

Factibilidad económica de aerogeneradores de pequeña y mediana escala en México

Proyecto SWTOMP

Aideé Zamora Espinola

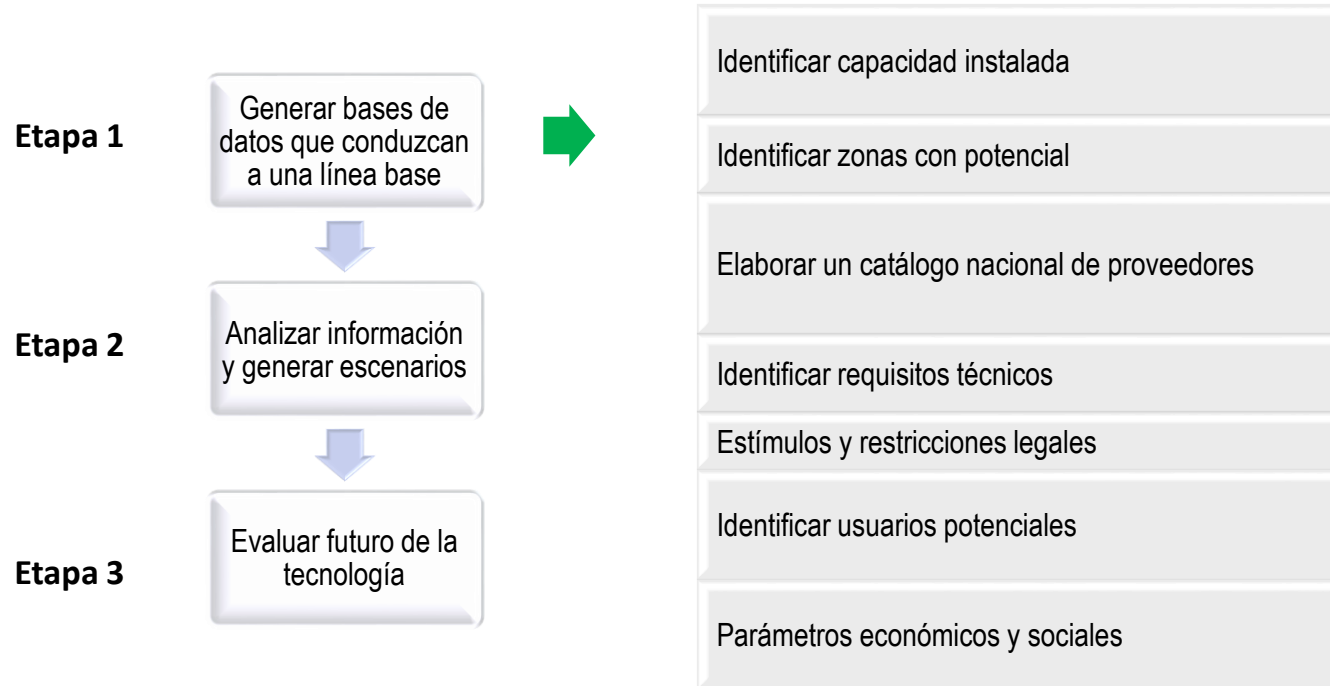
Objetivo

Identificar áreas de oportunidad para la promoción de aerogeneradores de pequeña y mediana escala

Planificación

Metodología

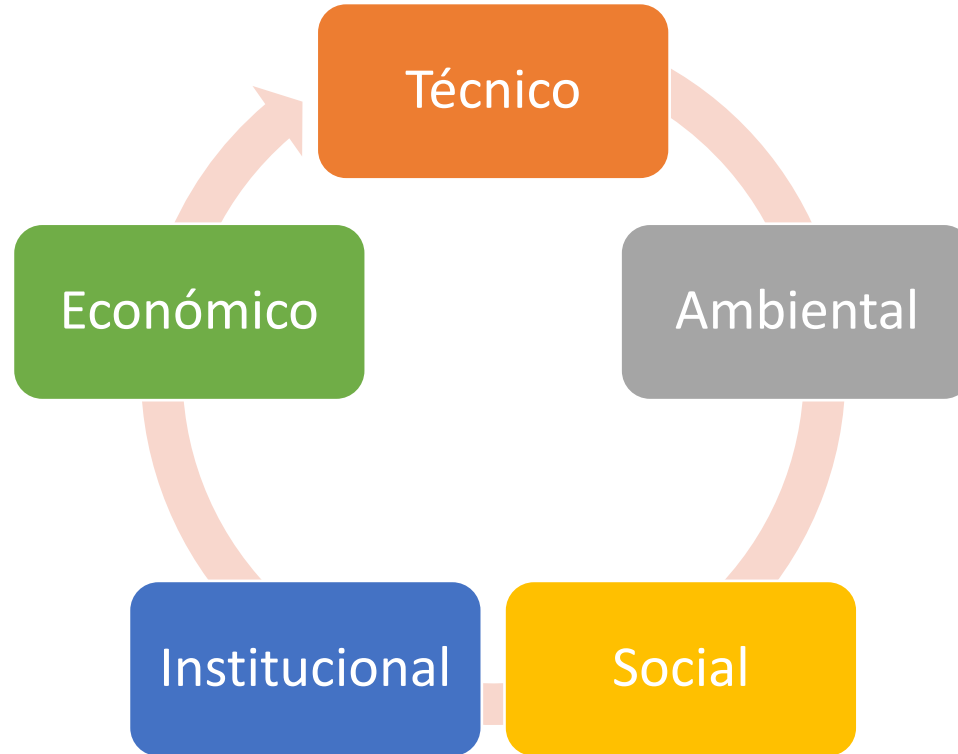
Energy technology roadmaps: a guide to development and implementation, IEA*



