en un esquema de contraprestación de medición neta, genera beneficios económicos por el ahorro energético de \$41 millones MXN en un periodo de 12 años y, por el lado de la cooperativa, esta gestiona un contrato por la ingeniería y construcción del sistema fotovoltaico y eólico con un valor total de 11.7 millones de pesos, así como un contrato de operación y mantenimiento a 10 años por un valor de 208 mil pesos anuales.

Al permitir que la sociedad tenga una mayor participación en la generación de energía, las cooperativas de producción y venta de energía favorecen que las personas contribuyan con la acción climática, promueven la soberanía energética y la inclusión de las mujeres, además de garantizar el acceso a energía limpia y de bajo costo, abriendo una gran oportunidad para transitar a un modelo de generación bajo en carbono y descentralizado, lo que representa una de las más grandes ventajas para la economía nacional.



ANTECEDENTES

El aprovechamiento de las energías sustentables es un elemento de desarrollo local, con el que las comunidades pueden beneficiarse de las mejoras en el marco regulatorio del sector energético mexicano. La transición energética representa ventajas, pero hasta ahora estas no han permeado a nivel local. Por ello, la energía sustentable generada por iniciativas comunitarias y cooperativas es una alternativa para potenciar el desarrollo regional, atendiendo las particularidades y vocaciones de las comunidades. Estas iniciativas permiten incrementar la participación de la sociedad de manera activa, así como el acceso a servicios energéticos; además, democratizan el sector e incrementan la cuota de energía descentralizada de fuentes renovables, para transitar hacia una matriz energética baja en carbono.

En el marco del Programa de Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México (TrEM) de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable (GIZ), del Proyecto Participación, Energía, Bienestar-Sostenibilidad con cooperativas en América Latina de la Confederación Alemana de Cooperativas (DGRV) y de las actividades del Instituto Nacional de la Economía Social (INAES) de la Secretaría de Bienestar del gobierno de México, las tres instituciones trabajan de manera conjunta con el objetivo de desarrollar modelos comunitarios y cooperativos de energía sustentable, como un instrumento para el despliegue de energía renovable descentralizada, con un enfoque social y solidario para la transición energética.

En México, las actividades relacionadas con la industria energética son las que generan más emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (GyCEI), solo superadas por el sector transporte (INECC, 2015). El país se ha comprometido a nivel internacional a reducir sus emisiones mediante la Contribución Nacionalmente Determinada (CND); para lograrlo, el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos es un pilar fundamental. Lo anterior está establecido en la Ley General de Cambio Climático (LGCC) y en la Ley de Transición Energética (LTE), entre otras regulaciones en materia energética a nivel nacional.

La regulación actual de México ha permitido que las energías renovables comiencen a desarrollarse. En particular, el sector solar fotovoltaico (FV) se considera el mercado más maduro en términos de oferta y demanda, soluciones tecnológicas, experiencia y volumen de interconexiones en el sistema eléctrico (IRENA, 2019). Sin embargo, existen otras tecnologías disponibles que resultarán útiles para comunita-



des y cooperativas de energía sustentable en México, como: energía solar térmica, micro eólica, biomasa, digestión anaerobia-biogás, micro hidroeléctrica, mareomotriz y geotérmica de baja entalpía, aunque estas necesitan un análisis más amplio para su instrumentación.

La presente *Guía: cooperativas de producción y venta de energía sustentable* tiene como finalidad presentar un modelo de negocio que permita el desarrollo de este tipo de proyectos en México. La guía integra una serie de elementos enfocados en proveer información respecto de los pasos básicos que deben seguirse para realizar un diagnóstico energético y evaluar la disponibilidad de los recursos renovables a fin de instalar un sistema de generación. De la misma forma busca orientar a los usuarios sobre los cálculos financieros y de ingeniería que requieren desarrollarse de acuerdo con los modelos de generación a pequeña escala que se adopten en una cooperativa de producción y venta de energía.

Además de la presente guía se han desarrollado dos más: *Guía para cooperativas de financiamiento de proyectos de energía sustentable* y la *Guía: cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética*, las cuales se suman a la desarrollada en el año 2020: *Guía: cooperativas de energía sustentable en México-cooperativas de consumo de energía solar (prosumidoras)*. En su conjunto, estos documentos serán de utilidad para los lectores que deseen ampliar sus conocimientos acerca de la operación de modelos de negocio energéticos.



CAPÍTULO 1

¿Qué oportunidades ofrece una cooperativa de producción y venta de energía?

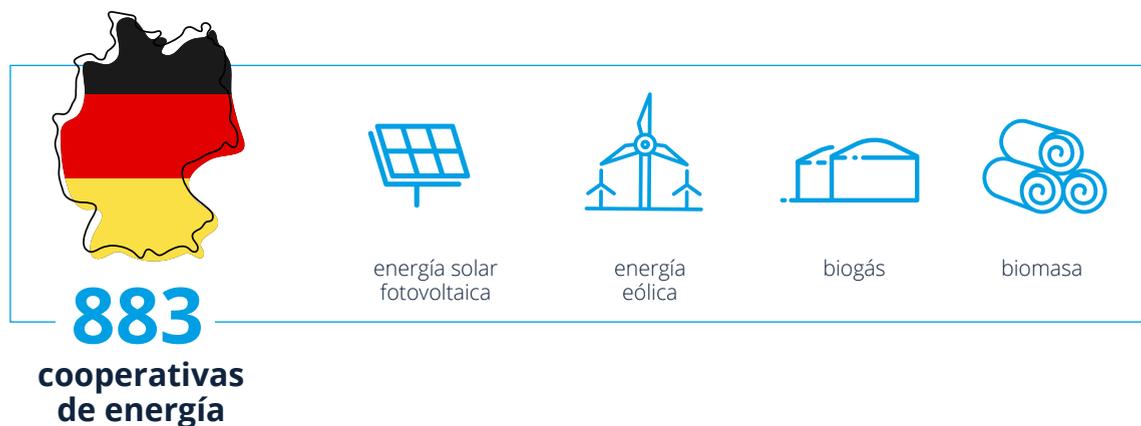
De acuerdo con la Alianza Cooperativa Internacional (ACI), las cooperativas representan una oportunidad para generar energía sustentable así como el autoconsumo, la electrificación de comunidades rurales, la provisión de servicios de mantenimiento y/o la instalación de infraestructura energética (ACI, 2019). Asimismo, las cooperativas de energía sustentable son un pilar importante para la promoción de la energía ciudadana, en la cual destaca la participación y las acciones emprendidas por la sociedad en lo referente a generación, suministro, distribución, almacenamiento y provisión de servicios de energía eléctrica (eficiencia energética, calefacción y bombeo de agua).

Como se abordará y se hará hincapié en los siguientes capítulos de esta guía, los beneficios de estas entidades van desde la generación de conocimientos y el incremento en la aceptación de proyectos de energías renovables hasta el impulso a inversiones locales, lo que se traduce en generación de empleos. Las cooperativas también tienen un rol muy importante en el fortalecimiento de las economías de escala del sector de la energía eléctrica, en particular las actividades de generación y distribución, lo que favorece que los usuarios finales puedan acceder a energía más barata y baja en emisiones.





Países como Alemania y Brasil son ejemplos claros que ilustran la evolución creciente de las cooperativas de energía sustentable, debido a la variedad de oportunidades que ofrecen para promover el desarrollo bajo en carbono del sector eléctrico y en integrar a la sociedad en la ejecución y operación de proyectos. Brasil cuenta con 69 cooperativas de electrificación rural (pequeñas hidroeléctricas, centrales fotovoltaicas de pequeña y mediana escala, y centrales que aprovechan los residuos forestales) (ACI, 2019); por otro lado, de acuerdo a la DGRV, Alemania cuenta con 883¹ cooperativas de energía, las cuales participan en actividades de generación de energía sustentable, como energía solar fotovoltaica (83%² del total de cooperativas de energía), energía eólica (26%), biogás (10%) y biomasa (proveniente de residuos de madera). Estas entidades también participan en distribución (34%), almacenamiento (12%), consultoría (20%), electromovilidad (12%) y eficiencia energética (14%) (DGRV, 2020).



Aunque aún existen desafíos para la conformación de cooperativas de producción y venta de energía sustentable en México —relacionados principalmente con la falta de una cultura cooperativa, la financiación inadecuada y la escasa conciencia respecto del liderazgo que pueden tener las personas en el sector de la energía— **las cooperativas son una respuesta para transitar de un modelo energético centralizado y regido por grandes empresas, a uno descentralizado en el cual las personas protagonizan la inversión, el desarrollo y los proyectos de energía sustentable, al tiempo que promueven la mejora de la economía local y se convierten en aliadas del sector público en la mitigación del cambio climático.**

¹. Cifras de 2019.

². Los porcentajes indicados en cada una de las actividades desarrolladas por las cooperativas en Alemania no suman 100% debido a que estas participan en varios sectores al mismo tiempo.

CAPÍTULO 2

Las cooperativas como empresas de energía sustentable

La crisis climática a la que actualmente nos enfrentamos está estrechamente relacionada con la que se experimenta en otros ámbitos -como el energético, el hídrico y el social-, las cuales se agravan a medida que la población crece y demanda más recursos y servicios. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de transitar a una economía basada en el aprovechamiento sostenible de los recursos y en el desarrollo bajo en carbono. En este sentido, las energías renovables se presentan como una de las principales alternativas para descarbonizar la economía y facilitar la participación de las personas en la lucha contra el cambio climático.



2.1. ¿Qué es una cooperativa?

Si bien es cierto que los proyectos de energía renovable tienen un alto potencial de reducción de emisiones y es significativa su contribución a mitigar el cambio climático, es necesario que incorporen los aspectos sociales con el fin de que las personas tengan un papel central en los procesos de generación de energía y se fortalezca la democracia energética. Las cooperativas representan una oportunidad para promover el involucramiento de la sociedad en la transición energética y satisfacer las necesidades energéticas locales; asimismo, las cooperativas de energía sustentable potencian la generación de ingresos para los socios, la aceptación social, el desarrollo de proyectos de energía renovable, el acceso a energía asequible y servicios energéticos locales, así como la creación de capacidades técnicas.

Un ejemplo de lo anterior son las cooperativas de energía eléctrica que se definen como empresas propiedad de los consumidores, contratadas localmente y que proporcionan servicios eléctricos. Este tipo de entidades tienen como objetivo central la entrega eficiente de energía confiable y asequible a sus socios, satisfaciendo así las necesidades eléctricas y asegurando que los ingresos percibidos sean distribuidos de forma igualitaria (Nystrom, Tunstall y Ditzel, 2019).



Actualmente, en el mundo existen ejemplos exitosos de cooperativas de energía sustentable que prueban que vincular los sectores cooperativista y eléctrico es efectivo para fomentar la participación ciudadana en proyectos orientados a la transición energética e instrumentar modelos descentralizados de energía.

Para entender la importancia de las cooperativas en la generación de energía sustentable y en la provisión de servicios de eficiencia energética, es necesario explicar qué es una cooperativa de este tipo y cuáles son los elementos que las convierten en una de las mejores opciones para favorecer la participación ciudadana y el desarrollo de proyectos de energía sustentable de pequeña o mediana escala en generación distribuida (GD). Dichos elementos se abordan con mayor detalle las siguientes secciones.

Antes de ahondar en el término de cooperativa de energía sustentable es necesario conocer la definición de cooperativa. De acuerdo con el artículo 2 de la Ley General de Sociedades Cooperativas (LGSC), una cooperativa se define como una organización social integrada por personas físicas con base en intereses comunes y en los principios de solidaridad, esfuerzo propio y ayuda mutua, con el propósito de satisfacer necesidades individuales y colectivas, mediante actividades económicas de producción, distribución y consumo de bienes y servicios (LGSC, 2018).

La participación de la sociedad en proyectos de energía sustentable tiene un papel fundamental en la transición energética, ya que el sector contribuye a la instrumentación de acciones enfocadas en reducir emisiones contaminantes y generar capacidades locales, además de incrementar el acceso a la energía renovable y reducir la pobreza energética. La energía sustentable contempla tres ejes fundamentales: acceso universal a la energía eléctrica, eficiencia energética y generación con fuentes renovables (IEA, 2016). La transición energética representa, además, una oportunidad para la inclusión de las mujeres en proyectos de energía renovable, que resultan más efectivos y eficientes cuando se integra un análisis participativo de género, en el que se identifican procesos que vinculan género, medio ambiente y energía (PNUD, 2007).

Los modelos participativos hacen alusión al conjunto de actividades llevadas a cabo por personas o comunidades con el objetivo principal de influir y orientar, ya sea de forma directa o indirecta, la toma de decisiones que repercuten en los intereses de la colectividad. En estos modelos, las personas forman parte activa de las acciones encaminadas a satisfacer sus necesidades y aspiraciones comunes.

Las cooperativas representan un instrumento para promover la participación y la democratización de la generación de energía debido a que están integradas por grupos de personas asociadas que buscan satisfacer necesidades específicas de forma colectiva, con base en valores y principios cooperativos. Estos preceptos ponen de manifiesto el sentido de responsabilidad social, democracia, igualdad, equidad y solidaridad, además de destacar la labor para promover el desarrollo sostenible de la comunidad. En este sentido, se hace visible la oportunidad que las cooperativas representan para hacer frente a la crisis climática mundial, potencializando la generación de energía eléctrica a partir de recursos renovables, considerando la participación de las comunidades.

Los modelos sustentables son aquellos que resultan económicamente viables, socialmente justos y amigables con el medio ambiente. La economía social y solidaria nos permite encontrar el equilibrio entre estas tres esferas debido a sus principios y valores, al poner a las personas y sus necesidades al centro.

Los proyectos de energía sustentable que surgen desde la participación de la comunidad en general se caracterizan por dos elementos:

1. **Son las personas quienes poseen, participan o controlan la producción de la energía.**
2. **La mayoría de los beneficios directos del proyecto se distribuyen y permanecen en la localidad.**

Por estas razones, la apropiación y aceptación de los proyectos de energía sustentable aumenta y maximiza los impactos positivos en torno a las esferas ambientales, sociales y económicas.

La importancia de los modelos sustentables y participativos en los temas de energía radica en el enfoque social que integran para abordar las cuestiones relacionadas con el cambio climático. Estos modelos resultan ventajosos, en comparación con los modelos de generación de energía eléctrica centralizados. La crisis de sostenibilidad es un desafío que debe enfrentarse desde una perspectiva social y técnica; los modelos centralizados buscan enfrentar la crisis climática a partir de un enfoque meramente técnico (Capellán Pérez, Campos Celador y Zubiaga Terés, 2018).

Las experiencias internacionales demuestran que la vinculación de los sectores cooperativo y energético, en específico el eléctrico, pueden resultar en grandes beneficios para todos los involucrados. La estructura, modelos de gobernanza y principios cooperativos, al combinarse con una actividad estratégica como la generación y gestión de la energía, potencian beneficios sociales, económicos y ecológicos. Existen diversos ejemplos a lo largo de Europa, Estados Unidos y en algunos países de Latinoamérica:

- En Alemania, por ejemplo, las cooperativas de energía han tenido un desarrollo importante a través del tiempo, logrando que una proporción significativa de la energía total que se genera provenga de estas: las 883 empresas cooperativas de energía renovable generan hasta un 3.5% de la energía renovable del país (DGRV, 2020) y cuentan con más de 200 mil personas asociadas.
- En los Estados Unidos, entre 2010 y 2019, las cooperativas de energía renovable aumentaron 151% su capacidad, de 4 GW a 10 GW, de los cuales 1 GW corresponde a energía solar. Se estima que entre 2020 y 2023, las cooperativas de energía aumentarán la capacidad de producción de energía solar en más de 4 GW (NRCA, 2020).
- En América Latina, destaca el caso Chile, donde la Federación Nacional de Cooperativas Eléctricas (FENACOPEL) representa a siete cooperativas concesionarias de servicio público de distribución de electricidad que operan en el Sistema Interconectado Central del país. De estas, la Cooperativa Eléctrica Curicó (CEC) y la Cooperativa Copelec se sumaron en 2019 a la generación de energía sustentable, instalando y operando centrales fotovoltaicas en la región de Maule y Ñuble, respectivamente (ANCC, 2019).

Las cooperativas de energía sustentable pueden fungir como motores de la economía social y solidaria al favorecer la generación de empleos y el desarrollo comunitario, al tiempo que generan impactos positivos en el medio ambiente. Asimismo, representan una oportunidad para que las comunidades incursionen en procesos de generación y puedan satisfacer sus propias necesidades energéticas, fortaleciendo así los medios de participación social y cohesión local. Lo anterior representa un paso importante en la democratización de la energía y en reducir la pobreza energética, ya que se facilita el acceso a energía limpia y renovable a comunidades rurales o urbanas que se encuentran ante alguna situación de desventaja social.

¿Qué es una cooperativa de energía sustentable?

Con base en la definición general, una cooperativa de energía sustentable es una empresa de propiedad colectiva basada en valores y principios que priorizan la justicia y la equidad, centrada en las personas, dirigida de forma democrática por sus miembros, con el objetivo de que estos puedan satisfacer sus necesidades y aspiraciones energéticas, económicas y sociales comunes. Las cooperativas de energía renovable permiten crear empresas sostenibles en donde los asociados buscan promover la transición energética a partir de la participación ciudadana activa, agrupando recursos para la generación de energía, su consumo y uso eficiente (GIZ, DGRV, INAES, 2020).

2.2. ¿Cómo contribuyen las cooperativas de energía sustentable con el despliegue de las energías renovables?

Las cooperativas de energía sustentable se han posicionado como un elemento clave para promover la transición energética en el mundo. Permiten que las personas tengan mayor involucramiento en la creación de energía, convirtiéndose en productores independientes, permitiendo que la sociedad en general tenga mayor aceptación por las energías renovables y que, en consecuencia, el suministro eléctrico esté migrando hacia modelos descentralizados y bajos en carbono.

En este sentido, las principales contribuciones de las cooperativas de energía sustentable para acelerar la transición energética se destacan en los siguientes puntos:

- **Democratización de la generación eléctrica**

Las cooperativas de energía sustentable brindan a personas físicas y morales, que no pertenecen a la industria eléctrica, la oportunidad de agrupar recursos y convertirse en productores de energía renovable, al mismo tiempo que participan del consumo de energía.

En relación con lo anterior, el término energía ciudadana sirve para describir de mejor manera la participación de la sociedad civil en el sector energético y su relación con los modelos descentralizados de energía, los cuales se encuentran basados en recursos renovables y en la eficiencia energética. Los proyectos organizados bajo el enfoque de energía ciudadana o, en su caso, de energía comunitaria alientan la integración de los ciudadanos en procesos económicos sostenibles, la aceptación del desarrollo de nuevos proyectos de energía renovable, el aumento del compromiso social por apoyar el desarrollo sostenible y de la participación y transparencia en los proyectos (WECEF, 2018).



● **Soberanía energética**

La soberanía energética es el derecho de los individuos conscientes, las comunidades y los pueblos a tomar sus propias decisiones respecto a la generación, distribución y consumo de energía, de modo que estas sean apropiadas a sus circunstancias ecológicas, sociales, económicas y culturales, siempre y cuando no afecten negativamente a terceros. Al estar constituidas por personas que buscan satisfacer necesidades y aspiraciones económicas y sociales comunes, las cooperativas garantizan el cumplimiento de los objetivos para los cuales fueron creadas y contribuyen a mejorar la calidad de vida de sus integrantes y a generar beneficios económicos. En una cooperativa, las personas pueden participar activa y directamente de la economía local, regional o nacional y, dada su estructura organizativa y principios de operación, los beneficios económicos y sociales generados permanecen en las comunidades en las que han sido establecidas (ACI, 2018).



