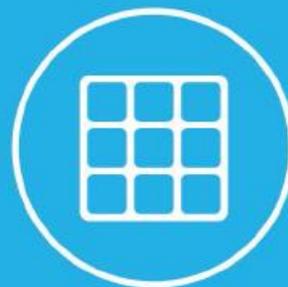


GENERACIÓN

DISTRIBUIDA

HACIA LA TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO MEXICANO



Por Rodrigo Gallegos y Saul Rodriguez

ESTRUCTURA DEL ANÁLISIS

PASOS SEGUIDOS

No. 1

ANALIZAR LA APERTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO EN EL MUNDO

No. 2

IDENTIFICAR LECCIONES DE OTROS PAÍSES EN EL CONTEXTO MEXICANO

No. 3

ANALIZAR LOS PRINCIPALES CAMBIOS DEL SECTOR ELÉCTRICO MEXICANO

No. 4

ANALIZAR CÓMO OTROS PAÍSES HAN IMPULSADO LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y LOS RESULTADOS

No. 5

IDENTIFICAR POR QUÉ LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA ES UNA ALTERNATIVA ATRACTIVA EN MÉXICO

No. 6

EMITIR RECOMENDACIONES PARA EL ÉXITO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

DEL MONOPOLIO A LA COMPETENCIA

LECCIONES PARA LA 2ª TRANSFORMACIÓN DEL
SECTOR ELÉCTRICO

LECCIONES APRENDIDAS

ANÁLISIS INTERNACIONAL

- **Separar de forma vertical segmentos donde podría haber competencia**
 - En la mayoría de los casos se abrió a competencia **sólo** la **generación** y **oferta al mayoreo** de electricidad
 - Se **plantean** dos formas...
 - Estructural: **creación** de nuevas empresas
 - Funcional: **separación** dentro de las mismas empresas
 - Para garantizar la segmentación se requieren **estándares de gobierno corporativo similares a los implementados por empresas que cotizan en bolsa**
- **Crear un regulador independiente que pueda monitorear...**
 - Información de **costos**
 - Calidad del **servicio**
 - **Desempeño**

LECCIONES APRENDIDAS

ANÁLISIS INTERNACIONAL

- **Asegurar la transparencia de la información**
 - Publicar la **relación** entre **costos** y **precios** de venta
 - Permitir al regulador solicitar **información de transacciones del mercado** mayorista para analizar su comportamiento
 - Publicar datos sobre el **flujo de redes** para permitir a los operadores para el uso más eficiente de la infraestructura disponible
 - Desarrollar **instituciones** que publiquen información para...
 - Permitir a los consumidores **reaccionar a variaciones a los precios**
 - **Integrar** variaciones en precio y expectativas de calidad **al precio de mayoreo y del consumidor**
- **Promover certidumbre en la transición**
 - Hacer las transiciones de manera **ágil** para...
 - **Respetar** las **condiciones** pactadas previamente en proyectos anteriores
 - **Evitar** la **salida** de potenciales **inversionistas**

LECCIONES APRENDIDAS

ANÁLISIS INTERNACIONAL

- **Dar certeza sobre la expansión de la red**
 - Integrar **horizontalmente** empresas de transmisión **umenta la certidumbre** de los inversionistas sobre la expansión de la red
 - Designar **operadores independientes** que permitan satisfacer la demanda y mantener la operación de la red con **estándares técnicos óptimos**
 - Aplicar **reglas claras** y apoyar instituciones para promover el **acceso eficiente a las redes** de transmisión para compradores y vendedores
 - Incluir mecanismos para **asignar capacidad de transmisión escasa** entre redes y proveer **interconexión** de **nuevas plantas** de generación
- **Desarrollar mecanismos para asegurar el cumplimiento**
 - Se crearon compañías administradoras del mercado mayorista para fijar **criterios de “despacho”** y **precios de potencia**
 - Designación de un *ombudsman* encargado de elaborar recomendaciones para **evitar disputas** entre consumidores y proveedores

LECCIONES APRENDIDAS

ANÁLISIS INTERNACIONAL

- **Crear mercados *spot* de mayoreo**
 - Apoya **requerimientos en tiempo real**, además de **balancear oferta - demanda**
 - Esto para...
 - Hacer mejor uso de la **capacidad de transmisión**
 - Responder a **cambios en el suministro y transmisión** sin reducir la calidad del servicio
 - Promover **oportunidades de negocio**
 - Mantener la **confiabilidad** del sistema requiere de...
 - Establecer **obligaciones** para proveer el servicio a empresas de servicio público mediante **contratos**
 - Especificar la política para la **elección de tecnologías** de generación
 - Reestructurar el **sistema de adquisiciones**

PROMOVER LA COMPETENCIA

PUNTOS A CONSIDERAR PARA MÉXICO

La apertura a la competencia en la generación y comercialización de electricidad es la base de la transformación, pero entre los puntos que no se han profundizado y deben considerarse están...