*Agencia
Internacional de
Energía 2014



Aspectos a considerar

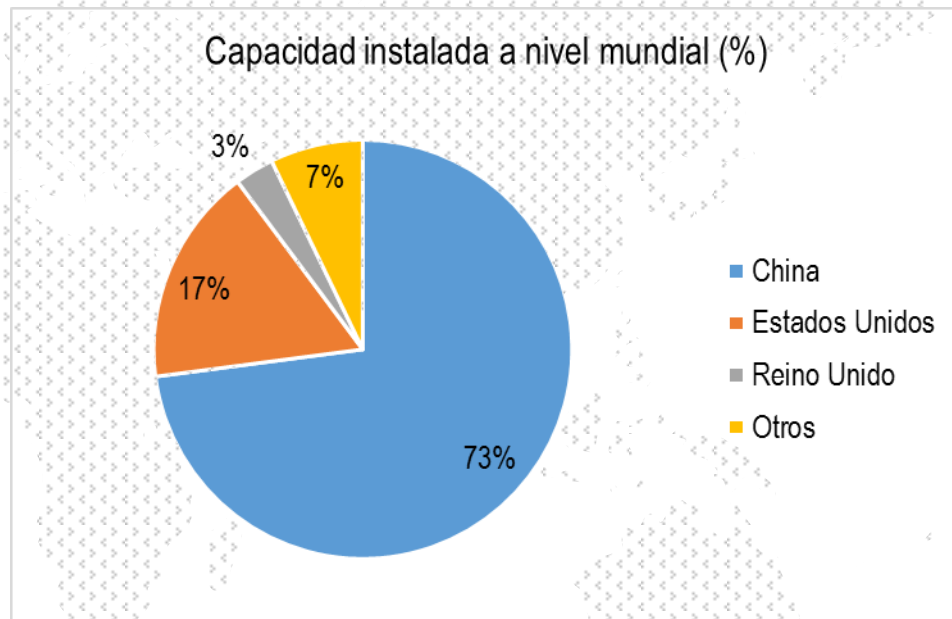


Mercado internacional

2014

830,332 kW

944 848 unidades instaladas



Fuente: World Wind Energy Agency (WWEA), 2014



Países que lideran el mercado

País	Tamaño del sistema (kW)	Capacidad instalada (kW)	Exportación (millones de dólares)	No. De Empresas	No. De Empleos	Costos instalación (USD/kW)
China	Hasta 100	689 000	45	64	N/D	1900
Estados Unidos	Hasta 1000	159 300	122	31	N/D	4876-6181
Reino Unido	Hasta 500	28 640	174	N/D	10000	6000-8200



¿Qué utilizan?

Mecanismo de promoción	China	Estados Unidos	Reino Unido
Desarrollo local	▪	▪	▪
Subsidios	▪		
Facturación neta	▪	▪	▪
Medición neta		▪	
Fondos		▪	▪
Descuentos		▪	
Cuotas obligatorias		▪	▪
Incentivos fiscales		▪	
Estándares y certificación			▪



Mercado mexicano

Definiciones

Pequeña escala

- Uso residencial hasta 10kW
- Uso general en baja tensión hasta 30kW
- Tensión interconexión menor a 1kV

Mediana escala

- Servicio menor a 500kW
- Tensión de interconexión menor a 35kV

Capacidad instalada (acumulado a 2017)