● **Creación de capacidades**

En una cooperativa de energía sustentable los socios comienzan a crear capacidades y tener conocimientos relacionados con el cambio climático y las acciones que pueden emprender para contribuir a su mitigación, lo que favorece al correcto desarrollo de proyectos de energía sustentable y al logro de objetivos en materia de mitigación del cambio climático. La creación de capacidades y generación de conocimientos en temas de desarrollo sustentable se consigue mediante los fondos de educación de las entidades.



● **Participación de la sociedad**

En una cooperativa, sin importar quiénes las integran, todas las personas tienen la misma voz y el mismo voto en relación con la actividad de la empresa cooperativa y el reparto equitativo de los beneficios.



● **Desarrollo sostenible**

La reducción de costos y la generación de beneficios sociales, económicos y ambientales para los miembros de las cooperativas y sus comunidades, ejemplifican la importancia de la colaboración y el emprendimiento colectivo. Aunado a lo anterior, las cooperativas contribuyen con la acción climática mediante la participación ciudadana.

Como se mencionará más adelante, una de las principales ventajas de las cooperativas es que se encuentran fuertemente arraigadas a las regiones donde son creadas y favorecen el desarrollo de cadenas de valor regionales con un alto nivel de funcionalidad. En el caso de las cooperativas de energía sustentable, al ser lideradas, en la mayoría de las ocasiones, por las comunidades de las regiones en las que se establecen, ayudan a fortalecer la economía local gracias a la reducción de la dependencia a los combustibles fósiles y de los efectos del cambio demográfico en las regiones rurales. Lo anterior se traduce en la disminución de costos por la baja de las importaciones de combustibles y en la mitigación de impactos sociales tales como: pérdida de empleos e infraestructura y migración a zonas urbanas (WEFC, 2018).



Dada la importancia de las cooperativas de energía sustentable en los procesos de transición energética y para la generación de co-beneficios sociales, económicos y ambientales (como los que se presentaron antes), en los próximos capítulos se exponen los modelos de negocio que pueden ser una oportunidad para que en México se detone la creación de este tipo de entidades, en particular las de producción y venta de energía sustentable.

CAPÍTULO 3

Posibles modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable

Como parte de la exploración para encontrar los posibles modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable, se realizó un análisis del marco regulatorio y la normatividad aplicable a los sectores eléctrico y cooperativo en México. En esta sección se presentan los modelos hallados y el modelo priorizado en un examen de barreras y oportunidades.



Considerando el marco legal vigente para el sector eléctrico aplicable a generación distribuida (GD) que justifica a las centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW que no requieren permiso para generar energía eléctrica (Anexo 1), y el cooperativo en México, existen cuatro modelos de negocio a partir de los cuales puede detonarse la formación de cooperativas de energía sustentable. Estos integran el componente social y colaborativo de las entidades y el componente técnico de las tecnologías de energías renovables con mayor potencial de aprovechamiento en nuestro país, tales como energía solar fotovoltaica, eólica, geotérmica, hidroeléctrica y biomasa, así como su aplicabilidad de acuerdo con ambos marcos normativos.

Las personas interesadas en conformar una cooperativa de energía sustentable pueden adoptar algunos de los siguientes modelos de negocio; cabe mencionar que el detalle conjunto de los cuatro modelos se abordó en la *Guía: cooperativas de energía sustentable en México-cooperativas de consumo de energía solar (prosumidoras)* (GIZ, DGRV, INAES, 2020):

- A.** Cooperativas de financiamiento de proyectos de energía sustentable
- B. Cooperativas de producción y venta de energía sustentable**
- C.** Cooperativas de consumo de energía sustentable
- D.** Cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética

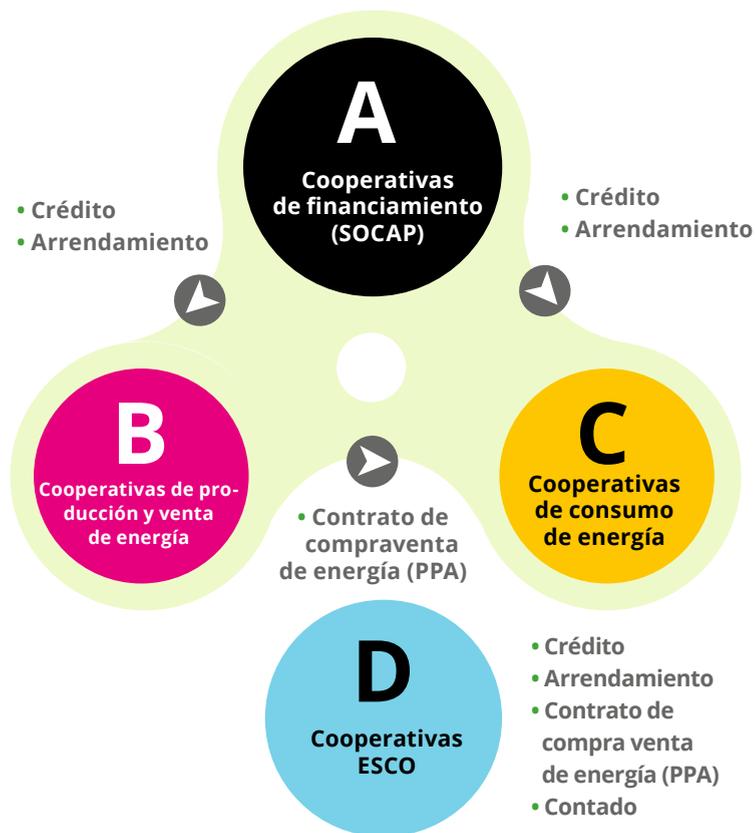
En el presente documento se detalla el modelo B.

Si bien es cierto que los modelos identificados toman en cuenta, principalmente, la energía solar fotovoltaica, también pueden adaptarse a proyectos de GD con energía eólica, hidroeléctrica, geotérmica, biomasa y biogás.

Los modelos toman como base los principios que rigen la operación de cada tipo de cooperativas (de consumo, de producción, de ahorro y préstamo) definidas en la LGSC, así como las modalidades de financiamiento de proyectos de generación de energía renovable disponibles en el mercado.

En la siguiente imagen se señalan las relaciones entre los modelos de cooperativas propuestos y los mecanismos de financiamiento que se encuentran disponibles para cada una de ellas:

Figura 1. Modelos de negocio para cooperativas de energía sustentable



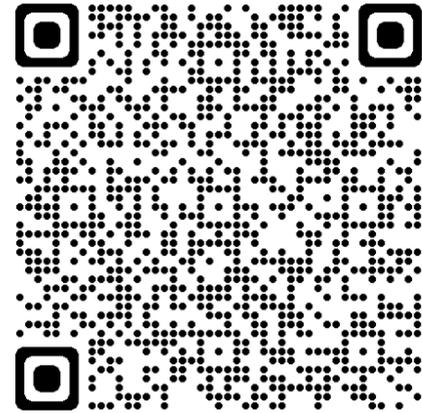
Fuente: GIZ, DGRV, INAES, 2020.

En la figura 1 se observa que las cooperativas de financiamiento podrían brindar sus servicios a las de producción y venta de energía por medio de un crédito o arrendamiento de la central de generación, mientras que las cooperativas de producción y venta de energía sólo podrían proveer servicios a las de consumo de energía. Por su parte, las cooperativas de consumo de energía no proveen ningún servicio a las otras; no obstante, tienen alternativas para acceder a financiamiento mediante un crédito normal, arrendamiento, un contrato de compraventa de energía o pago de contado para adquirir equipo necesario para generar y consumir su propia energía. Por su lado, las Cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética pueden brindar sus servicios de instalación operación y mantenimiento a las cooperativas de producción y venta de energía, u ofrecer la energía generada a los clientes de las ESCO que requieran suministro de energía limpia.



Si deseas conocer más sobre como formar una cooperativa de energía sustentable y los posibles modelos de negocio puedes consultar la Guía:

Cooperativas de energía sustentable en México - Cooperativas de consumo de energía solar (prosumidoras), solo escanea el código QR:



También puedes dar clic en el siguiente enlace:
Guía: cooperativas de energía sustentable en México

CAPÍTULO 4

Modelo de negocio propuesto para una cooperativa de producción y venta de energía sustentable

Una vez descritos los distintos modelos de negocio en materia de servicios de energía que una cooperativa puede adoptar, en este capítulo se aborda con mayor detalle el modelo de negocio para una cooperativa de producción y venta de energía sustentable.



4.1. Descripción del modelo de negocio

El modelo de negocio que se plantea considera a las cooperativas de producción y venta de energía como un nuevo tipo de negocio dentro del sector cooperativo en México. Este tipo de entidades están orientadas a producir energía a partir de sistemas de generación de energía limpia de pequeña escala bajo la regulación de GD, asimismo, considera que los socios son propietarios de este sistema y que la energía generada en el lugar de consumo será vendida a usuarios finales.

Los beneficios para la cooperativa provendrán de los ingresos por la venta de energía a usuarios finales. Para realizar las ventas correspondientes se establecerá un PPA entre estos dos actores.

En lo relacionado con la estructura de gobernanza, una cooperativa de producción y venta de energía sustentable podría mantener el esquema organizativo de las de producción tradicionales; no obstante, será necesario establecer reglas que condicionen la participación de los socios en la cooperativa, ya sea a partir de la aportación de capital económico para la compra de los equipos correspondientes y/o de los recursos humanos necesarios para la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de GD.

Para exponer las principales características del modelo de negocio para una cooperativa de producción y venta de energía, en el siguiente **canvas sustentable** o lienzo de modelo de negocio (Business Model Canvas³) se destacan nueve elementos clave a considerarse:

1. Servicios que serán ofrecidos por la cooperativa, incluyendo el diagnóstico respecto de la disponibilidad de recursos naturales renovables y diagnóstico energético; gestión de la energía.
2. Impactos socioambientales. ¿Cuáles podrían ser los impactos negativos? ¿Cuáles son los beneficios sociales y ambientales a la comunidad por la implementación del proyecto? Por ejemplo, se generan empleos locales lo que contribuye a mejorar la economía de la comunidad, también se genera energía limpia y asequible que contribuye a mejorar la calidad de vida y trabajo de las personas.
3. Canales. ¿Qué medios serán utilizados por la cooperativa para ofrecer sus servicios?
4. Funciones y actividades que deberán llevar a cabo los socios para la estructuración, promoción y operación de la cooperativa.
5. Recursos. ¿Qué recursos naturales potencialmente de energía renovable existen en el territorio? ¿Qué se necesita para que la cooperativa genere sus servicios? ¿Qué actividades deben suceder para generarlos? ¿Qué materias, materiales, máquinas infraestructura necesitamos?
6. Consumidores. ¿Quién o quiénes son los clientes principales a los que atenderá la cooperativa?
7. Costos y financiamiento. ¿Cuáles son los principales costos para generar nuestros servicios? ¿Cómo los financiamos?
8. Fuente de ingresos de la cooperativa. ¿De qué forma se financiará la cooperativa?
9. Aliados potenciales. ¿Quiénes son los aliados principales? Por ejemplo, municipios, cámaras, fideicomisos, Nacional Financiera (NAFIN), otras cooperativas como ESCO y SOCAP, entre otros.

La siguiente plantilla de canvas sustentable es un ejemplo en cual se presentan algunas preguntas, no limitativas, que pueden servir de apoyo para reflexionar acerca del modelo de negocio que se está buscando.

³. El lienzo de modelo de negocio o **Business Model Canvas** es una herramienta metodológica de negocio utilizada para visualizar, de forma simplificada, los principales aspectos que deben considerarse al inicio de un nuevo negocio, por ejemplo: segmento de clientes, propuesta de valor, financiamiento, entre otros elementos.

Ejemplo de canvas sustentable

● **Socios clave**

¿Quiénes son los aliados principales de las Cooperativas de producción y venta de energía? Por ejemplo:

- Instituciones financieras
- La operadora de la red eléctrica
- Cooperativas ESCO



● **Actividades clave**

¿Qué actividades clave requieren nuestras propuestas de valor? Nuestra relación con los clientes, nuestro flujo de caja, la relación con la operadora de la red eléctrica.

Categorías: instalación, operación y mantenimiento, suministro de energía plataforma / red.



● **Propuestas de valor**

Servicios y productos energéticos serán ofrecidos por la cooperativa.

El sistema será un sistema híbrido que proveerá energía limpia de diversas fuentes.

Energía estable y limpia

Contribución a disminuir el cambio climático.

CARACTERÍSTICAS: Novedad diseño, marca / estado, precio, reducción de costos, reducción de riesgos, accesibilidad, conveniencia / usabilidad, reducción de emisiones

● **Recursos clave**

¿Qué se necesita para que la cooperativa genere energía? ¿Qué actividades deben suceder para generarlos? ¿Qué equipos, infraestructura necesitamos? Acciones, inversiones y gastos iniciales, y los gastos operativos y de mantenimiento. ¿Necesitamos servicios adicionales como los ESCO?



● **Estructura de costos.**

¿Cuáles son los principales costos para generar energía? ¿Cómo financiamos el proyecto? Considerar conceptos como nómina, energía, gastos de operación y mantenimiento. Costos fijos (salarios, alquileres, servicios públicos), Costos variables, Economías de escala, Economías de alcance.



● **Costos socioambientales.**

¿Por la implementación del proyecto se generan plazas de trabajo? ¿La comunidad se ve de alguna manera afectada negativamente? ¿La implementación del proyecto implica en algún grado la degradación ambiental?



● Relación con clientes

¿Qué tipo de relación espera cada uno de nuestros segmentos de clientes que establezcamos y mantengamos con ellos? ¿Cuáles hemos establecido? ¿Cómo se integran con el resto de nuestro modelo de negocio? ¿Qué tan costosos son?

● Segmentos de clientes

¿Quién o quiénes son los clientes principales a los que suministrará energía la cooperativa? ¿A qué segmentos atiende (residencial, comercial, etc.)? ¿Cuál es el perfil del consumidor (escala, tamaño, ingresos, etc.) y cuáles sus zonas geográficas de influencia?

● Canales

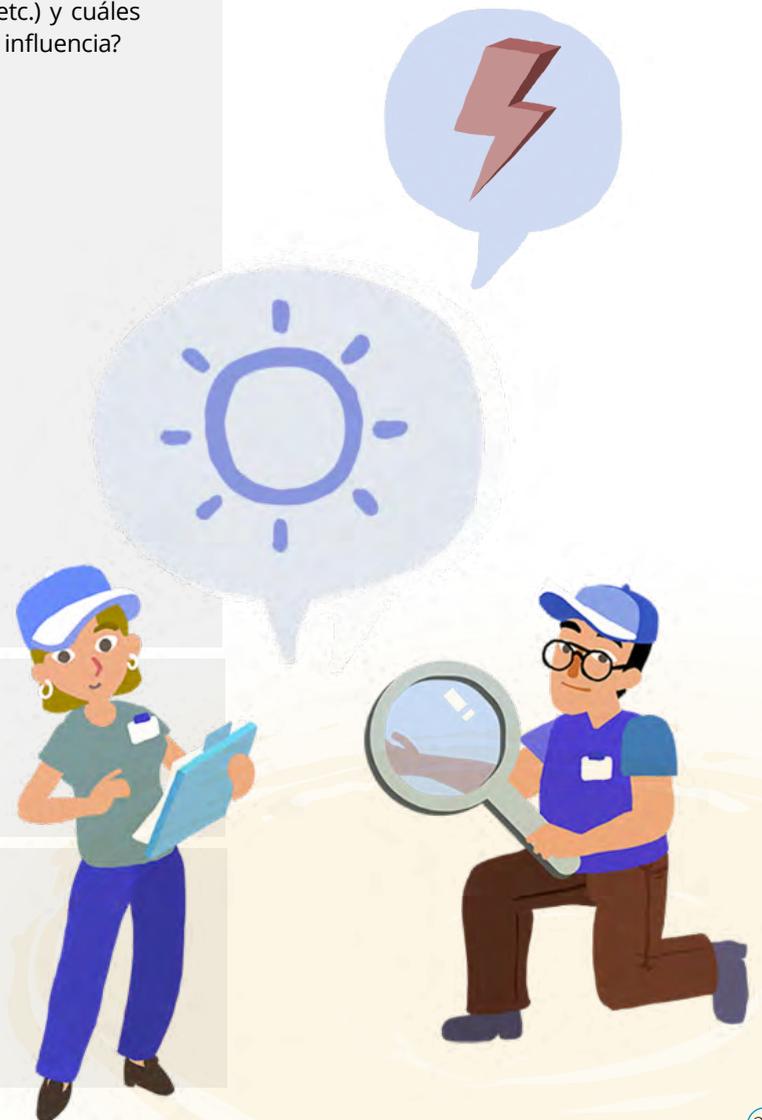
¿Qué medios serán utilizados por la cooperativa para ofrecer sus servicios? ¿Por qué medios se promueve la venta de energía?

● Fuente de ingresos

¿De qué forma se financiará la cooperativa? Por ejemplo, banca de desarrollo, SOCAP o recursos propios

● Beneficios socioambientales

¿Se reduce emisiones de gases contaminantes de la atmósfera y de sustancias que puedan dañar el suelo y contaminar el agua? ¿Se reduce el ruido? ¿Se mejora la calidad el trabajo y de vida en general?



A continuación se exponen las principales características del modelo de negocio de una cooperativa de producción y venta de energía sustentable.

Tabla 1. Modelo de negocio para una cooperativa de producción y venta de energía

Cooperativas de producción y venta de energía sustentable	
Definición técnica de la cooperativa	Una cooperativa de producción y venta de energía es aquella que tiene como fin principal generar energía para venderla en el sitio de consumo (<i>in-situ</i>) de sus clientes, ya sean personas físicas, morales u otras cooperativas (de producción o consumo).
Servicios que ofrecerá la cooperativa	El principal servicio provisto por la cooperativa será la venta de energía sustentable a personas físicas, morales u otras cooperativas (de producción o consumo). Parte de la energía producida por los generadores de energía (los excedentes) podrán venderse a un suministrador calificado o la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para lo cual los socios deberán elegir el modelo de contraprestación de GD que les reporte los mayores beneficios; estos modelos de contraprestación se describen en el Anexo 1 de la guía.
Canales para la provisión de los servicios	Para facilitar la venta de energía, la cooperativa podrá estructurar un PPA con el usuario final. Un PPA es un acuerdo de compra y venta de energía limpia, la cual es vendida a un precio acordado por el desarrollador del proyecto de energía renovable y un consumidor. Este tipo de contratos son generalmente definidos a largo plazo. La principal ventaja de los PPA para los productores de energía es que pueden asegurar ingresos fijos por un periodo largo de tiempo y, en consecuencia, contar con recursos financieros para su operación.
Funciones y actividades	Para que una cooperativa de producción y venta de energía pueda estructurarse y entrar en operación exitosamente, son necesarias las siguientes actividades y funciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Sensibilizar a los socios acerca de temas de cambio climático y energía sustentable. 2. Actividades relacionadas con la evaluación técnica y financiera del proyecto de generación de energía sustentable. 3. Contactar y negociar con empresas expertas en la instalación de sistemas de GD que funcionen a partir de fuentes de energía sustentable. 4. Supervisar la gestión de los permisos aplicables. 5. Dar seguimiento a las actividades de construcción y operación del sistema. 6. Identificar a los potenciales usuarios finales a quienes podrá venderse la energía sustentable y elaborar el contrato de compra y venta de energía correspondiente.
Recursos	La cooperativa necesitará adquirir equipos con los cuales generará la energía que después venderá a los usuarios finales en el sitio de consumo (in situ). Asumiendo que el generador de energía será dueño de los equipos, deberá identificar fuentes de financiamiento disponibles que le permitan realizar la inversión inicial para la compra de equipos. En México existen programas como C-Solar, programa del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Eco-Crédito Empresarial y GD, así como programas de la banca comercial y de desarrollo que otorgan créditos para adquirir tecnologías y equipos de GD. Cabe mencionar que algunos de ellos están orientados específicamente a financiar sistemas fotovoltaicos. Aunado a lo anterior, existen Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo (SOCAP) que cuentan con experiencia otorgando créditos para la compra de equipos fotovoltaicos. En la Guía para cooperativas de financiamiento de proyectos de energía sustentable podrán encontrarse otras formas en que las entidades del sector financiero pueden apoyar a la implementación de proyectos de energía sustentable en GD. Por otro lado, la banca de desarrollo también es una alternativa de financiamiento que las cooperativas de producción y venta de energía podrían explorar.