Eólica en sistemas híbridos
de pequeña escala**

Abasto aislado

65.6kW

23kW

Eólica pequeña escala

Interconexión a la red

Eólica pequeña escala

Abasto aislado

52.3kW

65kW

Eólica y solar pequeña y
mediana escala*

Interconexión a la red

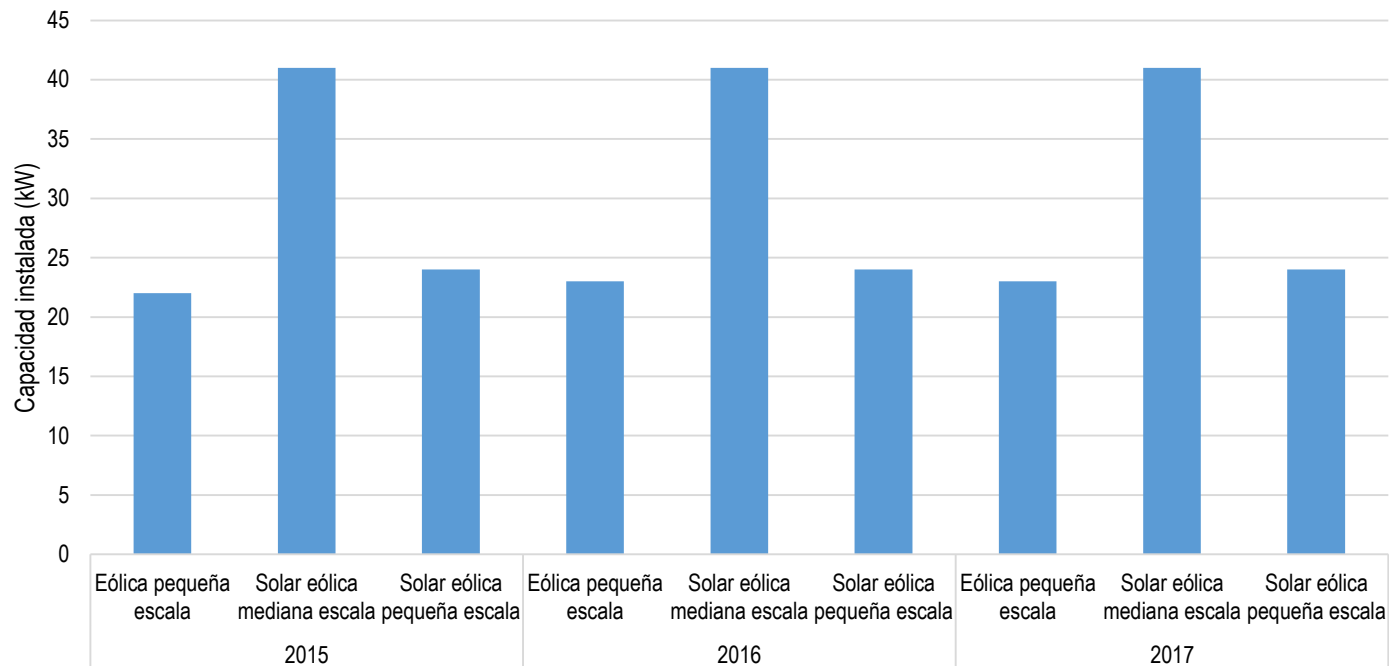
*Capacidad instalada total del sistema híbrido

**El dato incluye solo la capacidad instalada de eólica sin considerar la otra tecnología que conforma el sistema



Capacidad instalada con contrato de interconexión

Evolución histórica de la capacidad instalada (kW)



*Datos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE)



Proyectos instalados sin contrato de interconexión

Año	Sistema	Capacidad Instalada (kW)	Unidades instaladas	Potencia turbina 1 (kW)	Potencia turbina 2 (kW)
2005	Desconocido	Desconocido	1	1	-
2009	Eólica pequeña escala	21	15	-	-
-	Eólica pequeña escala	20	1	20	-
2001	Eólico	0.8	2	0.4	0.4
2005	Eólico	1.5	1	1.5	-
2010	Eólico	9	2	6	3
2002	Híbrido	1.2	2	0.4	0.4
2006	Híbrido	desconocido	1	3	-
2006	Híbrido	8	2	1.5	3
2007	Híbrido	desconocido		6	-
2007	Híbrido	desconocido	1	6	-
2007	Híbrido	desconocido	1	3	-
2009	Híbrido	desconocido	9	6	-
2009	Híbrido	desconocido	1	3	-
2011	Híbrido	desconocido	1	1	-
2012	Híbrido	5	1	3	-
2013	Híbrido	3.6	1	1.5	-
2016	Híbrido	8	1	6	-
2017	Híbrido	desconocido	1	25.2	-

Fuente: Elaboración propia con datos de proveedores

¿Qué se ha identificado?

Tecnología más utilizada en México:

Importada

- Estados Unidos de América
- España

Tipo

- Eje horizontal
- No hay información homologada en las fichas técnicas



Catálogo de proveedores

Compañía	Giro	Estado	Página web
Aerogeneradores OSECAM	Fabricante, Ingeniería e instalación	Ciudad de México	http://www.osecam.com/
AEROLUZ	Fabricante	Nuevo León	http://aeroluz.com
Aerosolar	Distribuidor	Guanajuato	http://www.aerosolarmexico.com
BIOT MEXICO	Ingeniería e instalación	Chiapas	http://biotrenovables.com.mx
BODECOR	Distribuidor	Nuevo León	http://www.bodecor.com
Chiapas Solar	Ingeniería e instalación	Chipas	http://chiapasolar.com
E2Q de México S.A de CV	Ingeniería e instalación	Guadalajara	https://www.barloventorecursos.com/es/sedes/MX
ECO-ENER	Ingeniería e instalación	Ciudad de México	http://www.eco-ener.com
Enalmex	Distribuidor	Reynosa	http://www.enalmex.com
GAIA ALTERNATIVA SOLAR	Distribuidor	Veracruz	http://www.alternativasolar.com
Gecko Logic	Distribuidor	Tijuana	http://www.geckologicmexico.com
Generación de energía S.A. de C.V.	Ingeniería e instalación	Quintana Roo	http://www.generaciondeenergia.com
Grupo Alcione	Ingeniería e instalación	Sucursales en todo el país	http://www.alcione.mx/
Grupo Insolar	Ingeniería e instalación	Quintana Roo	https://grupoinsolar.com
Potencia industrial	Fabricante	Ciudad de México	http://www.potenciaindustrial.com.mx
Renovables de México	Ingeniería e instalación	Guanajuato	http://www.e-renovable.com
RTO Energy	Fabricante, Ingeniería e instalación	Oaxaca	
SOLAR-TE	Ingeniería e instalación	Nuevo León	https://www.solar-te.com
Soluciones energética S.A. de C.V.	Ingeniería e instalación	Monterrey	http://lencir.com.mx
SUNET	Distribuidor	Baja California	http://sunet.mx
Webo Solar	Distribuidor	Nuevo León	http://weboslar.mx
ZIGOR	Distribuidor	Estado de México	http://www.zigor.com/mx/
ETW	Distribuidor	Ciudad de México	https://ewtdirectwind.com/

Marco regulatorio

Regulación aplicable

Leyes o programas	Artículo y fracción	HITOS		
		1	2	3
Plan nacional de desarrollo 2013-2018	Eje México Próspero Energía	Las tecnologías que utilicen fuentes de energías renovables deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética.	México tiene un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable.	
Programa de desarrollo del sistema eléctrico nacional 2016-2030		Planeación	Estadísticas	Prospectivas
Términos para la asignación de activos y contratos para la generación a las empresas productivas subsidiarias y empresas filiales de la CFE		Separación legal CFE	Competencias de las filiales	
Programa nacional para el aprovechamiento sustentable de la energía 2014-2018		Incremento de la eficiencia energética en los distintos sectores a través de tecnologías renovables	Sustitución de tecnologías	Generación distribuida en los sectores a pequeña y gran escala
Programa especial de cambio climático 2014-2018		Planeación de proyectos eficiencia energética por sector	Planeación de proyectos energía distribuida por sector	
Ley de transición energética		Regulación de las obligaciones de energías limpias y reducción de contaminantes		
Disposiciones administrativas de carácter general en materia de acceso abierto y prestación de los servicios en la Red Nacional de Transmisión y las redes generales de distribución		Regulación del crecimiento y expansión de las redes de distribución	Procesos administrativos	

Regulación vigente generación distribuida

Leyes o programas	Artículo y fracción	HITOS		
		1	2	3
Ley de la Industria eléctrica	3, 18, 20,21, 33, 45, 46, 68, 69	Definición de energías limpias	Definición de generación distribuida limpia	Organismos que regulan la generación distribuida
Bases del mercado eléctrico	Base 3	Venta de energía		
Manual de interconexión	Todos	Elementos, requisitos y procedimientos.	Derechos y obligaciones de las partes	Condiciones para el cumplimiento y vigilancia de los contratos
RES/142/2017	Todos	Modelos de contrato de interconexión,	Etapas de penetración de la GD.	Contrato de contraprestación y la metodología para determinar la contraprestación
Lineamientos de certificados de energías limpias		Centrales eléctricas podrán optar por un CEL=1MWh		