Cooperativas de producción y venta de energía sustentable	
Recursos	<p>El recurso más importante con el que cuentan las cooperativas son las personas, el conocimiento y experiencia que estas pueden aportar para la instalación, operación y mantenimiento, así como para la gestión administrativa y de ventas de la planta de generación de energía distribuida. Esto es fundamental para el buen desempeño del proyecto a lo largo del periodo de vigencia de los contratos de compraventa de energía.</p> <p>La capacitación a todas las áreas funcionales de la cooperativa es primordial para asegurar la mejora continua, mantener el ánimo y la creatividad de sus integrantes, así como consolidar la calidad de los servicios ofrecidos.</p>
Consumidores/segmentos de clientes	<p>Los segmentos de clientes a los que están dirigidos los servicios que ofrece la cooperativa son: personas físicas (usuarios bajo tarifas de alto consumo), personas morales (cooperativas de consumo de energía) de los sectores comercial e industrial, incluso instancias del sector público en los regímenes tarifarios PDBT, GDBT, GDMTH⁴.</p>
Estructura de costos y financiamiento	<p>El principal costo del modelo de negocio consiste en el capital necesario para realizar la ingeniería, procura e instalación de la planta de generación distribuida. Las cooperativas de producción y venta de energía pueden acceder a programas de la banca comercial y de desarrollo, así como a financiamientos otorgados por las SOCAP.</p> <p>Existen también costos derivados del desarrollo, incluyendo ingeniería, gastos de gestión y pago de derechos por permisos y licencias locales; así como costos por la operación de la planta que incluyen: seguros contra robo y daños parciales o totales, renta de la tierra (en caso de aplicar), costos de supervisión de mantenimiento correctivo y preventivo, costos de inventario para mantener equipos y partes disponibles para el pronto reemplazo y sistemas de monitoreo para asegurar el desempeño de la planta.</p>
Fuente de ingresos de la cooperativa	<p>Los ingresos de la cooperativa provendrán de la energía vendida en los sitios de consumo de sus clientes. El volumen de ingresos dependerá de la cantidad de energía vendida y del precio definido en el PPA.</p>
Aliados potenciales	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedades cooperativas (consumo o producción; ahorro y préstamo; ESCO y eficiencia energética). • Comunidades organizadas con requerimientos o propuestas de servicio energéticos. • Instituciones financieras. • Instituciones del sector público. • Instituciones del sector académico. • Sector privado. • Asociaciones del sector de las energías renovables (AMIF, AMDEE, ANES, ASOLMEX, MEXHIDRO, CNBiogás, AGM)⁵.

Las cooperativas de producción y venta de energía son una alternativa para ofrecer energía más barata y estable a sus clientes, y generar empleo e ingresos en las comunidades. Algunos de los retos para constituir una cooperativa de este tipo son crear capacidades técnicas con el fin de que los socios conozcan la operación de un sistema de generación de energía limpia de pequeña escala y el proceso administrativo y trámites que deben ser llevados a cabo para instalar un sistema de GD.

La ruta crítica que debe seguirse para formar una cooperativa de producción y venta de energía se aborda en el siguiente capítulo.

⁴. Pequeña demanda baja tensión (PDBT), Gran demanda baja tensión (GDBT), Riego agrícola en baja tensión (RABT), Gran demanda en media tensión ordinaria (GDMTO) y Gran demanda en media tensión horaria (GDMTH).

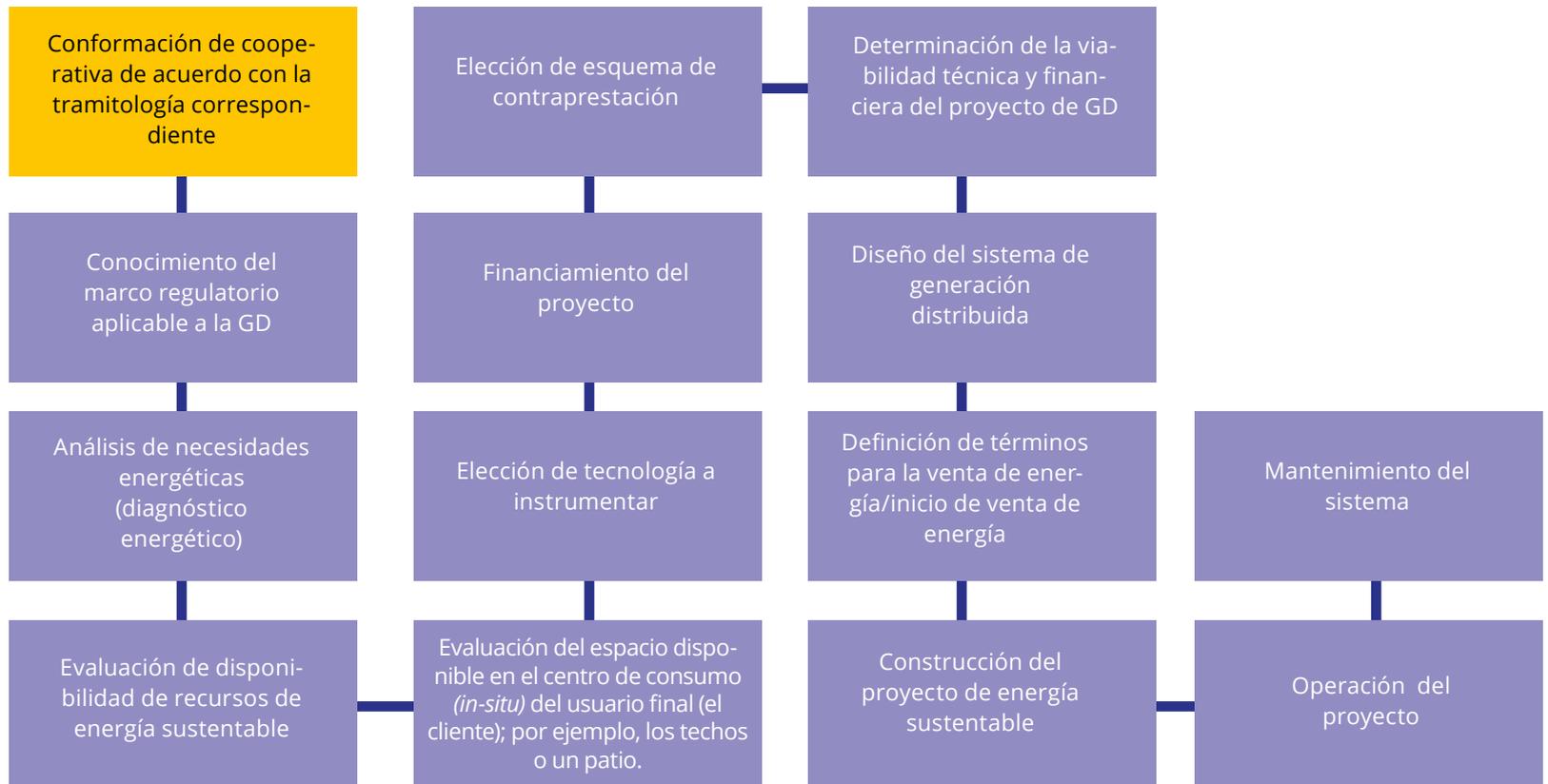
⁵. Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica (AMIF), Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), Asociación Mexicana de Energía Solar (ASOLMEX), Asociación Mexicana de Energía Hidroeléctrica (MEXHIDRO), Consejo Nacional de Biogás (CNBiogás) y Asociación Geotérmica Mexicana (AGM).

CAPÍTULO 5

Ruta crítica para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía

A continuación, se presenta un diagrama general del presente capítulo, en el cual se resumen los pasos clave de la ruta crítica para conformar una cooperativa de producción y venta de energía.



Figura 2. Ruta crítica para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía

Fuente: elaboración propia.

5.1. Conformación de una cooperativa de producción y venta de energía sustentable

Previo a la provisión de servicios, las personas interesadas en la formación de una cooperativa de producción y venta de energía deberán seguir un proceso que se encuentra alineado con la regulación aplicable al sector cooperativista en México.

El proceso de conformación de la cooperativa consiste en los siguientes pasos:

- **Autorización de uso de denominación o razón social.** Las personas interesadas deberán tramitar ante la Secretaría de Economía la autorización de uso de denominación o razón social. El trámite consiste en la autorización, resolución y reserva por parte de la secretaría y tiene una duración aproximada a los dos días.

- **Conformación de acta de acuerdo para la constitución de la sociedad.** Se refiere a la celebración de una asamblea constitutiva con el fin de formular y aprobar el acta y las bases constitutivas de la cooperativa.
- **Constitución ante notario público o titulares de los órganos políticos administrativos.** En esta etapa del proceso de conformación de la cooperativa, deben protocolizarse el acta y las bases constitutivas, así como el domicilio en el que se ubicará. Este trámite es necesario para otorgar personalidad jurídica a la cooperativa y confirmar la voluntad de las personas para ser socios.

- **Aviso de uso de denominación o razón social.** Este trámite también se realiza ante la Secretaría de Economía y sirve para dar constancia de que la autorización de uso de denominación o razón social fue utilizada para constituir una nueva persona moral.
- **Inscripción del Acta y de las Bases ante el Registro Público del Comercio.**
- **Obtención del RFC ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.**

En caso de que se requiera más información para conformar una cooperativa, previo a conformar una cooperativa de producción y venta de energía sustentable, por favor referirse a la página 14 de la *Guía: cooperativas de energía sustentable en México*. Una vez concluido los trámites, estos dan formalidad y legalidad a la cooperativa; las personas asociadas a la cooperativa podrán continuar con las actividades que se abordan en seguida.

5.2. Conocimiento del marco regulatorio aplicable a la generación distribuida (GD)

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) es la base para regular el funcionamiento del sector eléctrico mexicano y por medio de la cual se definen los términos de operación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La LIE plantea los derechos y obligaciones de cada actor que interviene en el SEN, así como las atribuciones en términos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad en México.

Asimismo, existen otros instrumentos como el *Manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5 MW* y el Código de Red⁶ que resultan relevantes para sistemas de generación distribuida ya que orientan a los usuarios acerca de los procesos y procedimientos para realizar la interconexión física de las centrales eléctricas a las redes de transmisión y generación.

El manual destaca los componentes técnicos a tomar en cuenta para instalar un sistema de generación distribuida, así como el proceso administrativo a seguir para establecer una central eléctrica con capacidad menor a 0.5 MW (500 kW). Este instrumento ha resultado relevante para el sector de la GD debido a que ha ayudado a definir esquemas de negocio para consumidores y productores de energía y ha sentado las bases para que la población pueda tener mayor participación en los procesos de producción de electricidad. Asimismo, el manual ofrece mayor claridad a las personas respecto de los procesos administrativos y tiempos de respuesta asociados a los trámites de permisos de interconexión.

⁶ Disposiciones administrativas de carácter general que contienen los criterios de eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad del SE: [https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MARCOREGULATORIO/SENYMEM/\(DOF%202016-04-08%20CRE\)%20RES-151-2016%20DACG%20C%C3%B3digo%20de%20Red.pdf](https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MARCOREGULATORIO/SENYMEM/(DOF%202016-04-08%20CRE)%20RES-151-2016%20DACG%20C%C3%B3digo%20de%20Red.pdf)

Por su parte, la finalidad del Código de Red es permitir e incentivar que el SEN se desarrolle, mantenga, opere, amplíe y modernice de acuerdo a requerimientos técnicos-operativos eficientes y costo-efectivos. En muchas ocasiones no se toma en cuenta la infraestructura que existe más allá de nuestras instalaciones eléctricas, lo cual puede causar daños graves a la infraestructura eléctrica y provocar situaciones que afecten el suministro eléctrico como cortos circuitos, variaciones en la tensión o en la frecuencia de la energía o apagones. En este sentido, el Código de Red permite identificar el origen de las fallas que pudieran presentarse y, por ende, asignar las responsabilidades correspondientes; las personas, sean productores o consumidores de energía, que no cumplan con las especificaciones del Código pueden hacerse acreedoras a multas significativas.

El Código de Red resulta importante para los proyectos de venta de energía que se encuentran interconectados ya que cumplir con los requerimientos técnicos garantiza que la energía comercializada cuente con los parámetros de calidad que le den continuidad, seguridad y sustentabilidad a la Red Nacional de Transmisión (RNT) y las Redes Generales de Distribución (RGD). En términos de costos, los desarrolladores de proyectos deberán considerar en su planeación financiera, los recursos económicos que se destinarán para contratar a las Unidades de Verificación de Instalaciones Eléctricas (UVIE) y las Unidades de Inspección de la Industria Eléctrica (UI), las cuales realizan, como su nombre lo indica, actividades de revisión, vigilancia y cumplimiento de las instalaciones para las centrales eléctricas interconectadas (en media tensión) a la red eléctrica.

Esquemas de remuneración en GD

La CRE define tres mecanismos de contraprestación para la GD, es decir la forma de remunerar la energía generada y suministrada a la red eléctrica:

- Medición Neta de Energía (*Net Metering*)
- Facturación Neta (*Net Billing*)
- Venta total de energía

A través de estos esquemas de contraprestación se establecen derechos y obligaciones de la CFE y el generador exento, quien es la persona, empresa o cooperativa que posee una central de generación de electricidad menor a 0.5 MW. **Para conocer más sobre los esquemas de remuneración consulta el Anexo 1.**

Solicitud de interconexión

La solicitud de interconexión debe presentarse ante CENACE, describiendo las características particulares del proyecto a desarrollar. La solicitud se realizará a partir de un formato en el cual debe especificarse, entre otras cosas, la ubicación del proyecto, la capacidad de generación del sistema, las especificaciones técnicas de los componentes del sistema —como inversores y paneles solares, las características de las instalaciones de corriente directa y alterna y la estimación de energía generada diariamente—. Dicho formato es el Anexo 3 de los criterios mediante los que se establecen las características específicas de la infraestructura requerida para la Interconexión de centrales eléctricas y conexión de centros de carga, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 2 de junio de 2015⁷.

El trámite deber realizarse en línea, para lo cual es necesario crear una cuenta en el Sistema de Atención a Solicitudes de Interconexión y Conexión (SIASIC)⁸. En la plataforma del SIASIC, el usuario anexará todos los documentos⁹ requeridos por el CENACE para realizar la solicitud de interconexión y también podrá dar seguimiento al estatus del trámite y a los avisos que sean emitidos.

El trámite de interconexión no tiene costo. El tiempo de respuesta varía de acuerdo con la capacidad de la central eléctrica; el representante legal de la empresa que desarrollará el proyecto deberá realizar este trámite.

Consideraciones

Es importante saber que existen algunos estudios, como la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y la Evaluación de Impacto Social (EVIS), que no son aplicables a los proyectos de GD (menores a 500 kW). Asimismo, los proyectos de GD tampoco requieren tramitar un permiso de generación ante la Comisión Reguladora de Energía.

En el siguiente diagrama se presenta un resumen de los trámites administrativos que deben llevarse a cabo para la interconexión de una central de generación distribuida. Para más información el lector puede consultar el *Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW*¹⁰.

⁷ El formato puede descargarse en: <https://www.gob.mx/tramites/ficha/contrato-de-interconexion-de-centrales-electricas/CENACE3369>
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5394833&fecha=02/06/2015

⁸ Página de registro en el SIASIC: <https://servicios.cenace.gob.mx/SiasicV1/registro-de-usuarios>

⁹ Los documentos requeridos para el trámite de interconexión, así como las características que deben cumplir, pueden consultarse en: <http://www.cenace.gob.mx/Interconexion.aspx>

¹⁰ http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5465576&fecha=15/12/2016

Figura 3. Resumen de proceso administrativo para la interconexión de una central de generación distribuida



5.3. Desarrollo de un proyecto de generación de energía sustentable

Para realizar un proyecto de generación de energía sustentable es necesario tomar en cuenta algunos aspectos que condicionarán la viabilidad técnica y económica del mismo. Los aspectos que resultan relevantes para su desarrollo se describen brevemente a continuación.

a) Análisis de necesidades energéticas: diagnóstico energético

Con el fin de entender el perfil de consumo de los usuarios y establecer una línea base para medir los ahorros energéticos y económicos derivados de la instalación de un sistema de generación de energía sustentable, es indispensable realizar un diagnóstico que permita recabar información sobre las necesidades energéticas.

Por medio del diagnóstico energético pueden evaluarse los ahorros económicos y energéticos que producirá el sistema de generación. Asimismo, se estima la capacidad que tendrá que instalarse para satisfacer las necesidades de consumo de energía de los usuarios. Esta estimación también está sujeta al componente que se presenta a continuación: espacio disponible para la instalación.

Para conocer más detalles sobre cómo llevar a cabo un diagnóstico energético, puede consultarse la *Guía: cooperativas ESCO y de servicios de asesoría para ahorro y eficiencia energética*.

b) Evaluación de disponibilidad de recursos de energía sustentable

Características geográficas y climáticas

Para el desarrollo de un sistema de generación distribuida de energía sustentable es necesario considerar distintas variables antes de realizar cualquier análisis para adquirir o instalar los equipos. Las primeras condiciones que deben tomarse en cuenta son las relacionadas con las variables climáticas y geográficas del sitio donde se ubicará el proyecto; esto permitirá evaluar la disponibilidad del recurso renovable a partir del cual funcionará el sistema.

México cuenta con un alto potencial para el desarrollo de proyectos de energía renovable, que se ejemplifica en las figuras 3 y 4.

Es importante considerar las variables geográficas y climáticas, las cuales permitirán diseñar correctamente los sistemas. De no hacerlo, podrían presentarse pérdidas en la eficiencia de los equipos debido a una mala orientación de los sistemas de energía (FV y eólico) o por una cuantificación errónea de los recursos renovables disponibles (hidroeléctrico o geotérmico). La eficiencia de los equipos influirá en la cantidad y calidad de la energía generada por los sistemas y, por consiguiente, en los ingresos que pueda percibir la cooperativa por la venta de energía.