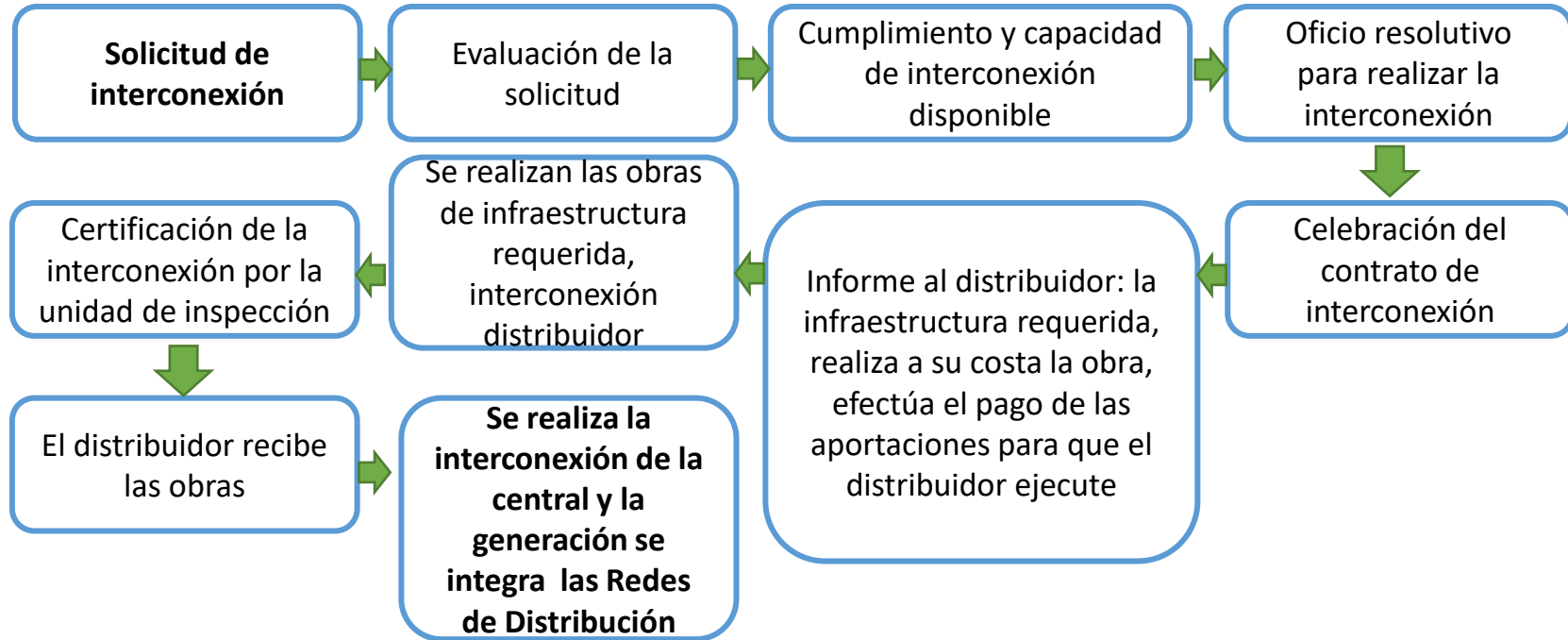
Aspectos ambientales y sociales

Lo que debemos tener en cuenta...