Figura 4. Potencial del recurso solar en México



Zonas con alta calidad Potencial solar (Wh/m²/día)

5500 - 5749	■
5750 - 5999	■
6000 - 6249	■
6260 - 6557	■

Fuente: 2020 The World Bank, Source: Global Solar Atlas 2.0, Solar resource data: Solargis
<https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/mexico>

Figura 5. Potencial de recurso eólico en México**Zonas con alta calidad**

Potencial eólico (m/s)

6		8.5	
6.5		9	
7		9.5	
7.5		10	
8		10.5	

Fuente: (AZEL, 2018)

Para evaluar los recursos renovables en una región determinada, pueden utilizarse sistemas de información geográfica y los datos proporcionados por autoridades o instituciones del sector e instituciones académicas como el Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Por otro lado, los desarrolladores de proyectos utilizan modelos para simular el comportamiento y rendimiento de los equipos del sistema de generación dependiendo de la variación en la disponibilidad del recurso renovable.

c) Elección de la tecnología de generación a instrumentar

Actualmente existen diversas tecnologías de sistemas de generación de energía de pequeña escala. La tecnología más común en México es la solar fotovoltaica, principalmente porque la tecnología y el mercado han madurado de forma significativa, permitiendo que los costos se reduzcan. Hay que señalar que existen otros sistemas de energía sustentable como los de digestión anaerobia-biogás y eólicos de pequeña escala que podrían tener un auge significativo los próximos años. Las características generales de cada una de las tecnologías que podrían adoptarse en un sistema de generación se presentan y describen brevemente a continuación.

Minicentrales hidroeléctricas (mini-hidros)

Las mini-hidros transforman la energía potencial de una caída de agua en energía eléctrica. El agua se canaliza a través de una tubería forzada hacia una turbina que mueve un generador, provocando una corriente eléctrica.

Para su implementación se requieren estudios como la capacidad de la cuenca hídrica, el potencial del caudal (litros/segundo/m²) y la caída del flujo de agua; estos aspectos son importantes porque darán el potencial hidroeléctrico teórico bruto del sitio, para determinar su capacidad de generación de electricidad, así como el tamaño y tipo de turbinas a utilizar (Breeze, 2019, pp. 174-201). El diseño de la mini hidro debe hacerse con el máximo cuidado para no dañar el entorno ecológico y social.

En la actualidad, las tecnologías más utilizadas en este tipo proyectos son las turbinas Pelton y las Banki-Michel.¹¹ Además, existen sistemas innovadores como las turbinas de vortex y tornillo de Arquímedes, las cuales pueden operar directamente en los canales de conducción que no afectan el curso natural de los ríos, evitando así intervenirlos para formar embalses.

Eólica de pequeña escala

Estos sistemas aprovechan la velocidad del viento para generar electricidad. Existen dos tipos de turbinas que pueden implementarse en sistemas eólicos de pequeña escala:

¹¹ Las turbinas Pelton y las Banki-Michell pertenecen al denominado grupo de turbinas de acción, las cuales se distinguen por aprovechar únicamente la velocidad del agua para girar. Algunos ejemplos de mini-centrales hidroeléctricas comunitarias en América Latina, en las que se han utilizado turbinas Pelton y Banki-Michel, pueden consultarse en el siguiente link:https://www.sica.int/download/?pres_77377_1_08042013.pdf

Turbinas eólicas de eje horizontal (Horizontal Axis Wind Turbines, HAWT, por sus siglas en inglés). Son las más comunes hoy en día y cuentan con las siguientes características:

- En las HAWT, el eje de rotación de las palas es paralelo a la dirección del viento.
- El rotor, la caja de engranajes y el generador están montados en la parte superior de la torre o mástil, que debe girar para orientarse hacia la dirección del viento.
- Se utilizan, generalmente, en condiciones de corriente y una dirección del viento constantes, con el fin de captar la máxima energía eólica.
- No son efectivas cuando el viento es turbulento; por ello se ubican, casi siempre, en zonas donde hay una corriente de aire direccional constante.
- En general, su mantenimiento es complicado.
- Desde el punto de vista ambiental, las diferencias de presión causadas por el giro de las paletas pueden aplastar a los murciélagos. Las mini HAWT giran demasiado rápido, produciendo un efecto de invisibilidad que podría provocar que las aves se estrellen.

Turbinas eólicas eje vertical (Vertical Axis Wind Turbines, VAWT, por sus siglas en inglés). A diferencia de las turbinas de eje horizontal, las de eje vertical pueden aprovechar la energía eólica proveniente de cualquier dirección, por lo que no tienen que orientarse en un sentido específico. Esto facilita su instalación; sin embargo, entre más constante sea la dirección del viento mayor será su eficiencia.

- Las turbinas de eje vertical pueden instalarse fácilmente para aprovechar los espacios en los techos. Hoy en día existen sistemas con potencial para generar entre 100 W, hasta 1 MW de energía, por lo que sus principales aplicaciones se encuentran en sistemas de generación de baja potencia. Aunado a lo anterior, requieren de muy poco mantenimiento y no exigen grandes áreas para su instalación (Estrella Evia, 2008).
- Dependiendo de su diseño, algunas tecnologías comienzan a generar energía con vientos a una velocidad de 2 metros por segundo (m/s) o 7.2 km/h, a partir de alturas de entre 10 metros. Hay que tomar en cuenta que a mayor velocidad del viento, mayor será la eficiencia del sistema y, por ende, la generación de energía.
- El mantenimiento resulta más sencillo debido a que están construidas con menos partes móviles.

- Son más silenciosa y de baja huella ecológica. Gracias a sus características de diseño no generan efecto de invisibilidad, por lo que se consideran más seguras para aves y murciélagos.

Solar fotovoltaica (FV)

Los sistemas fotovoltaicos transforman la energía solar en energía eléctrica. Esta transformación eléctrica ocurre mediante las celdas fotovoltaicas, en las cuales se presenta el fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. La energía generada puede utilizarse en diferentes fines, como la iluminación de viviendas o el funcionamiento de máquinas y electrodomésticos. Los componentes básicos de un sistema fotovoltaico son los módulos solares, los inversores, los soportes y el cableado que sirve para conectar todos los componentes (CIEP, 2019).

Sistemas de digestión anaerobia para la producción de biogás

La digestión anaerobia es un proceso biológico que ocurre de manera natural cuando la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno; por ejemplo, la materia orgánica vegetal que se degrada en zonas pantanosas y deltas de ríos (Palau Estevan, 2016). Como parte de este proceso de descomposición, se produce un compuesto llamado biogás, el cual es una mezcla de gases, principalmente bióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), conteniendo sulfuros que causan el característico olor a huevo podrido. El biogás derivado del proceso de digestión anaerobia contiene, generalmente, entre 50 y hasta 75% de metano. Esto depende de la calidad del proceso anaerobio. Los principales recursos utilizados en procesos de digestión anaerobia son:

- Residuos sólidos urbanos-orgánicos. Desechos de cocina y jardines.
- Excretas animales. Granjas de cerdos y granjas lecheras.
- En plantas de tratamiento de aguas residuales.
- En general residuos de biomasa.

Las tecnologías para el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos son muy variadas: va desde bolsas herméticas, hasta tanques de acero. El biogás producido es un combustible renovable. Gracias a su alto contenido de metano puede utilizarse para operar:

- Cocinas y calentadores; sirve para cocinar y calentar agua u otros fluidos.
- Sistemas de cogeneración, con los que se genera energía eléctrica y se aprovecha el calor residual.

Sistemas geotérmicos de baja entalpía

La energía geotérmica hace referencia al aprovechamiento de la energía térmica contenida en el subsuelo de la tierra, ya sea en yacimientos de líquido geotermal o roca caliente. La energía geotérmica de muy baja y baja entalpía (o baja temperatura) puede utilizarse para la climatización de edificios, en procesos industriales y en generación de energía eléctrica.

- Algunos recursos de baja temperatura pueden aprovecharse para generar electricidad mediante tecnología de ciclo binario/ciclo orgánico Rankine.
- El aprovechamiento térmico es muy variado, entre las aplicaciones más comunes tenemos la deshidratación de alimentos, calefacción para producción piscícola y de hortalizas en invernaderos.
- Los recursos geotérmicos de baja entalpía para generar electricidad se encuentran, normalmente, a temperaturas de entre 100 a 150 °C y en pozos poco profundos.
- Una de las principales ventajas de un sistema geotérmico es que la producción de energía puede realizarse las 24 horas del día (7 días x 24 horas x 365 al año).

México cuenta con un alto potencial para aprovechar los recursos geotérmicos. No obstante, a pequeña escala no se han desarrollado capacidades técnicas y tecnológicas que favorezcan su impulso. Pese a lo anterior, se realizan investigaciones orientadas al fomento de tecnologías locales para beneficiarse de la energía geotérmica de baja entalpía.

d) Instrumentos de medición y equipo de almacenamiento y gestión

Medidores de electricidad

Los medidores de electricidad son un componente de gran relevancia en los proyectos de GD, cualquiera que sea la tecnología de energía sustentable de la que se trate. En proyectos de generación a pequeña escala, es necesario instalar un medidor bidireccional, el cual es muy parecido a uno tradicional, con la diferencia de que puede girar en ambos sentidos: cuando se genera electricidad a partir del sistema de energía sustentable, el medidor gira en sentido contrario, ya que se producirá energía que deberá descontarse del consumo total del usuario, lo que se traduce en ahorros en la factura eléctrica.

En otras palabras, la energía generada partir de algún sistema de energía sustentable es contabilizada por el medidor bidireccional y la resta al consumo total; si el sistema no genera la suficiente, los usuarios consumirán la electricidad proveniente de la red pública y pagarán la tarifa correspondiente.

En el mercado existen varias marcas y modelos, de funciones variadas. Como se mencionó, hay medidores bidireccionales sencillos para sistemas de energía residenciales o comerciales que sólo miden la energía saliente y la entrante, como también medidores sofisticados que generan datos para agilizar, automatizar y contabilizar los detalles de los procesos de monitoreo, control y facturación. Se debe ser cuidadoso al analizar qué tipo de medidor se necesita para el proyecto; de lo contrario, se corre el riesgo de adquirir un equipo que no cumple con los requerimientos mínimos o muy sofisticado en capacidades de gestión y control que resultaría demasiado costoso.

Tecnologías de almacenamiento de energía

Los sistemas de almacenamiento de energía son otros componentes que cobran cada vez más fuerza en los proyectos de transición a energías renovables debido a sus beneficios, como el respaldo cuando ocurren fallas en el suministro, disponibilidad de energía eléctrica cuando se presentan picos de demanda y mejoras en la planificación en los sistemas de generación.

En la actualidad existen diversas tecnologías para acumular energía, como sistemas de almacenamiento térmico que sirven para aprovechar el calor y generar vapor que hace girar las turbinas y producir electricidad. Pese a las alternativas existentes, las más utilizadas son los sistemas con baterías, puesto que son fáciles de instalar, ofrecen una respuesta rápida y tienen la capacidad de conservar energía durante varias horas.

Las baterías son una respuesta eficaz ante la naturaleza intermitente de algunas fuentes de energía sustentable —como la solar y la eólica—, ya que permiten que los usuarios dispongan de estas durante todo el día.

Para elegir la tecnología de sistema de almacenamiento adecuada deben considerarse los costos de adquisición, los periodos de retorno de la inversión, la vida útil y la disponibilidad de los equipos, así como las condiciones que intervendrán en su funcionamiento.

Digitalización en los sistemas de generación de energía sustentable

A su vez, el desarrollo y disponibilidad, cada vez mayor, de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para gestionar los sistemas de suministro de electricidad, facilitarán el análisis energético de los costos, el uso en sitio y despacho de energía, mantenimiento, entre otras variables importantes. El uso de las TIC generará oportunidades para aumentar de forma fiable y rentable el desarrollo de sistemas de energía de GD, a todos niveles —residencial, comercial e industrial—. De igual manera, la incorporación de tecnologías como la inteligencia artificial y herramientas digitales para manejar grandes volúmenes de datos (Big data) se han vuelto indispensables en el sector de las energías renovables, pues garantizan la eficiencia y el buen funcionamiento de los sistemas de generación a pequeña escala.

La instrumentación de herramientas digitales en los sistemas de generación de energía sustentable puede traducirse en ahorros importantes para los usuarios; no obstante, es importante destacar la necesidad de hacer las evaluaciones correspondientes para tener la seguridad de que la integración de alguna tecnología dará mayor viabilidad, técnica y económica, al proyecto de generación.

e) Dimensionamiento del sistema de generación

El dimensionamiento del sistema de generación de energía sustentable permitirá definir el número y las especificaciones de los equipos que lo conformarán. La correcta planificación de este concepto favorecerá el suministro de energía de calidad a los usuarios finales. Dentro de las acciones de dimensionamiento, si el proyecto lo contempla, también deben considerarse los sistemas de almacenamiento de energía a integrarse.

En el caso de sistemas híbridos, el diseño del sistema de generación dependerá de la naturaleza de los recursos renovables disponibles, así como de los sectores (comercial, industrial) a los que esté orientado. Asimismo, deberá considerarse cómo interactúan los distintos tipos de equipos generadores de energía, cómo se integrarán los sistemas de transformación de corriente, los de almacenamiento y los aspectos técnicos para controlar las posibles variaciones de voltaje y gestionar el despacho de energía.

f) Calidad de los proveedores y calidad de los equipos

Los proveedores de equipo, así como los instaladores de sistemas de generación distribuida, juegan un papel muy importante, ya que el correcto funcionamiento del sistema y la cantidad de energía generada dependerán directamente de los equipos utilizados y la calidad de las instalaciones.

Es necesario contar con la asesoría de instaladores capacitados y certificados bajos estándares y normas del sector de generación eléctrica. De la misma forma, es recomendable adquirir equipos certificados, validados por expertos y entidades de certificación a fin de evitar un mal funcionamiento del sistema.

Por ejemplo, en el sector solar fotovoltaico, algunas de las normas o estándares de competencia que deben cumplir técnicos y empresas instaladoras para asegurar la calidad en los sistemas de generación, se detallan en la tabla 2 - Normas y estándares de calidad, la cual se muestra a continuación:

Tabla 2. Normas y estándares de calidad.

Certificación/Norma	Descripción
CONOCER EC0118. Realización de instalaciones eléctricas en edificación de vivienda	Sirve como referente para evaluar y certificar a quienes se desempeñan en la función de electricistas de instalaciones eléctricas seguras y eficientes en edificación de vivienda, y cuyas competencias incluyen diagnosticar la instalación, presentar el presupuesto y efectuar su puesta en marcha.
CONOCER EC0586.01. Instalación de sistemas fotovoltaicos en residencia, comercio e industria	Aplicable para evaluar y certificar a quienes instalan sistemas fotovoltaicos interconectados (SFVI) a la red eléctrica en residencia, comercio e industria; sus competencias incluyen cuatro funciones elementales: 1. Verificar las condiciones para la instalación del SFVI. 2. Instalar los componentes mecánicos y eléctricos del SFVI. 3. Conectar los componentes eléctricos del SFVI. 4. Realizar la puesta en marcha del SFVI. Cada elemento es acorde con la normatividad nacional para interconexión a la red eléctrica vigente.
CONOCER EC0530. Mantenimiento al aerogenerador	Para evaluar y certificar a las personas que ejecutan el mantenimiento al aerogenerador, lo cual implica preparar el área y las condiciones de seguridad, mantener en funcionamiento los sistemas de operación, electro mecánico, eléctrico, de control, hidráulico, estructura mecánica y realizar pruebas de funcionamiento del aerogenerador.
CONOCER EC0412. Gestión de eficiencia energética en la organización	El fin es evaluar y certificar a las personas que llevan a cabo las funciones de gestión de eficiencia energética en empresas, instituciones y organizaciones privadas, públicas y/o del sector social, entendiendo por esto, las personas que deben elaborar un plan de acción de eficiencia energética acorde a las necesidades de la organización y con base a la revisión del desempeño energético de la misma.
NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo Condiciones de seguridad	Establece las condiciones de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar que el personal responsable de llevarlas a cabo, así como las personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas, sufran un accidente.
NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización)	El objetivo de esta NOM es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a utilizar la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra descargas eléctricas, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla y sobretensiones.
NMX-J-691-ANCE-2014. Sistemas fotovoltaicos que se conectan a la red eléctrica. Requisitos mínimos para la documentación del sistema, pruebas de puesta en servicio e inspección	Esta norma establece la información y documentación mínimas que se proporcionan al usuario después de la instalación de un sistema fotovoltaico que se conecta a la red eléctrica. También describe los requisitos mínimos para las pruebas de puesta en servicio, los criterios de inspección y la documentación prevista para comprobar la seguridad de la instalación y la operación correcta del sistema.

Fuente: elaboración propia.

El proceso general para implementar un sistema de GD renovable se resume en los siguientes pasos:

- 1 **Análisis de necesidades energéticas.** Se realizará con base en el diagnóstico energético desarrollado.
- 2 **Dimensionamiento y diseño del sistema de generación distribuida.** A partir del análisis de las necesidades energéticas del usuario final, se procede a diseñar el sistema de GD el cual será instalado en el mismo sitio de consumo del usuario final y dimensionado de acuerdo a sus necesidades específicas de energía y espacio disponible, que podría ser en techos o algún patio. Este proceso es importante para conocer los requerimientos con los que deben cumplir los equipos generadores de energía, así como las condiciones óptimas que garantizará que el sistema funcione correctamente. Conforme al diseño, se estimará la energía generada anualmente a partir de la modelación de la disponibilidad del recurso de energía sustentable.
- 3 **Validación técnica.** Se evalúan las condiciones geográficas, climáticas y físicas (espacio disponible), disponibilidad de tecnología, y seguridad laboral y de la infraestructura para llevar a cabo el proyecto.
- 4 **Memoria técnica del proyecto.** Integra las características principales del sistema a instalar (ubicación, capacidad de generación que será instalada, si será interconectado o no, por ejemplo) y características de los equipos.
- 5 **Gestión del contrato de interconexión.**
- 6 **Instalación del sistema de generación de energía sustentable.**
- 7 **Monitoreo y mantenimiento de las instalaciones del sistema de generación.**

g) Determinación de la viabilidad técnica y financiera del proyecto de GD

La evaluación técnica del proyecto de GD se relaciona con los aspectos abordados en la sección anterior, es decir, con la estimación del recurso sustentable que será el insumo principal para producir energía y con la elección de las tecnologías adecuadas para su aprovechamiento. Estos aspectos repercutirán en la viabilidad financiera del proyecto que sea desarrollado por la cooperativa.

Para que los socios de la cooperativa puedan evaluar si es conveniente realizar o no el proyecto de generación, deben conocer algunos aspectos que los orienten en la toma de decisiones: inversión inicial (costos de inversión), periodo en el cual recuperarán la inversión realizada, ahorros económicos obtenidos

durante la vida útil del proyecto de generación, flujos de caja originados por el proyecto; costos de operación y el esquema de financiamiento. Aunado a lo anterior, también deberán considerar las tarifas de electricidad aplicables al usuario al que venderán la energía.

Para evaluar la viabilidad financiera del proyecto, es necesario considerar los siguientes elementos:

1. La capacidad de generación de energía sustentable que será instalada.
2. Costos de los componentes del sistema de generación de energía sustentable.
3. Costos de instalación, operación y mantenimiento del sistema.
4. Tasa de interés y esquema de pagos según las características del financiamiento al que acceda la cooperativa.

A partir de esta información podrán realizarse los cálculos necesarios para estimar los ahorros que obtendrá la cooperativa, el tiempo en el que recuperarán la inversión realizada y los flujos de caja del proyecto.

h) Elección de esquema de contraprestación

Como se expuso en el apartado 5.2 de esta guía, existen tres esquemas a través de los cuales puede remunerarse la GD: medición neta, facturación neta y venta total (para mayor detalle consultar el Anexo I). Una cooperativa de producción y venta de energía puede instrumentar estos esquemas para vender su energía a usuarios finales.