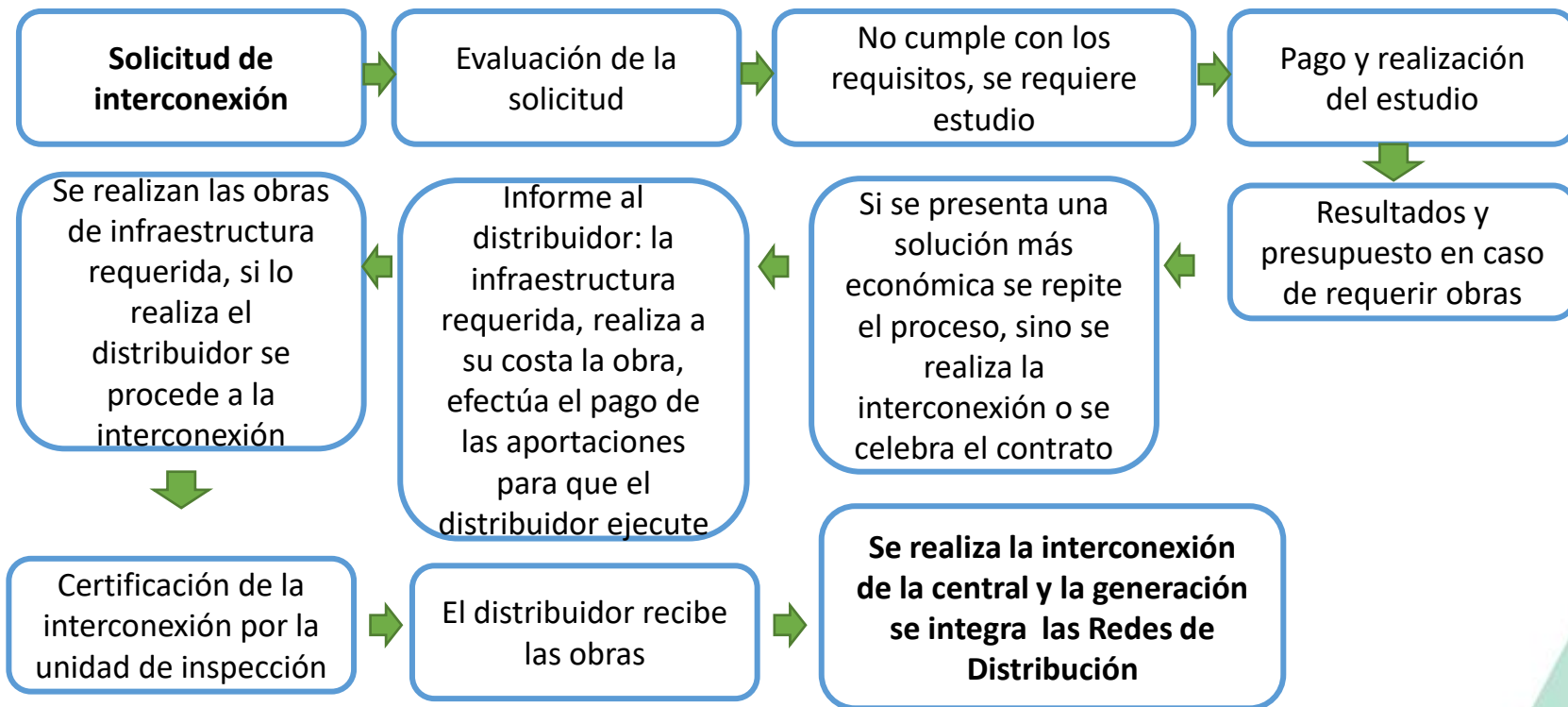
- Ley de la Industria Eléctrica
- Resoluciones de la SEMARNAT
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- NOM-059-SEMARNAT-2010
- Ley de la Industria Eléctrica