Para que los socios de una cooperativa decidan cuál es el esquema de financiamiento que les reportará mayores beneficios, deben analizar los siguientes aspectos:

1. Las tarifas de electricidad de CFE aplicables.
2. Los ahorros que serán generados bajo cada uno de los esquemas de remuneración de GD.
3. Los costos nivelados de energía¹² (LCoE, por sus siglas en inglés).
4. Los precios marginales locales¹³ (PML) que apliquen para la región donde se localiza el usuario final.
5. Inversión total y aportación por socio/persona asociada. Retorno de inversión.

Como se ejemplificará en el caso de estudio de la guía, puede realizarse la estimación de ahorros generados bajo cada esquema y, en consecuencia, se facilita la elección bajo la cual operará la cooperativa.

¹² El costo nivelado de energía es una herramienta que sirve para comparar el costo total promedio por la construcción y operación de centrales de generación de energía eléctrica que funcionan a partir de tecnologías diferentes (solar, eólica, biomasa) (BID, 2018).

¹³ Ver Glosario para consultar la definición de los PML.

i) Financiamiento para proyectos de GD

Las mayores oportunidades para financiar proyectos de energía sustentable están orientadas al sector fotovoltaico. Una de las principales razones es porque, dado que es la tecnología más instalada en un sistema de generación de electricidad de pequeña escala, las entidades financieras han creado instrumentos que les permitan cubrir las necesidades de financiamiento de un mercado cada vez más grande.

En México, algunas instituciones financieras han desarrollado programas que buscan promover el financiamiento de proyectos de energía renovable que no se limitan a proyectos fotovoltaicos. En la siguiente tabla se resumen algunas de las opciones de financiamiento que existen en el país para desarrollar proyectos de pequeña escala.

Tabla 3. Opciones de financiamiento para proyectos de energía sustentable de pequeña escala¹⁴

Nombre de programa/producto	Descripción	Características
Programa de Apoyo a la Generación Distribuida	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)	El programa tiene por objetivos promover el uso de electricidad generada a partir de fuentes limpias de energía; facilitar el acceso a nuevas tecnologías de generación limpia mediante el otorgamiento de incentivos para adquirir sistemas fotovoltaicos y desarrollar un mercado de productos más competitivo para reducir los precios de estos proyectos. Por medio del programa se financian proyectos fotovoltaicos de GD interconectados a la red. Mediante el Programa de Apoyo a la Generación Distribuida, el FIDE ha financiado la instalación de sistemas de generación de energía con fuentes renovables, principalmente fotovoltaicos, en el sector doméstico y en MIPyMES (FIDE, 2021).
Csolar (antes Programa de Financiamiento para Acceder a Tecnologías de Energías Renovables para Generación Eléctrica Distribuida)	Nacional Financiera (NAFIN)	El programa está dirigido a usuarios no subsidiados pertenecientes a los sectores comercial e industrial, que requieran equipos con capacidad de generación de hasta 500 kW. El plazo de crédito es de hasta siete años y una tasa de interés máxima de 14.5% anual fija. Este programa, operado financieramente por NAFIN, cuenta con la participación de bancos como Bajío, Banorte, BanRegio, CitiBanamex y HSBC.
Fondo Banverde	Banverde	Banverde es un fondo destinado al financiamiento de proyectos de GD en México. Sus servicios se enfocan en los sectores comercial e industrial. Banverde financia proyectos de GD mediante un acuerdo PPA.
Programa de Eficiencia Energética	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)	El propósito del programa es garantizar el riesgo de incumplimiento de los ahorros de energía comprometidos al acreditado, derivado de la adquisición o reemplazo de equipos eficientes en el uso de energía. Dentro de los proyectos elegibles para participar en el programa, se encuentran aquellos relacionados con la instrumentación de sistemas fotovoltaicos, equipos de energía geotérmica, equipos de cogeneración de energía, generadores eólicos, instalaciones de fuentes renovables y bioenergía, entre otros. El programa está dirigido a productores del sector agroalimentario.

¹⁴ Aunque algunos de estos programas ofrecen financiamiento para proyectos de energía sustentable, cabe mencionar que estos deben ser de autoconsumo. Para conocer más detalle de los programas aquí presentados, se sugiere consultar las páginas oficiales de las instituciones que los ofrecen.

Nombre de programa/producto	Descripción	Características
Programas de apoyo de la banca comercial	Varias	La banca comercial cuenta con diversos productos de financiamiento verde y/o sustentable que incluyen el financiamiento de GD mediante créditos convencionales a sus clientes. Cuatro bancos han declarado tener carteras de crédito a la GD. El interés de estas instituciones se fundamenta en financiar acciones que contribuyen a mitigar el cambio climático (Laboratorio de Innovación Financiera, 2021).
Financiamiento de productos verdes	Sociedades Cooperativas de Ahorro y Préstamo (SOCAP)	En la actualidad, existen SOCAP que ofrecen productos verdes entre los cuales se incluye el financiamiento a proyectos de energía renovable.

Fuente: elaboración propia.

j) Definición de términos para la venta de energía

Con la puesta en marcha del sistema de GD, pueden empezar a definirse los términos para la venta de energía a usuarios finales. Los principales aspectos para considerar son: la cantidad de energía que la cooperativa entregará al comprador, el precio de venta, el periodo en el cual se realizará la venta, las garantías que ofrecerá la cooperativa en el caso de que no pueda proveer la energía contratada por el usuario final.

Para estructurar el contrato de compra y venta de energía se recomienda que la cooperativa cuente con acompañamiento legal durante el proceso de negociación.

k) Construcción del proyecto de energía sustentable

Una vez aprobada la viabilidad técnica y financiera del proyecto, y que la cooperativa acceda a financiamiento, se procede a instalar el sistema de GD. En esta etapa, la entidad puede solicitar cotizaciones a empresas instaladoras y elegir la que diseñará, instalará los componentes y se encargará de gestionar los permisos correspondientes. Antes de contratar a una empresa se sugiere que los socios revisen su experiencia, las certificaciones con las que cuenta, la marca y calidad de los equipos que instala y el tipo de garantías que ofrece.

Aunado a lo anterior, la cooperativa también debe asignar a algunos de sus socios tareas de seguimiento al avance del proyecto y que mantengan comunicación constante con la empresa instaladora.

l) Operación del proyecto

Después de instalar los sistemas de GD, inicia la interconexión de la central eléctrica a la red y la colocación de los medidores para cuantificar la cantidad de energía generada. Es muy importante tener en cuenta que antes de poner en marcha el sistema de energía sustentable, este debe inspeccionarse por parte de una UVIE, la cual verificará que las instalaciones eléctricas cumplan con las NOM correspondientes, garantizando a los usuarios que estas ofrecen condiciones adecuadas de servicio y seguridad. Durante la operación, la cooperativa debe monitorear si el sistema está generando la energía estimada y si es de calidad.

m) Mantenimiento del sistema

Para asegurar el buen funcionamiento del sistema de generación, la cooperativa deberá realizar actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, relacionado con el monitoreo del funcionamiento del sistema de GD para detectar posibles fallas en los componentes. Por otro lado, el mantenimiento correctivo consiste en sustituir aquellos equipos cuya eficiencia haya disminuido y que presenten daños significativos que afecten la operación del sistema y repercutan en la calidad de la energía entregada al usuario final.

CAPÍTULO 6

Resumen paso a paso

En esta sección se realiza un resumen gráfico del paso a paso para conformar y operar una cooperativa de producción y venta de energía sustentable.

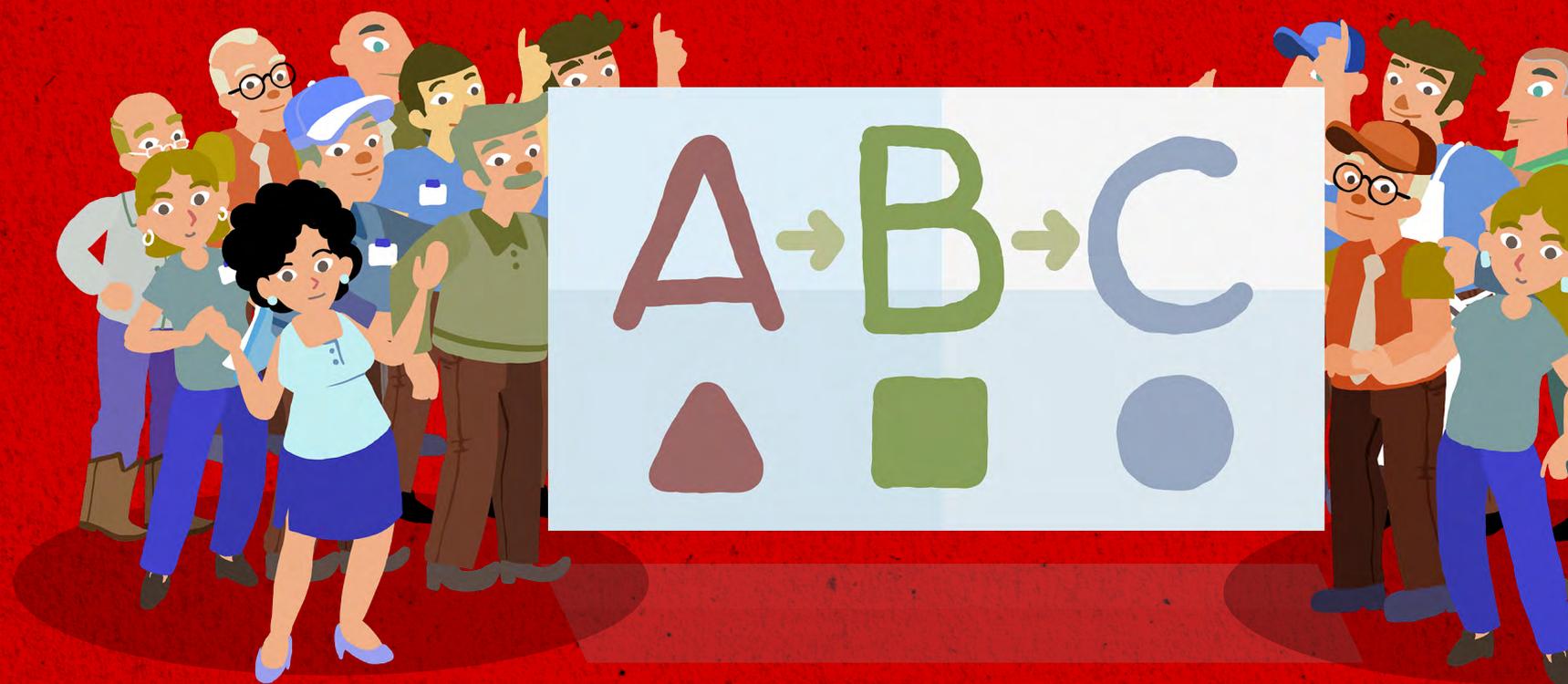


Figura 6. Resumen paso a paso para la conformación de una cooperativa de producción y venta de energía



Fuente: elaboración propia.

CAPÍTULO 7

Caso de estudio Provisión de arrendamiento financiero a una cooperativa de producción y venta de energía

En 2020, un par de colegas que estudiaron juntos en la universidad, decidieron aprovechar su experiencia conjunta en la construcción, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos, así como las oportunidades que ofrece la regulación en GD para iniciar un emprendimiento propio.





HOTEL
PALAFITOS

¿Por quiénes está conformada Raclar Energía?

A inicios del 2021, Raúl, un ingeniero con experiencia en la operación y mantenimiento de hoteles en México —particularmente en la Riviera Maya—, y Clara, una administradora de empresas con experiencia en el desarrollo y construcción de proyectos fotovoltaicos y eólicos en México, decidieron crear una cooperativa de producción y venta de energía llamada Raclar Energía para atender la creciente demanda de energía en su estado natal, Quintana Roo.

La cooperativa está integrada por un equipo de cinco hombres y mujeres técnicos electricistas con certificaciones en la norma NOM-029-STPS-2011 (Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad), NOM-001-SEDE-2012 (para las instalaciones eléctricas), la CONOCER EC0586.01 (instalación de sistemas fotovoltaicos) y el CONOCER-EC0530 (Mantenimiento al aerogenerador); ellos estarían a cargo de la construcción de las plantas de generación distribuida.



Después de varios meses de presentar propuestas a diversos clientes en la Riviera Maya, Raúl y Clara tienen un primer prospecto con altas probabilidades de solicitar un arrendamiento financiero para el abastecimiento de energía renovable mediante un proyecto de GD. A continuación, se presenta el cliente y las dificultades que enfrenta.

Hotel Los Palafitos, Cozumel

¿A qué se dedica?

El Hotel Los Palafitos, construido en los años ochenta, provee servicios turísticos en la Isla de Cozumel desde hace cuarenta años. Su dueño, Francisco, ha mantenido el negocio en crecimiento más o menos estable pese a las diversas crisis en el país. Lo que empezó como un pequeño conjunto de cinco bungalos a la orilla de la playa, es hoy un hotel con 60 bungalos familiares con capacidad para ocho personas cada uno, así como un hotel central con 50 cuartos dobles, dos restaurantes, club de playa, gimnasio, spa, entre otras amenidades.

¿Qué problema energético tiene el cliente?

En el 2020, con la enorme caída del turismo a la isla debido a las restricciones sanitarias de la COVID-19, Francisco redujo sus operaciones y el personal al mínimo. En 2021, el número de visitantes a la isla empezó a recuperarse, por lo que Francisco está forzado a aprovechar la oportunidad y busca nuevas formas de ahorrar costos y recuperar las pérdidas del año pasado.

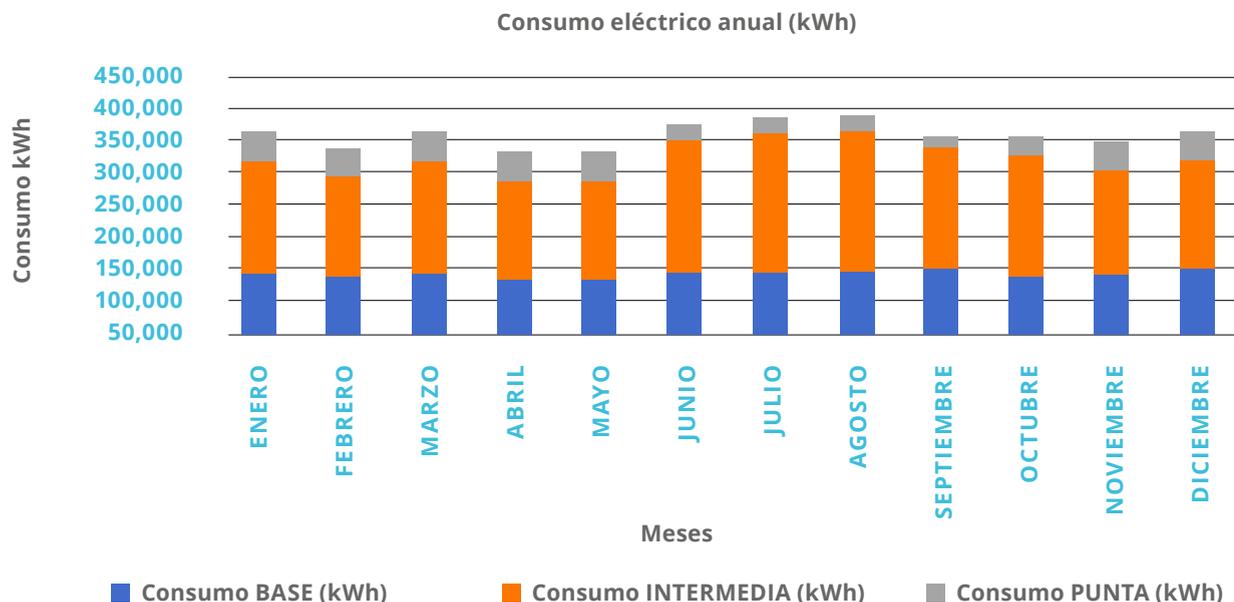
Raúl y Clara han sensibilizado a Francisco respecto de la importancia de reducir sus costos energéticos como una de las principales estrategias para cumplir sus metas de reducción de costos.

Una de las oportunidades de ahorro identificadas por Raúl y Clara es producir energía eólica y fotovoltaica en sitio, utilizando las azoteas del hotel.

¿Qué tarifa tiene, cuánto consume?

Hotel Los Palafitos cuenta con una tarifa GDMTH (Gran Demanda Media Tensión Horaria) conformada por tres tarifas horarias de energía: base, intermedia y punta como se muestra a continuación.

Figura 7. Hotel Los Palafitos. Consumo eléctrico anual



¿Cuál es el perfil de consumo del cliente?

Hotel Los Palafitos tiene un perfil de consumo ligado al nivel de ocupación, siendo mayor en los periodos vacacionales de verano e invierno.

En cuanto al perfil de consumo diario, el hotel mantiene una carga relativamente estable durante el día. Sin embargo, existen picos de consumo derivados del incremento en la demanda energética de los aires acondicionados cuando los huéspedes regresan a sus cuartos por la tarde y hasta la madrugada.

La propuesta tecnológica

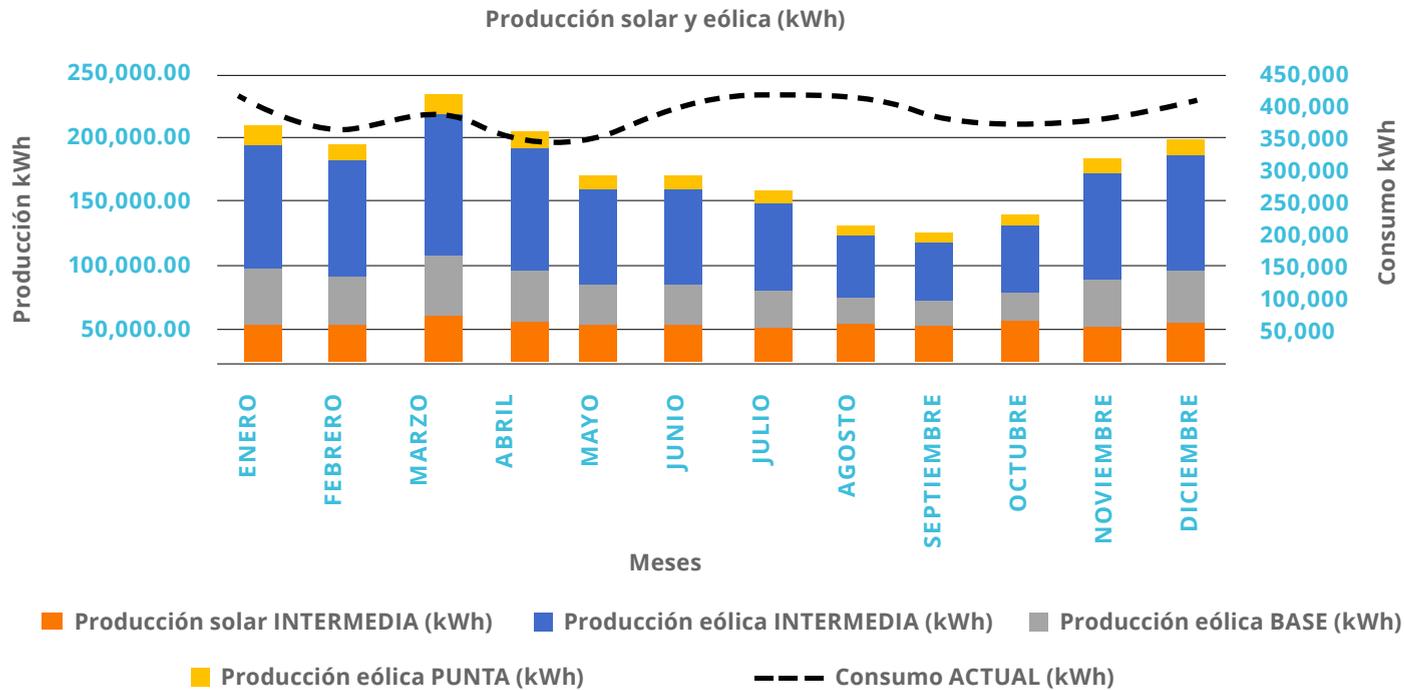
¿En qué consiste la solución técnica propuesta?