Interconexión

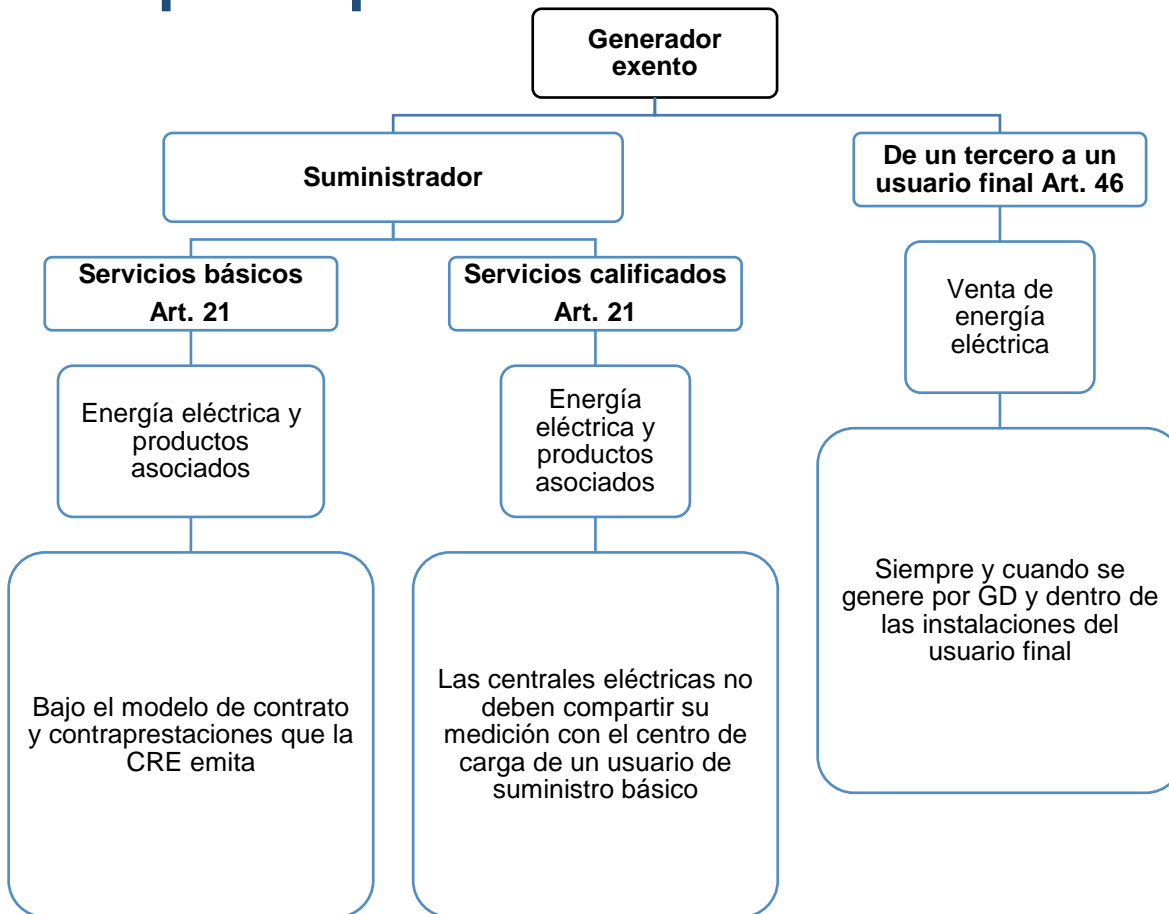
Proceso de interconexión (sin estudio)



Proceso de interconexión (con estudio)



Esquema de participación en el mercado



Incentivos

Contraprestaciones

- *Feed in tariff*. Es una política que permite acelerar las inversiones en energía renovable, ofreciendo a los proveedores una prima a precio fijo pero atractivo para la recuperación de costos de generación de electricidad a partir de fuentes renovables a través de contratos a largo plazo.
- *Feed in premium*. Por su parte, el *Feed in Premium* ofrece una prima en el mercado spot, permitiendo a los generadores responder la demanda de electricidad cuando esta es alta o la generación de otras fuentes es baja, lo cual permite un suministro eficiente en función a la demanda.
- *Net metering*. Es un esquema de contraprestación que permite a los generadores recuperar los excedentes que se producen, aplica cuando el sistema de generación de energías renovables no está en operación o bien a través de la reducción de sus facturas eléctricas.



¿Cómo financiar?

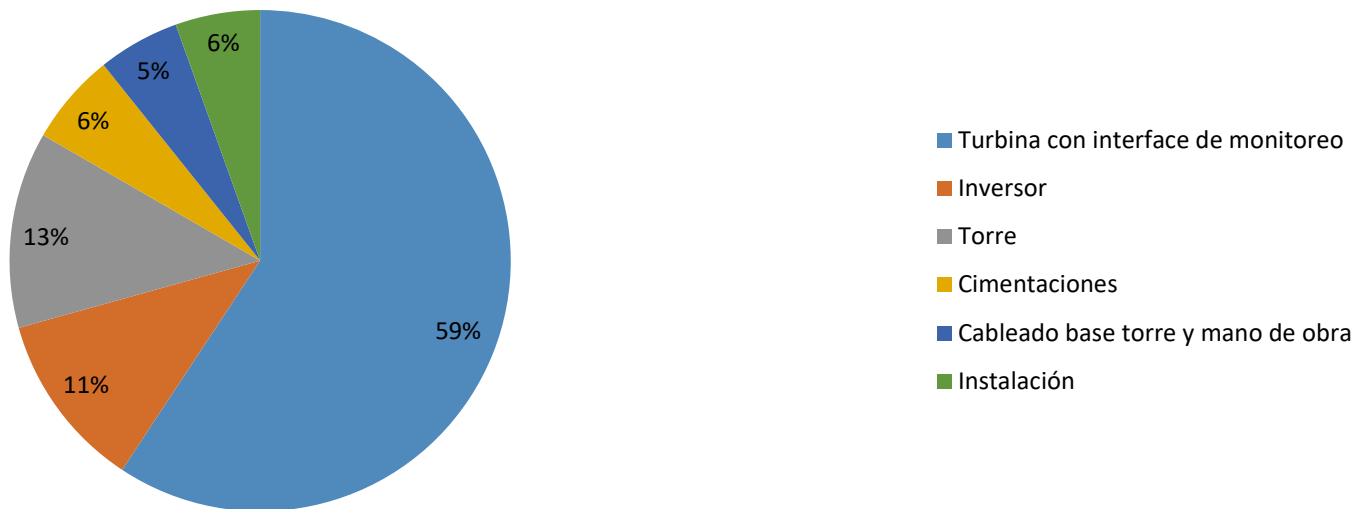
- Fondo para la transición energética
- Fondo sectorial de sustentabilidad energética
- Arancel cero
- Instituciones que proporcionan apoyos a fondo perdido
- Empresas privadas
- Inicitativas para creación de empresas
- Portafolios de inversión

Costos

Porcentaje de costos de un sistema eólico de pequeña escala interconectado a la red

Costo de instalación
promedio

4,000 a 19,000
USD/kW



Evaluación del recurso

**Turbinas a diferentes alturas:
5, 10, 100 y 500 kW**



Fuente: SIG

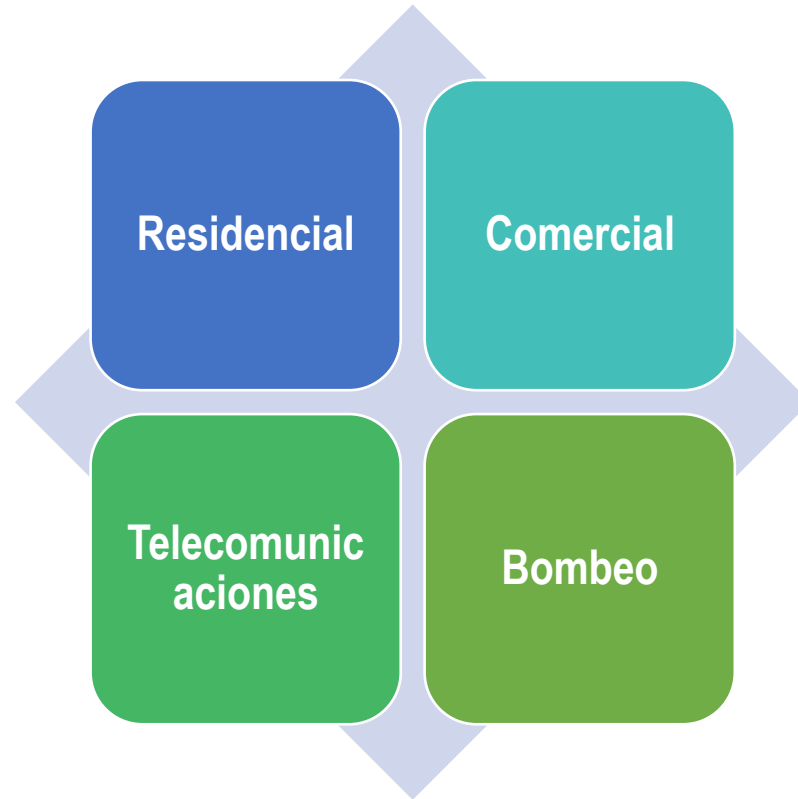


Escenarios económicos-Turbina 10 kW

Estado	Parámetros técnicos					Indicadores financieros	
	Velocidad media anual (m/s)	Factor de planta (%)	Producción de energía no ajustada (MWh)	Producción bruta de energía (MWh)	Rendimiento específico(kWh/m ²)	Costo nivelado de energía (USD)	Tiempo de retorno de la inversión (años)
Oaxaca	5.99	28.6	27.6	25.6	498	0.175	7.4
Yucatán	3.97	12.3	11.4	11	215	0.465	Mayor al proyecto
Tamaulipas	5.11	12.1	11.4	10.8	210	0.216	9.4
Zacatecas	3.31	7.2	7.3	6.41	125	0.802	Mayor al proyecto
Sonora	3.13	6	6.1	5.4	105	0.952	Mayor al proyecto
Baja California Sur*	4.97	22.7	21.4	20.3	396	0.253	11.8
Chihuahua	4.22	12.3	13.7	11	214	0.467	Mayor al proyecto
Hidalgo	3.28	6.4	7.1	5.8	112	0.890	Mayor al proyecto

Fuente: Elaboración propia con RETSCREEN

Segmentación de mercado





INSTITUTO NACIONAL
DE ELECTRICIDAD Y
ENERGÍAS LIMPIAS

Siguientes pasos

- Generación fuera de la red
- Estándares
- Sensibilización con proveedores
- Vinculación multisectorial
- Reducción de costos