Raclar Energía propone instalar un sistema de generación renovable híbrido, combinando con uno eólico y otro fotovoltaico. A continuación, se presentan los detalles de cada tipo:

1. **Sistema eólico**
 - a. Capacidad eólica: 300 kW.
 - b. Potencia nominal por turbina: 100 kW.
 - c. Radio de producción: 5,427 kWh/kW al año.
 - d. Producción anual de energía: 1,335,202 kWh/año.
2. **Sistema fotovoltaico**
 - a. Capacidad fotovoltaica: 200 kWp (445 módulos FV).
 - b. Potencia nominal por módulo: 0.45 kW.
 - c. Radio de producción: 1,800 kWh/kW al año.
 - d. Producción anual de energía: 330,600 kWh/año.

¿Qué capacidad instalada se propone y cuanta energía se espera generar anualmente?

Estos dos sistemas integrados generarán 1,665,802 kWh/año, lo que representa 47% del consumo total del Hotel Los Palafitos.

Figura 8. Hotel Los Palafitos. Producción solar y eólica

¿Cuál es el costo de capital del proyecto?

- Sistema fotovoltaico: 5,104,000 MXN (IVA incluido) asumiendo un precio de 1.10 USD/Wp¹⁵.
- Sistema eólico: 6,612,000 MXN (IVA incluido) asumiendo un precio de 0.95 USD/W.

¿Cuál es el costo de operación y mantenimiento del proyecto?

Los gastos de operación y mantenimiento de los sistemas se estiman en 180,000 MXN anuales, de los cuales 120,000 MXN se prevén para el mantenimiento del sistema fotovoltaico y 60,000 MXN para el eólico.

¿Bajo qué esquema de contraprestación operará el proyecto?

Raclar Energía y los tomadores de decisión del Hotel Los Palafitos han evaluado dos esquemas de contraprestación de energía para el proyecto de

acuerdo con la regulación de generación distribuida: 1) facturación neta y 2) medición neta, debido a que existen ventajas y desventajas en seleccionar uno u otro esquema.

La principal preocupación de Francisco es maximizar el ahorro económico en el corto plazo y liberar flujo de caja en su negocio, así como no utilizar una línea de crédito para este proyecto, dado que tiene otras necesidades que requerirán esa capacidad de apalancamiento. Por lo anterior, Francisco solicitó a Raclar Energía explorar el financiamiento del proyecto mediante un esquema de arrendamiento financiero.

¿Cuáles son los ahorros económicos esperados?

A continuación, se presenta el ahorro económico esperado para cada esquema de contraprestación, incluyendo el pago anual del financiamiento indicado en la siguiente página. Los precios incluyen el IVA.

¹⁵ Este precio se tomó del "Monitor de información comercial e índice de precios de Generación Solar Distribuida en México", en el cual se señala que el precio promedio para una instalación de generación solar distribuida de 100 kWp-250 kWp es de 1.10 USD/Wp.

Tabla 4. Ahorros económicos bajo medición neta

Facturación CFE original:	\$	9,604,611
Pago Financiamiento		
Generación distribuida	\$	1,857,934
Operación y mantenimiento:	\$	208,800
CFE remanente:	\$	5,877,493
Ahorro:	\$	1,660,385
% Ahorro:		17.29%

El ahorro se incrementa a partir del año 11 en que se libera el financiamiento.

Tabla 5. Ahorros económicos bajo facturación neta

Facturación CFE original:	\$	9,604,611
Facturación CFE a favor:	\$	2,579,045
Diferencial:	\$	7,025,567
Pago Financiamiento		
Generación distribuida:	\$	1,857,934
Operación y mantenimiento:	\$	208,800
Facturación CFE nueva:	\$	9,092,300
Ahorro:	\$	512,311
% Ahorro:		5.33%

Con base en estos resultados, Raclar Energía y Francisco deciden que la facturación neta proporciona menores ahorros. Por ello, optan por el esquema de contraprestación de medición neta para continuar con el proyecto.

La oferta de financiamiento

¿Por qué es necesario financiar el proyecto?

Racler Energía prepara una carpeta de proyecto a la SOCAP de la cual son socios para solicitar el financiamiento. Como parte de la solicitud presentan argumentos que fundamentan las razones. Si bien el proyecto genera ahorros, la inversión inicial es muy grande para el hotel, por lo que esperan que la SOCAP pueda ofrecerles un esquema que permita realizar el proyecto.

¿Cuál es el esquema y los términos de financiamiento propuesto?

La SOCAP evalúa el expediente y decide ofrecer un arrendamiento financiero a Hotel Los Palafitos en los siguientes términos:

- Periodo del contrato: 120 meses.
- Tasa de interés del 10 por ciento.
- Pagos mensuales de 154,827 MXN.
- Garantías: se requiere un obligado solidario con una propiedad inmobiliaria en Quintana Roo como garantía del crédito.

¿Cuáles son las métricas financieras del proyecto?

La decisión de la SOCAP de ofrecer el arrendamiento financiero se fundamenta en que cuenta con un Programa de Promoción a la Energía Sustentable para lo cual cuenta con un fondo por un valor total de 50 millones de pesos. El arrendamiento puede ser cubierto por los socios mediante depósitos a plazo fijo, ofreciendo a sus socios un retorno del 8% anual a un plazo forzoso de 10 años. Lo anterior le permite a la SOCAP cubrir su obligación ante los socios y disponer de un 5% adicional para gastos operativos e incrementar el capital.

Desde la perspectiva del Hotel Los Palafitos, el financiamiento, en un esquema de contraprestación de medición neta, genera los siguientes beneficios:

1. Se fortalece su flujo de caja dado que, desde el primer año obtiene ahorros económicos por 1.66 millones de pesos. Una vez cubiertos los costos de financiamiento, Hotel Los Palafitos puede disponer de 1.86 millones de pesos anuales adicionales .
2. Dado que opera en el sector turístico, Hotel Los Palafitos puede mercadear su compromiso con la reducción del cambio climático y el bienestar de sus clientes, Francisco espera que esta nueva imagen lo diferencie de la competencia y se traduzca en una mayor ocupación.

Por otro lado, Raclar Energía recibe un contrato por la ingeniería y construcción del sistema fotovoltaico con un valor de 11.7 millones de pesos, así como un contrato de operación y mantenimiento por 208 mil pesos anuales.

La cooperativa de producción y venta de energía representa una opción para generar oportunidades de ingreso a las personas con vocación social y comunitaria que regresan a sus regiones luego de obtener capacidades técnicas, así como también para la población joven que desea crecer en su localidad.

Su participación en un ecosistema cooperativo en el territorio se hace evidente cuando consideran la producción y venta de energía a cooperativas de consumo o a comunidades sin suministro de energía que, por su distancia y aislamiento, están consideradas por CFE para abasto aislado. También pueden proveer energía para diferentes necesidades productivas y domésticas, reduciendo los costos en empresas y hogares. Ello incrementa la viabilidad de actividades productivas, como la agricultura con riego para la extracción de pozo y para presurizar los sistemas que hacen su uso más eficiente.

En los hogares, la disponibilidad continua y a precio razonable, permite utilizar electrodomésticos que hacen posible la conservación de alimentos, el confort térmico, la comunicación, el ahorro de tiempo y reducción de la carga de trabajo, entre otros muchos beneficios para el bienestar de las familias y especialmente de los miembros más vulnerables: mujeres, adultos mayores, personas con discapacidad, niñas y niños.

Es importante mencionar la importancia que tiene la vinculación con las Sociedades de Ahorro y Préstamo (SOCAP), ya que además de encontrar una fuente financiera para el desarrollo de su empresa, también se convierten en aliados con presencia importante en los territorios, creando sinergias al enlazarse para el financiamiento de instalaciones y la administración de los contratos de las personas socias de las SOCAP que sean a su vez clientes de la cooperativa de producción y venta de energía, como también en algunos casos las propias SOCAP, quienes suelen tener dificultades para la continuidad de sus operaciones en sucursales ubicadas en localidades con suministro errático de energía eléctrica.

Es así que las cooperativas de producción y venta de energía juegan un papel sumamente importante en el fortalecimiento de los ecosistemas cooperativos, por lo cual es importante que estas cuenten con una buena articulación de alianzas estratégicas dentro de los territorios.



CAPÍTULO 8

Conclusión

Una cooperativa de producción y venta de energía sustentable puede generar importantes beneficios económicos para las personas que deciden conformarlas, tomando en cuenta que el caso de cada cooperativa será diferente y, en consecuencia, el esquema de contraprestación más rentable también variará de acuerdo con las características específicas de cada una de ellas.





Uno de los aspectos que resulta fundamental para conformar una cooperativa de producción y venta de energía, es el acceso a financiamiento. En la actualidad existen alternativas a las que recurrir para obtener los insumos que le permitan instalar un sistema de generación de energía, como la banca de desarrollo, la banca privada, las SOCAP y algunas instituciones financieras públicas. En lo que se refiere a la venta de energía, los clientes potenciales de las cooperativas de producción y venta de energía se identifican principalmente a los sectores industrial, comercial y doméstico de alto consumo, con los cuales pueden establecerse contratos de arrendamiento o de compraventa (PPA); al igual que en los esquemas de contraprestación, los contratos que se definan dependerán de los flujos financieros que sean generados para el cliente y la propia cooperativa.

Los sistemas de pequeña escala de generación de energía sustentable pueden contribuir a mejorar los flujos de caja de la cooperativa, a corto y largo plazo, lo cual permitirá que los socios destinen las ganancias a otras actividades, como programas de educación, creación y fortalecimiento de capacidades para instalar, mantener y operar un sistema de generación sustentable, por ejemplo.

Para garantizar que la energía generada y vendida al usuario final sea de calidad, los socios de la cooperativa deben poner atención a los aspectos técnicos de los equipos de generación (calidad y marca de los equipos, experiencia de los distribuidores de equipo y de las empresas que los apoyarán a realizar la instalación del sistema) y su mantenimiento ya que de esto dependerá los beneficios económicos generados.



Las cooperativas de producción y venta de energía representan una gran oportunidad para transitar a un modelo de generación de energía bajo en carbono y descentralizado, en el cual las personas puedan tener un papel protagónico en las actividades de generación y comercialización de la energía. Al permitir que la sociedad tenga una mayor participación en la generación de energía, las cooperativas favorecen que las personas contribuyan con la acción climática, promueven la soberanía energética y la inclusión de las mujeres, además que garantiza el acceso a energía limpia y de bajo costo. Esto último representa una de las más grandes ventajas para la economía nacional.



CAPÍTULO 9

Otros recursos y caso de éxito

Dos casos de éxito relacionados con el desarrollo de proyectos comunitarios de producción y venta de energía sustentable son la Micro red sustentable de servicios energéticos comunitarios y Onergía Cooperativa. Ambos casos se describen brevemente a continuación.



Micro red sustentable de servicios energéticos comunitarios

Este proyecto fue desarrollado por el Centro de Estudios de las Energías Renovables del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), en colaboración con la Comisión Estatal de Energía de Baja California y la Universidad de Chile. El objetivo fue desarrollar y construir una micro red de energía sustentable para la comunidad pesquera del ejido Matomí (Puertecitos, Baja California) aislada de la red eléctrica nacional.

Para ello se desarrolló y construyó una central solar fotovoltaica-eólica con un sistema de almacenamiento. Se instalaron 184 módulos FV de 300 watts, un aerogenerador de 5 kW y 174 baterías. Por medio del sistema, se abastece de energía a 20 viviendas del poblado pesquero de Puertecitos. Para más información puede consultarse la siguiente página:

Micro-red de Puertecitos - UABC

Onergia Cooperativa

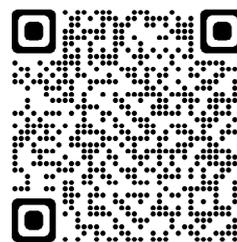
Onergía ofrece soluciones energéticas orientadas a reducir el consumo energético y cambiar hábitos de consumo en los usuarios que solicitan sus servicios. La cooperativa instala sistemas fotovoltaicos interconectados e híbridos, sistemas aislados y luminarias solares.

Onergía cuenta con un área especializada en fomentar los procesos de formación e investigación en energías y economías alternativas. Además, ofrece talleres y cursos enfocados para crear y fortalecer las capacidades en torno a energía alternativa y la economía social.

Para más información puede consultarse la página: Cooperativa Onergia

OTROS RECURSOS

A continuación, se presenta una serie de recursos que pueden ser de utilidad o servir de futura referencia para la adopción e implementación del modelo de negocio presentado en esta Guía:



O dando click en el siguiente enlace:
Publicaciones-
Cooperación Clima
<https://cooperacionclima.mx/>



O dando click en el siguiente enlace:
Infografías sobre energía y cooperativismo, INAES, GIZ y DGRV



O dando click en el siguiente enlace:
Guía: Cooperativas de energía sustentable en México.

GLOSARIO

Central eléctrica	Instalaciones y equipos que, en un sitio determinado, permiten generar energía eléctrica.	Generación distribuida	Producción de electricidad con instalaciones que son pequeñas o medianas en relación con las grandes centrales de generación, de forma que se puedan conectar casi en cualquier punto de un sistema eléctrico.
Centro de carga	Instalaciones y equipos que, en un sitio determinado, permiten que un usuario final reciba el suministro eléctrico.	Generador exento	Propietario de una o varias centrales eléctricas que no requieren permiso para generación de electricidad, que de acuerdo con el marco jurídico actual, son centrales con una capacidad nominal menor a 500 kW.
Certificados de Energía Limpia	La LIE define en su artículo 3, fracción VIII, los Certificados de Energías Limpias (CEL) como aquel título emitido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), que acredita la producción de un monto determinado de energía eléctrica a partir de energías limpias y que sirve para cumplir los requisitos asociados al consumo de los Centros de Carga. Un CEL ampara la generación de 1 MWh de energía eléctrica limpia.	Generación local	La generación local se refiere a la generación o importación de energía eléctrica para la satisfacción del consumo de uno o varios usuarios finales que pertenezcan o no al mismo grupo de interés económico o para la exportación, sin transmitir dicha energía por la RNT o por la RGD.
Comercializador	Titular de un contrato de participante del mercado que tiene por objeto realizar las actividades de comercialización.	Llave en Mano	Un proyecto llave en mano es aquel donde el contratista ejerce la función de ingeniería, construcción y gestiona los temas administrativos. En otras palabras, llave en mano es aquel en el que el cliente recibe el proyecto listo para su operación, evitando tramites y desembolsos adicionales.
Energía limpia	La energía limpia es aquella que durante su producción contamina menos en comparación con la que proviene de fuentes fósiles. En México, son consideradas como energías limpias: la digestión anaerobia para uso de biogás, nuclear, térmica con procesos de secuestro y captura de carbono, y tecnologías de ciclo combinado de alta eficiencia.	Mercado Eléctrico Mayorista	Mercado operado por el CENACE en el que se realizan operaciones de compra y venta de energía eléctrica y potencia, certificados de energía limpia y servicios conexos.
Energías renovables	La energía renovable es aquella que se obtiene a partir de recursos naturales inagotables, como el viento, la geotérmica, la potencia del agua, las mareas y la luz solar.	Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)	La MIA es un estudio técnico que los responsables (personas físicas o morales) presentan con el fin de describir las condiciones ambientales previas al desarrollo de un proyecto de energía sustentable. El diagnóstico previo resulta de utilidad para conocer los impactos potenciales que tendrá el proyecto sobre la flora, la fauna, el suelo y los recursos hídricos de la región en la que se lleve a cabo durante la construcción, operación y mantenimiento. Asimismo, en el documento se formulan las medidas de mitigación de impactos, así como los costos estimados para la implementación de dichas medidas. Este estudio aplica para los proyectos de energía de mediana y gran escala con capacidad instalada mayor a 500 kW y se presenta ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
Evaluación de Impacto Social (EVIS)	La EVIS es un documento que incluye la identificación de comunidades y pueblos ubicados en el área de Influencia de un proyecto energético. La evaluación permite identificar las consecuencias del proyecto en la población, así como las medidas de mitigación y planes de gestión social propuestos para contrarrestar los impactos identificados. En el desarrollo de proyectos de energía eléctrica limpia con capacidad igual o mayor a 500 kW será necesario presentar una EVIS ante la Secretaría de Energía (SENER), debido a que es requisito para solicitar el permiso de generación ante la CRE.		
Generador	Titular de uno o varios permisos para generar electricidad en centrales eléctricas o, bien, titular de un contrato de participante de mercado que representa en el MEM a dichas centrales.		

NodoP	<p>Nodo de fijación de precios que corresponde a uno o varios nodos de conectividad de la red.</p>	Suministrador de servicios calificados	<p>Permisionario que ofrece el suministro calificado a los usuarios calificados y puede representar en el MEM a los generadores exentos en un régimen de competencia.</p>
Participante de mercado	<p>Persona que celebra el contrato respectivo con el CE-NACE en modalidad de generador, comercializador, suministrador, comercializador no suministrador o usuario calificado.</p>	Suministrador de último recurso	<p>Permisionario que ofrece el suministro de último recurso a los usuarios calificados y representa en el MEM a los generadores exentos que lo requieran.</p>
Potencia	<p>De acuerdo con el Manual del Mercado para el Balance de Potencia, la "Potencia" representa un compromiso de los generadores de energía mediante el cual garantizan a los usuarios calificados que siempre tendrán la energía para operar en el futuro.</p> <p>De acuerdo con el mismo manual, la "potencia" (en minúsculas) se refiere a la tasa de producción de energía en un momento dado o la capacidad para sostener dicha tasa de producción, expresado en MW.</p>	Suministro básico	<p>El suministro eléctrico que se provee bajo regulación tarifaria a cualquier persona que lo solicite que no sea usuario calificado.</p>
Precio Marginal Local (PML)	<p>El PML se define como el precio de la energía eléctrica en un NodoP determinado del SEN.</p>	Suministro calificado	<p>El suministro eléctrico que se provee en un régimen de competencia a los usuarios calificados.</p>
Red eléctrica	<p>Sistema integrado por líneas, subestaciones y equipos de transformación, compensación, protección, conmutación, medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otros, que permiten la transmisión y distribución de energía eléctrica.</p>	Suministro de último recurso	<p>El suministro eléctrico que se provee bajo precios máximos a los usuarios calificados, por tiempo limitado, con la finalidad de mantener la continuidad del servicio cuando un suministrador de servicios calificados deje de prestar el suministro eléctrico.</p>
Red Nacional de Transmisión (RNT)	<p>Sistema integrado por el conjunto de las redes eléctricas que se utilizan para transportar energía eléctrica a las redes generales de distribución y al público en general.</p>	Suministro eléctrico Usuario calificado	<p>Conjunto de productos y servicios requeridos para satisfacer la demanda y el consumo de energía eléctrica de los usuarios finales.</p>
Redes Generales de Distribución (RGD)	<p>Redes eléctricas que se utilizan para distribuir energía eléctrica al público en general.</p>	Usuario de suministro básico	<p>Usuario final que cuenta con registro ante la CRE para adquirir el suministro eléctrico como participante del mercado o mediante un suministrador de servicios calificados.</p>
Servicios conexos	<p>Los servicios conexos se definen como los servicios vinculados a la operación del SEN que son necesarios para garantizar su calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad.</p>	Usuario final	<p>Usuario final que adquiere el suministro básico.</p> <p>Persona física o moral que adquiere, para su propio consumo o para el consumo dentro de sus instalaciones, el suministro eléctrico en sus Centros de Carga, como participante del mercado o a través de un suministrador.</p>
Suministrador	<p>Comercializador titular de un permiso para ofrecer el suministro eléctrico en la modalidad de suministrador de servicios básicos, suministrador de servicios calificados o suministrador de último recurso y que puede representar en el MEM a los generadores exentos.</p>		
Suministrador de servicios básicos	<p>Permisionario que ofrece el suministro básico a los usuarios de suministro básico y representa en el MEM a los generadores exentos que lo soliciten.</p>		

REFERENCIAS

- ACI (2018). Qué es una cooperativa. Obtenido de Alianza Cooperativa Internacional: <https://www.ica.coop/es/cooperativas/que-es-una-cooperativa>
- ACI (2019). Oportunidades para las cooperativas con las energías renovables. Obtenido de https://www.aciamericas.coop/xxiconferencia/wp-content/uploads/2019/12/03_Camila-Japp_DGRV.pdf
- Ávila Hernández, J. M. (24 de Julio de 2017). Generación distribuida, empoderar a los consumidores. Obtenido de Energía a debate: <https://www.energiaadebate.com/blog/2349/>
- AZEL (2018). Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias. Obtenido de <https://dgel.energia.gob.mx/azel/>
- Bancomext. (2018). Modelos de negocio para la generación de electricidad con energías renovables en México.
- BID (2018). ¿Cómo calcular cuánto cuesta generar la energía eléctrica? Obtenido de <https://idbinvest.org/es/blog/energia/como-calcular-cuanto-cuesta-generar-la-energia-electrica>
- Breeze, P. (2019). Hydropower. *Power Generation Technologies*, 174-201.
- Capellán Pérez, I., Campos Celador, Á., & Zubiaga Terés, J. (2018). Renewable Energy Cooperatives as an instrument towards the energy transition in Spain. *Energy Policy*, 215-229.
- Cárcel Carrasco, F. J., & Márquez Martínez, D. (2015). La energía geotérmica de baja entalpía. *3C Tecnología*, 96-108.
- CEMDA (2016). Marco Jurídico de las Energía Renovables en México. Obtenido de https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2016/06/Marco-jur%C3%ADico-de-las-energ%C3%ADas-renovables-en-M%C3%A9xico.final_.pdf
- CIEP (2019). Energía solar en México: su potencial y aprovechamiento. Obtenido de <https://ciep.mx/x3Da>
- CONFE-COOP (2020). Identidad Cooperativa. Obtenido de Confederación Nacional Cooperativa de Actividades Diversas de la República Mexicana: <http://www.confe-coop.coop/identidad/>
- Congreso de la Unión (2014). Ley de Energía Geotérmica. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión (2015). Ley de Transición Energética. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión (2020). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación.
- Congreso de la Unión (2021). Ley de la Industria Eléctrica. Diario Oficial de la Federación.
- Cooperativas de Chile (2019). Cooperativas se suman a las Energías Renovables No Convencionales. Obtenido de <https://cooperativasdechile.coop/2019/10/09/cooperativas-se-suman-a-las-energias-renovables-no-convencionales/>
- DGRV (2020). Energiegenossenschaften 2020, Jahresumfrage des DGRV. Confederación Alemana de Cooperativas. Obtenido de https://www.dgrv.de/wp-content/uploads/2020/07/20200701_DGRV_Umfrage_Energiegenossenschaften_2020-1.pdf
- Esparza Sánchez, L. (24 de Mayo de 2019). ¿Qué es el Abasto Aislado? Nuevo mecanismo de generación y suministro de energía en México. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/abasto-aislado-nuevo-mecanismo-de-generacion-C3%B3n-y-en-esparza-s%C3%A1nchez/>
- Estrella Evia, B. (2008). Prototipo Experimental. Turbina Eólica de Eje Vertical. Obtenido de <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/629524/33068001082151.pdf?sequence=1#:~:text=Las%20turbinas%20e%C3%B3licas%20de%20eje,es%20aproximadamente%20de%2030%20m.>
- FENERCOM (2007). Guía básica de la Generación Distribuida. Obtenido de <http://www.esengrupo.com/uploads/descargas/archivo/guia-basica-de-la-generacion-distribuida-fenercom.pdf>
- FIDE (2021). Certificación de competencias laborales. Obtenido de Programas de apoyo: https://www.fide.org.mx/?page_id=14869
- FIDE (2021). Programa de Apoyo a la Generación Distribuida. Obtenido de https://www.fide.org.mx/?page_id=26060

GIZ (2016). Guía de referencia para el desarrollo de proyectos de Generación Solar Distribuida en México. Ciudad de México.

GIZ (2018). Modalidades de compras de energías renovables para el sector comercial e industrial mexicano. Ciudad de México.

GIZ/DGRV/INAES. (2020). Guía: Cooperativas de energía sustentable en México. Cooperativas de Energía Solar (Prosumidoras). Ciudad de México.

IEA (2016). Energy efficiency Sustainable Energy for all 2030. Obtenido de <https://www.iea.org/policies/5850-sustainable-energy-for-all-2030>

Laboratorio de Innovación Financiera. (2021). Hoja de ruta propuesta para la generación distribuida con fuentes renovables en conjunto con instituciones financieras privadas y la banca de desarrollo. Obtenido de Publicaciones: <https://www.greenfinancelac.org/es/recursos/publicaciones/hoja-de-ruta-propuesta-para-la-generacion-distribuida-con-fuentes-renovables-en-conjunto-con-instituciones-financieras-privadas-y-la-banca-de-desarrollo/>

LGSC (19 de Enero de 2018). Ley General de Sociedades Cooperativas (Última Reforma DOF 19-01-2018). Obtenido de DOF: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/143_190118.pdf

Normas ISO. (s.f.). ISO 50001 GESTIÓN DE LA ENERGÍA. Obtenido de <https://www.normas-iso.com/iso-50001/>

NRCA (2020). National Rural Electric Association. Obtenido de <https://www.electric.coop/electric-cooperative-fact-sheet/>

Nystrom, S., Tunstall, J., & Ditzel, K. (Marzo de 2019). The Economic Impact os América's Electric Cooperatives. Obtenido de https://www.swiarec.coop/sites/swiarec/files/PDF/Economic_Impact_of_Americas_Electric_Cooperatives-3-2019.pdf

OIT (2013). Providing clean energy and energy access through cooperatives. Obtenido de <https://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/ilo55.pdf>

Palau Estevan, C. V. (2016). Digestión anaerobia de residuos de biomasa para la producción de biogás. Fundamentos. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68331/Palau%20-%20Digesti%C3%B3n%20anaerobia%20de%20residuos%20de%20biomasa%20para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20biog%C3%A1s.%20Fundamentos..pdf?sequence=1>

PNUD (2007). Enfoque de Equidad de Género para Iniciativas de Energía Sostenible. Obtenido de http://americalatinagenera.org/newsite/images/cdr-documents/Experiencias/pnud_equidad_genero_energia_sostenible1.pdf

PNUMA (2019). UNEP. Finance initiative. Obtenido de SUSTAINABLE FINANCE SEMINAR ON RESPONSIBILITY, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR SOLIDARITY ECONOMY ENTITIES IN LATIN AMERICA: <https://www.unepfi.org/events/sustainable-finance-seminar-on-responsibility-challenges-and-opportunities-for-solidarity-economy-entities-in-latin-america/>

Pontificia Universidad Católica de Chile (2019). Tecnologías de almacenamiento de energía y factibilidad en Chile. Obtenido de <https://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno12/almacena/Baterias.html>

Ramiro Ximénez, M. (2016). Avances y Retos de la Generación Distribuida en México. Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Rodríguez, I. (23 de 05 de 2020). Generación distribuida a partir de energía eólica en México. Obtenido de Conexiones 365: <https://www.conexiones365.com/nota/mirec/energias-renovables/gd-eolica-en-mexico>

SAT (2020). Facilidades y Beneficios de las Sociedades Cooperativas. Obtenido de <https://www.sat.gob.mx/consulta/08457/facilidades-y-beneficios-de-las-sociedades-cooperativas>

SENER (15 de Diciembre de 2016). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de Acuerdo por el cual se emite el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5465576&fecha=15/12/2016

Soeiro, S., & Ferreira Dias, M. (2020). Energy cooperatives en southern European countries: Ares they relevant fos sustainability targets? Energy Reports, 448-453.
WECF (2018). Energy cooperatives. Coparative analysis in Eastern Partnership countries and Western Balkans. Obtenido de <https://www.wecf.org/wp-content/uploads/2018/06/EnergyCooperativesONLINEshortversionKopieren.pdf>

ANEXO 1

Modelos de contraprestación de energía adecuados para cooperativas de acuerdo con la regulación actual

Contexto regulatorio

En México, los programas, estrategias y acciones emprendidas para hacer frente al cambio climático tienen como base jurídica la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual sirve como el principal instrumento de planeación y regulación en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

La LGCC destaca el compromiso de México de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 22% y las de carbono negro en un 51% para el año 2030, en comparación con el año base (2013). La meta de reducción de emisiones se logrará mediante el compromiso asumido en sectores clave, como la generación eléctrica, en el cual se ha fijado la meta de reducir emisiones en un 31% (Congreso de la Unión, 2020).

Considerando el objetivo de mitigar las emisiones en el sector eléctrico, en la LGCC se reconoce la importancia de promover la sustitución de combustibles por tecnologías de energías renovables en las actividades de generación y la incorporación de medidas de eficiencia en edificios del sector público. De igual forma, se señala la obligación de evaluar los costos de las externalidades a nivel social y ambiental provocadas por los proyectos de generación de energía y para el diseño de incentivos que favorezcan la inversión en el desarrollo de proyectos de energía limpia.

Bajo este contexto de la LGCC, existen leyes de aplicación exclusiva en el sector eléctrico que buscan promover la transición energética mediante energías renovables y el uso eficiente de la energía. Las leyes que tienen mayor incidencia en el desarrollo y planeación del sector eléctrico son la Ley de Transición Energética (LTE) y la Ley de la Industria eléctrica (LIE).

La LTE busca regular el aprovechamiento sustentable de la energía y las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones de la industria eléctrica. En esta ley se establecen metas de energías limpias y de eficiencia energética; en términos de energías limpias, se fija el objetivo de lograr la participación de este tipo de energías en la generación eléctrica en un 35% para el año 2024 y que las energías renovables y la eficiencia energética contribuyan con el 79% de las emisiones reducidas para el año 2050 (Congreso de la Unión, 2015). En lo relativo a la eficiencia energética, la LTE, establece como meta crear una hoja de ruta que guíe las acciones y estrategias a nivel nacional y subnacional.

Por otro lado, la LIE tiene como principal objetivo regular la generación, la transmisión y la comercialización de energía eléctrica en México además de garantizar la libre competencia de los sectores público y privado en el uso de las redes de transmisión y distribución. La LIE resulta relevante para los proyectos de generación de pequeña escala ya que aborda el tema de la generación distribuida y la define como la energía generada por pequeñas centrales que se encuentran interconectadas a las redes generales de distribución, con una capacidad límite de 499 kW (Congreso de la Unión, 2021). De la misma forma, señala que los proyectos de generación distribuida tendrán acceso abierto a las RGD y podrán tener participación en el mercado eléctrico para la venta de energía. La LIE establece tres esquemas para la venta y compra de energía a partir de proyectos de generación distribuida, a saber, el esquema de medición neta o net metering; facturación neta o net billing y venta total. Dichos esquemas se describen con mayor detalle en los siguientes apartados.

¹⁸. Estos compromisos se asumieron con miras a lograr el objetivo del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura del planeta a 1.5 °C, en la NDC de México. La NDC de México, actualizada en el año 2020, puede consultarse en link: <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mexico%20First/NDC-Esp-30Dic.pdf>

Otras leyes

Además de la LTE y LIE, existen otras que regulan en el aprovechamiento de los recursos naturales para la generación eléctrica y condicionan el desarrollo de proyectos de energías renovables, como la Ley de la Energía Geotérmica (LEG) y la Ley de Aguas Nacionales (LAN). Cabe mencionar que estas leyes tienen mayor incidencia en proyectos de gran escala.

Por un lado, la LEG regula las actividades de exploración y explotación de los recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía térmica y generar electricidad. Asimismo, define los instrumentos, como concesiones y permisos, a través de los cuales las personas (físicas y morales) pueden realizar actividades de aprovechamiento (Congreso de la Unión, 2014). Por otro lado, la LAN regula el uso y la protección de los recursos hídricos de México. Señala las acciones que deben ser realizadas a nivel federal, estatal y municipal con el fin de coordinar la planeación, realización y administración de las acciones de gestión de los recursos hídricos por cuenca o región hidrológica.

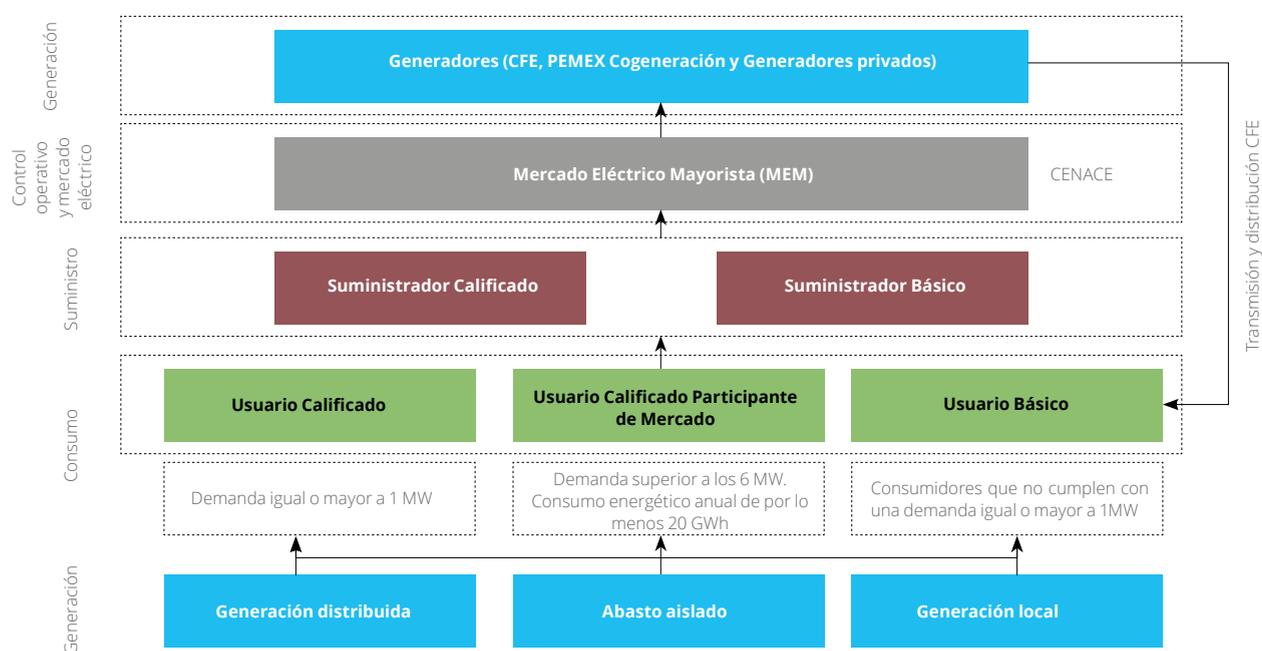
La relevancia de la LAN para los proyectos de energías limpias tiene implicación para los proyectos hidroeléctricos y geotérmicos debido a que estos deberán considerar lo estipulado en los artículos 80 y 81 para aprovechar los cuerpos de agua superficiales y del subsuelo, necesarios para su operación y evitar daños potenciales.

De acuerdo con el artículo 80 de la LAN, los proyectos de energía hidroeléctrica de pequeña escala no requerirán concesión por parte de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para el uso o aprovechamiento de las aguas nacionales.

Operación del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

La regulación actual del sector eléctrico de México ha añadido actores al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y plantea mecanismos para reducir costos de generación, como la apertura de la industria eléctrica a la inversión y participación del sector privado. Entre las regulaciones específicas, se incluye la LIE por medio de la cual se definen los derechos y atribuciones en generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad en el país. En la siguiente figura se ilustra la estructura actual del sector eléctrico mexicano.

Figura 9. Estructura actual del sector eléctrico mexicano.



Fuente: elaboración propia.

El MEM¹⁹ es operado por el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) y permite la compra y venta de energía eléctrica y potencia, CEL, Servicios Conexos y productos asociados al SEN; estos últimos aseguran la calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad en la operación del SEN.

Para participar en el MEM, los interesados deberán firmar un contrato con CENACE bajo las modalidades de generador, suministrador, comercializador no suministrador o usuario calificado. Las principales atribuciones y características de los participantes de mercado se describen en la siguiente tabla:

Tabla 6. Participantes del MEM

Participante	Descripción
Generador	<p>Generador exento (generación distribuida) Dentro de los generadores se destaca al generador exento, que son aquellas centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW que no requieren permiso para generar electricidad por parte de la CRE.</p> <p>Este tipo de generadores pueden vender su electricidad a suministradores calificados o de servicios básicos, considerando los esquemas de medición y facturación neta o venta total, o centrar su producción al abasto aislado.</p> <p>Generador participante del MEM Es titular de uno o varios permisos para generar electricidad en centrales eléctricas o, bien, titular de un contrato de participante de mercado que representa en el MEM a dichas centrales.</p> <p>Las centrales con capacidad mayor a 0.5 MW requieren un permiso de generación otorgado por la CRE. Para obtenerlo, los titulares deberán acreditar su capacidad técnica y financiera, realizar una EVIS y una MIA, así como presentar el plan de negocios del proyecto de energía.</p> <p>Las centrales con capacidad superior a los 0.5 MW, representadas por un generador en el MEM, además de requerir el permiso de generación por parte de la CRE, están obligadas a lo siguiente (Bancomext, 2018):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer contratos de interconexión con el CENACE. • Operar y sujetar el mantenimiento de sus centrales eléctricas a las instrucciones del CENACE. • Notificar a CENACE los retiros programados de sus centrales eléctricas. • Suministrar energía eléctrica en el caso de que el SEN presente alguna situación de emergencia y le impidan satisfacer las necesidades de consumo eléctrico. <p>Los generadores que representan a estas centrales pueden vender su energía directamente en el MEM.</p>
Suministrador	<p>Comercializador titular de un permiso para ofrecer suministro eléctrico en la modalidad de suministrador de servicios básicos, suministrador de servicios calificados o suministrador de último recurso y que pueden representar en el MEM a los generadores exentos.</p> <p>El suministrador de servicios básicos ofrece suministro básico a los usuarios de suministro básico y representa en el MEM a los generadores exentos que así lo soliciten. En la actualidad, la CFE es el único suministrador básico en el MEM.</p> <p>El suministrador de servicios calificados representa a los usuarios calificados que no participan directamente en el MEM.</p> <p>El suministrador de último recurso se encarga de proveer suministro eléctrico a los usuarios calificados por tiempo limitado cuando un suministrador calificado deje de prestar el suministro.</p>
Comercializador	<p>Es el titular de un contrato como participante de mercado que realiza las actividades de comercialización. Realiza actividades en el MEM sin representar activos fijos.</p>

¹⁹. Bases del Mercado Eléctrico Mayorista: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5407715&fecha=08/09/2015

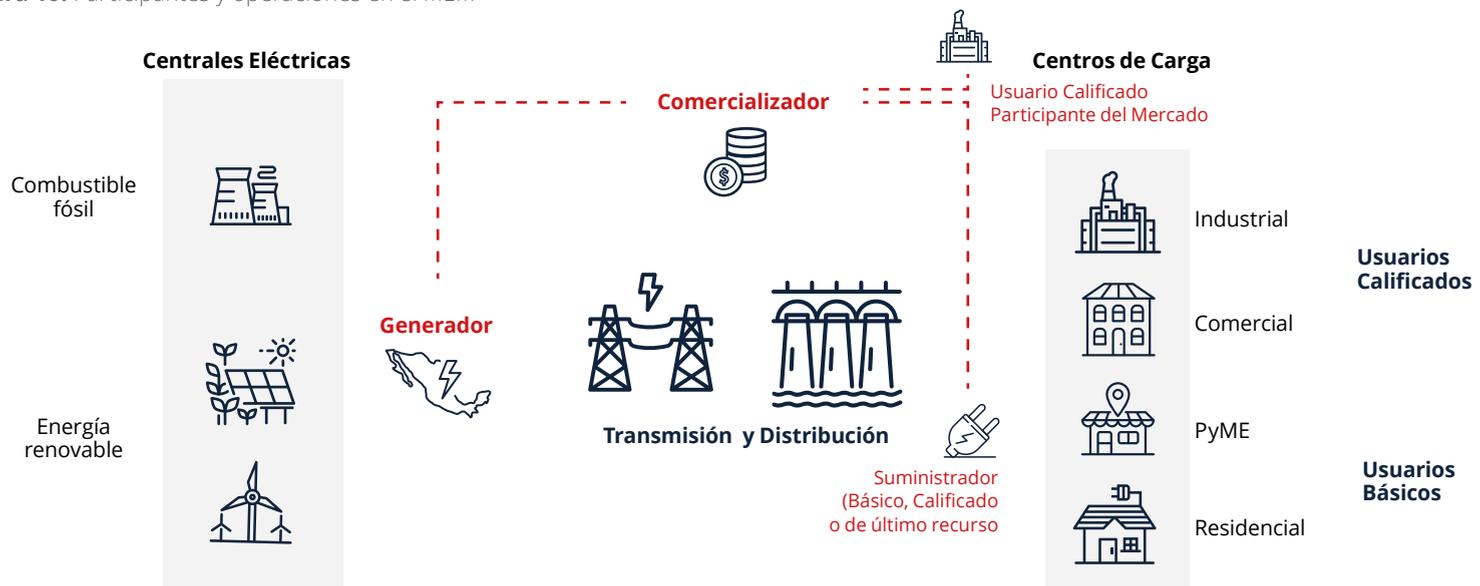
Participante	Descripción
Usuarios (consumidores)	<p>Son usuarios que representan sus propias cargas en el MEM para consumo propio o dentro de sus instalaciones. Operan en el MEM comprando en tiempo real o estableciendo contratos bilaterales con generadores (GIZ, 2018).</p> <p>Los usuarios básicos son pequeños consumidores cuya energía es suministrada por CFE Servicios Básicos independientemente del nivel de demanda eléctrica.</p> <p>Los usuarios calificados son aquellos que tienen una demanda mayor o igual 1 MW que deciden recibir el suministro eléctrico de suministradores calificados privados o bien CFE Servicios Calificados, bajo arreglos de compra de energía y potencia específicos a sus necesidades.</p> <p>Los Usuarios Calificados Participantes del Mercado (UCPM) son aquellos que demandan más de 5MW y registran un consumo mínimo de 20 GWh al año, que optan por suministrarse de energía a través del MEM mediante suministradores calificados.</p> <p>En el sistema eléctrico representan un centro de carga (CC).²⁰</p>

Fuente: elaboración propia con información de la LIE.

La importancia del MEM para los proyectos de energía renovables a pequeña escala radica en que ha favorecido el surgimiento de las modalidades de generación distribuida, explicadas anteriormente, que puede ser la base para la formación de cooperativas de energía sustentable.

En la siguiente figura se observan a los participantes del MEM y las principales relaciones que se establecen entre ellos.

Figura 10. Participantes y operaciones en el MEM



Fuente: GIZ, 2016.

²⁰ Dicho de otra manera, los CC son aquellas instalaciones y equipos que permiten que el usuario final reciba el suministro eléctrico en un lugar determinado (casa, comercio, bodega) de acuerdo con el punto de medición de la energía suministrada.

Bajo este contexto regulatorio, y considerando la separación de actividades en suministro y generación en la industria eléctrica. En este mercado se hacen transacciones por la energía intercambiada con el valor del Precio Marginal Local (PML) que se define como el precio de la energía eléctrica en un punto determinado (NodoP) del SEM²¹.

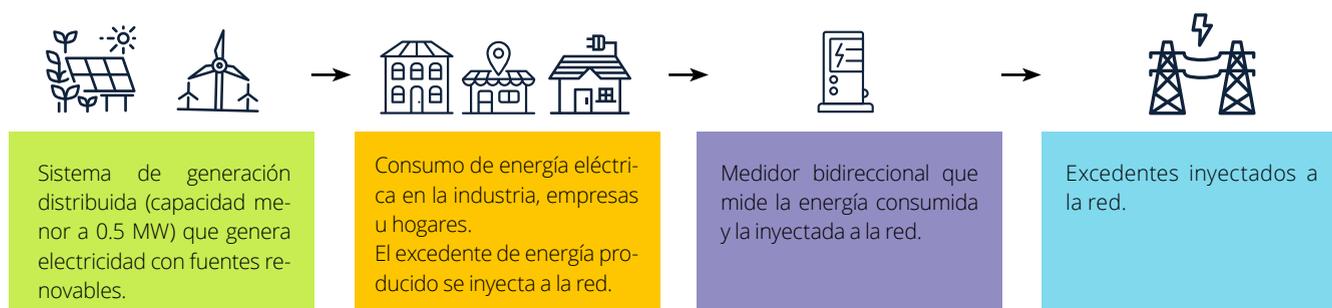
Generación distribuida

De acuerdo con el Manual de interconexión de centrales de generación con capacidad menor a 0.5 MW, (Diario Oficial de la Federación, 2016) la generación distribuida es la generación de energía eléctrica por medio de

pequeñas fuentes que se realiza en una central interconectada a un circuito de distribución. Es aplicable a las centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW y no requieren permiso para generar energía eléctrica, por eso son generadores exentos.

Los sistemas de generación distribuida pueden ser instalados por cualquier tipo de consumidor como empresas, negocios y casas. La energía eléctrica generada mediante estos sistemas es consumida por los usuarios en sus inmuebles y se les llama Centro de Carga. Cuando existe algún excedente en la producción, este puede ser inyectado a la red para que se abone como saldo a favor en el recibo de luz del usuario. En la figura 11 se ilustra el funcionamiento general de un sistema de generación distribuida:

Figura 11. Esquema básico del funcionamiento de la GD



Fuente: elaboración propia.

¿Cómo se remunera la energía en generación distribuida?

La CRE define tres mecanismos de contraprestación para la GD, es decir la forma de remunerar la energía generada y vertida a la red eléctrica:

- Medición Neta de Energía (*Net Metering*).
- Facturación Neta (*Net Billing*).
- Venta total de energía.

Mediante los esquemas de contraprestación se establecen derechos y obligaciones del suministrador de servicios básicos de la CFE y el generador exento (persona o empresa que posea una central de generación de electricidad menor a 0.5 MW, es decir, de GD, y que también es consumidor de energía como usuario final, que se derivan de la interconexión de la central eléctrica por la energía eléctrica generada y entregada a las RGD).

²¹. Existen cerca de 2,500 Nodos con comportamientos y valores de PML diferentes por región. Para más información: <https://www.cenace.gob.mx/Paginas/SIM/Reportes/PreciosEnergiaSisMEM.aspx>

Medición neta (Net Metering)

El esquema de Medición neta (*Net Metering*) considera los flujos de energía eléctrica entregados por el sistema de GD a las RGD y la energía recibida a través de éstas en un periodo de tiempo.

La contraprestación bajo este esquema se interpreta como la diferencia entre la energía total entregada por el suministrador de servicios básicos y la energía total derivada del generador exento. Cuando la diferencia sea negativa, se considerará como un balance a favor del generador exento y será abonado en el próximo periodo de facturación; si la diferencia es positiva, será considerado como saldo a favor del suministrador y se cobrará al usuario final.

Facturación neta (Net Billing)

El esquema de facturación neta (*Net Billing*) considera la energía entregada por el generador exento a las RGD y, de manera independiente, la energía recibida por medio de estas en un periodo de tiempo. La energía en-

tregada por el generador exento a la red se paga al valor de PML y la energía recibida a través de las RGD se cobra según la tarifa del Usuario Final.

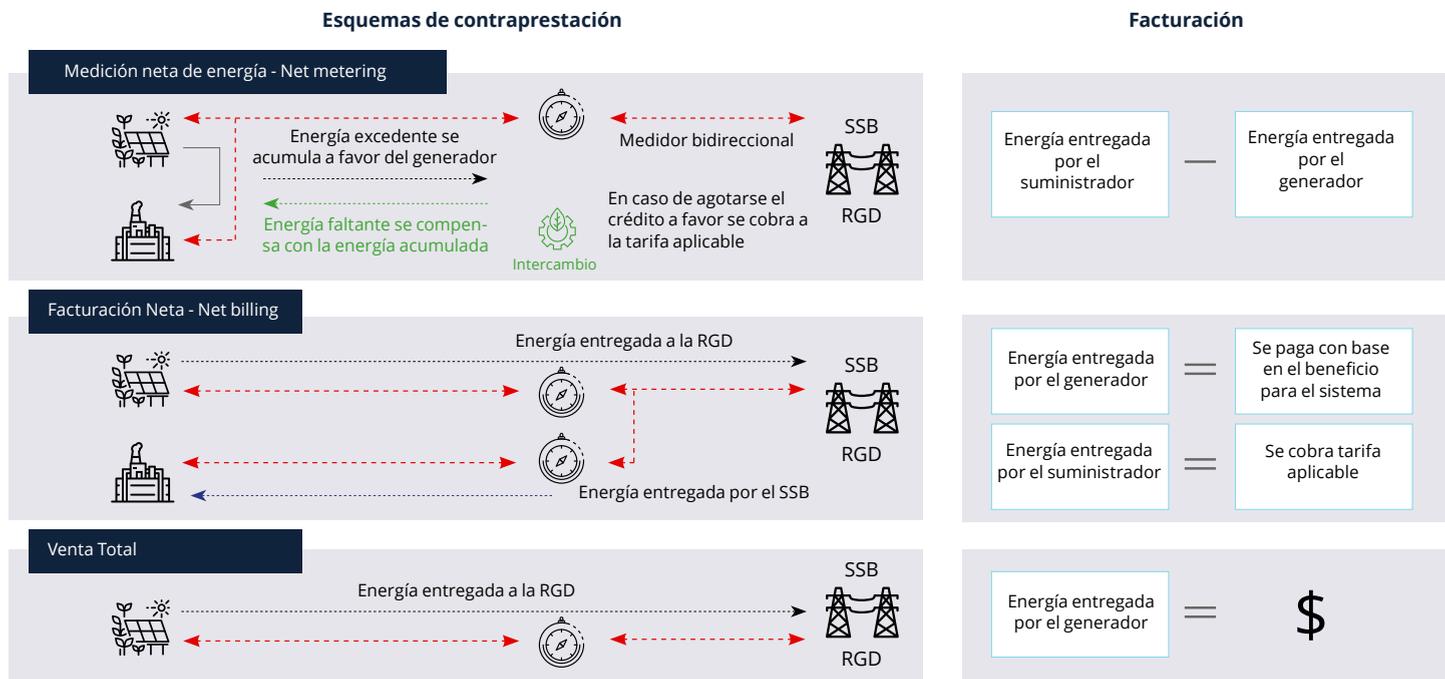
La contraprestación bajo este esquema se calcula como la diferencia entre el valor de la energía entregada a las RGD y el valor de la energía consumida por el Usuario.

Venta total

El esquema de venta total toma en cuenta el flujo de energía eléctrica entregada a las RGD al cual se vende a PML. Cabe mencionar que este esquema solo ocurre cuando no existe un contrato de suministro eléctrico asociado al mismo punto de interconexión de la central eléctrica, es decir no existe un usuario final de la energía.

A continuación, en la figura 12 se ilustran de mejor forma los esquemas de contraprestación para la GD en México, así como los cálculos básicos bajo los cuales son facturados.

Figura 12. Esquemas de contraprestación para la GD en México.



Abasto aislado y generación local

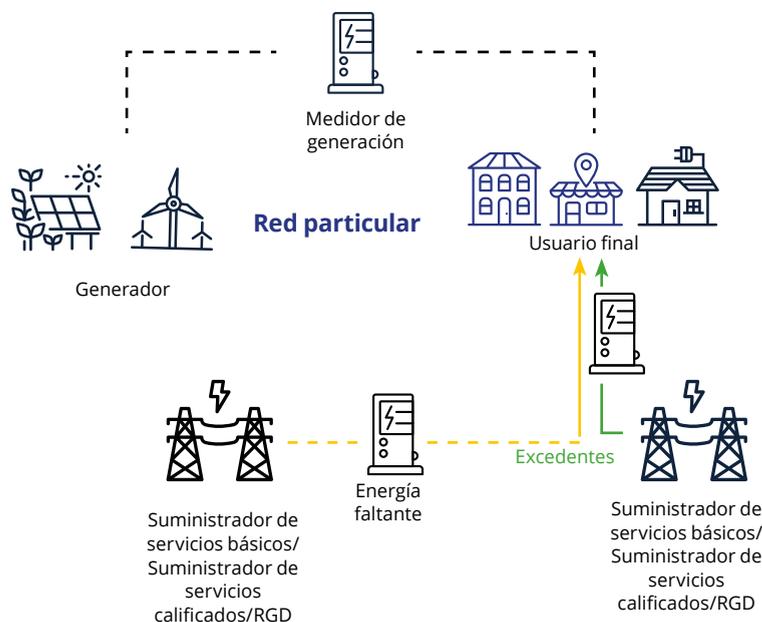
Abasto aislado

El abasto aislado es definido en el artículo 22 de la LIE como la generación o importación de energía eléctrica para satisfacer necesidades propias o para la exportación (venta de energía), sin transmitir dicha energía por la RNT o las RGD. No se les considera suministro eléctrico.

Las centrales eléctricas que operen bajo este esquema podrán, en la modalidad de generador o generador exento, interconectarse a la Red Nacional de Transmisión (RNT) y a las Redes Generales de Distribución (RGD) para la venta de excedentes y la compra de faltantes. De la misma forma, pero bajo la modalidad de usuario de suministro básico, calificado o calificado participante del mercado, las centrales de abasto aislado podrán comprar energía eléctrica o productos asociados (véase la tabla 6).

En esta modalidad, cuando las centrales operan en una red particular, no se consideran cargos por transmisión y distribución, lo que resultan en ahorros significativos para el usuario.

Figura 13. Esquemas de abasto aislado



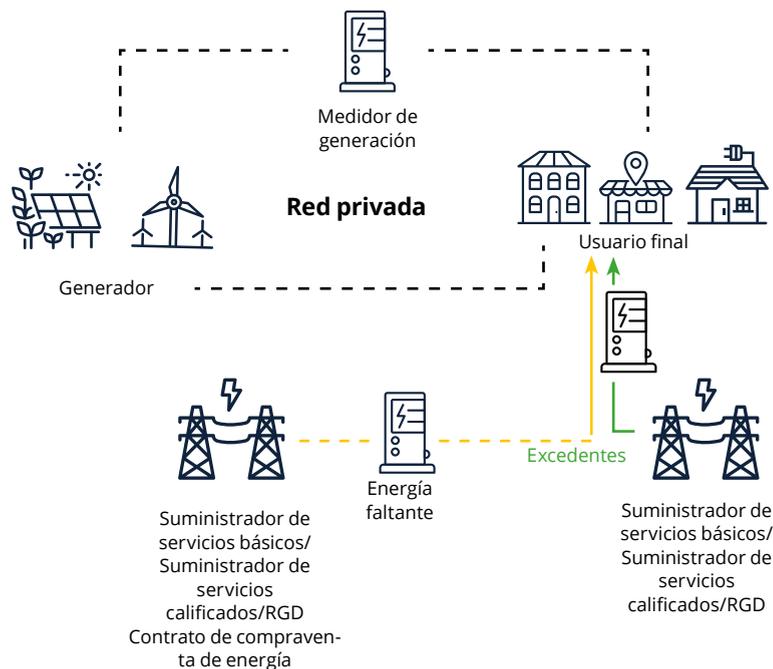
Fuente: GIZ, 2018.

Generación local

La generación local es otra modalidad en la que puede participarse en la generación de electricidad en el SEN de manera muy similar al de abasto aislado, pero con la posibilidad de satisfacer el consumo de usuarios finales que no pertenecen al mismo grupo de interés económico, mediante la generación o importación de energía eléctrica sin transmitir dicha energía por la RNT o RGD.

De forma similar al esquema anterior, la generación local permite la interconexión (temporal o permanente) a la RNT y RGD para vender excedentes y comprar faltantes de electricidad y productos asociados. Esta modalidad representa una alternativa para los usuarios calificados y usuarios calificados del mercado, debido a que su demanda energética es mayor a los 0.5 MW.

Figura 14. Esquemas de generación local



Fuente: GIZ, 2018.

ANEXO 2

NOM aplicables al sector de energía sustentable de pequeña escala

Tabla 7. NOM aplicables al sector de energía sustentable de pequeña escala

NOM-009-STPS-2011. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en alturas

Objetivo: establecer los requerimientos mínimos de seguridad para prevenir de riesgos laborales por la realización de trabajos en altura.

NOM-029-STPS-2011. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo. Condiciones de seguridad

Objetivo: establecer las condiciones de seguridad para realizar actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo

NOM-017-STPS-2008. Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo

Objetivo: establecer los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud.

NOM-015-STPS-2011. Condiciones térmicas elevadas o abatidas. Condiciones de seguridad e higiene

Objetivo: establecer las condiciones de seguridad e higiene, los niveles y tiempos máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas extremas, que por sus características tipo de actividades, nivel, tiempo y frecuencia de exposición, sean capaces de alterar la salud de los trabajadores

NOM-006-STPS-2014. Manejo y almacenamiento de materiales. Condiciones de seguridad en el trabajo

Objetivo: establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo que deberán cumplirse en los centros de trabajo para evitar riesgos a los trabajadores y daños a las instalaciones por las actividades de manejo y almacenamiento de materiales, mediante el uso de maquinaria o de manera manual.

NOM-001-SEDE-2012. Instalaciones eléctricas (utilización)

Objetivo: establecer las especificaciones y los lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezca las condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra descargas eléctricas, efectos térmicos, sobrecorrientes, corrientes de falla y sobretensiones.

NMX-J-691-ANCE-2014. Sistemas Fotovoltaicos que se conectan a la red eléctrica. Requisitos mínimos para la documentación del sistema, pruebas de puesta en servicio e inspección.

Establece la información y documentación mínimas que se proporciona al usuario después de la instalación de un sistema fotovoltaico que se conecta a la red eléctrica.