- **Segmentación del mercado**
 - Dado que CFE* **no se segmentó** por sus actividades de operación (generación, distribución y transmisión), deben **establecerse mecanismos para evitar conflictos de interés** que afecten la eficiencia y credibilidad del mercado
 - Adoptar **buenas prácticas de gobiernos corporativos que cotizan en bolsa**, por ejemplo, que el Consejo pueda remover al director general, así como nombrarlo
- **¿Cómo se planea financiar y expandir la red de transmisión y distribución?**
 - **Definir** de forma explícita y clara los **puntos de congestión y pérdidas**
 - La reglamentación debe lograr que el CENACE** y la CRE*** tengan capacidad para **solicitar y publicar información relacionada** con el financiamiento y expansión de la red

*Comisión Federal de Electricidad **Centro Nacional de Control de Energía ***Comisión Reguladora de Energía

PROMOVER LA COMPETENCIA

PUNTOS A CONSIDERAR PARA MÉXICO

- **Crecimiento de las redes de transmisión y distribución**
 - La expansión de las **líneas de gasoductos** pueden **inhibir** el desarrollo de sistemas de **generación distribuida (GD)** y **energías renovables (ER)**
 - **No es claro cómo podrá participar el sector privado** en la expansión de la red
 - **Publicar** los análisis de **costos** de construcción de **gasoductos** versus **líneas de transmisión de electricidad** y el costo de una **prima por cambios en el precio del gas** en el largo plazo permitirá reducir la incertidumbre y fomentar la inversión en energías renovables
- **Tarifas**
 - **Reflejan los costos reales** de recibir energía **en cada punto del sistema**, lo que permite identificar áreas de oportunidad para el desarrollo de proyectos e inversión
 - Falta de **esclarecer...**
 - **Tarifas de transmisión y consumo** para usuarios básicos
 - **¿Cómo se separará el subsidio** de las cuentas de CFE (ahora empresa productiva)?
 - **Incluir el subsidio en el PEF*** para negociarse en el Congreso

* Presupuesto de Egresos de la Federación

HACIA LA DEMOCRATIZACIÓN DE LA RED: GENERACIÓN DISTRIBUIDA

LECCIONES SOBRE LA 2ª TRANSFORMACIÓN DEL
SECTOR ELÉCTRICO

¿QUÉ ES?

GENERACIÓN DISTRIBUIDA (GD)

- Generación o almacenamiento de energía eléctrica a **pequeña escala lo más cerca posible del lugar de consumo**, con la opción de comprar o vender electricidad
- Representa una **alternativa tecnológica** viable y eficiente para satisfacer la demanda eléctrica y promover el desarrollo de energías renovables
- Representa una alternativa para **lugares donde no hay suministro** eléctrico
- Normalmente tiene una **capacidad** que va de **0.1 a 20 MW**
- Entre las **principales tecnologías** empleadas están:
 - Energías renovables (solar, eólica, hidroeléctrica y biogás a partir de distintos residuos)
 - Cogeneración eficiente
 - Combustión interna
- En México, salvo que se conecte con la red, **no requiere** de un **permiso** para de generación

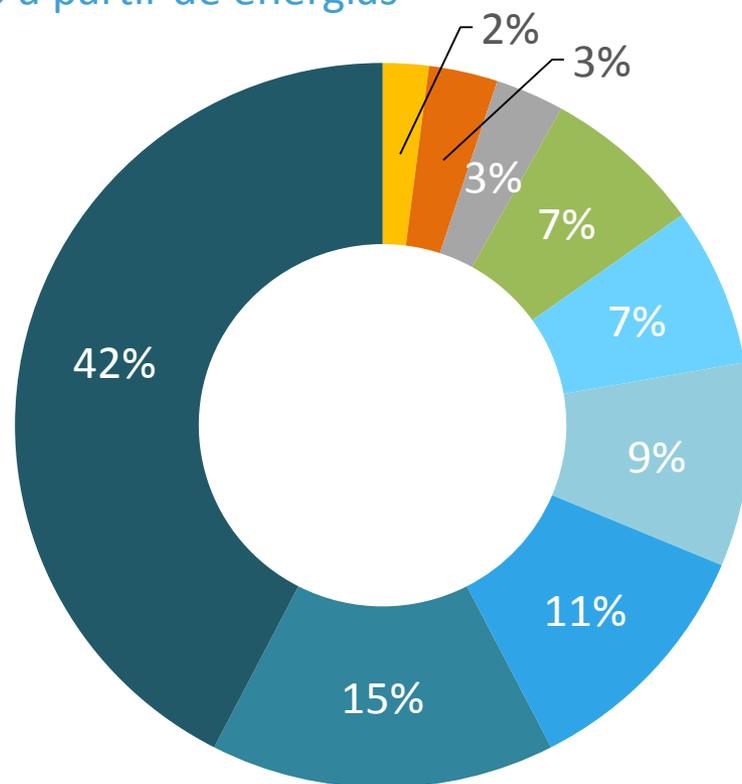
ALEMANIA

EJEMPLO DE SECTOR ELÉCTRICO DESCENTRALIZADO

En **2013** registró una capacidad instalada de sistemas de **generación distribuida** de **86 GW**, equivalente al **48% del total** disponible (incluye autoabastecimiento)

Propiedad de las instalaciones de servicio eléctrico a partir de energías renovables en Alemania (2009)

- Empresas regionales de servicio
- Pequeñas empresas locales de servicio
- Empresas internacionales de servicio
- Cuatro principales empresas de servicio
- Empresas industriales y otras empresas
- Agricultores (biogás y fotovoltaico)
- Fondos y bancos (bioenergía y eólica)
- Desarrolladores de proyectos (eólica)
- Propietarios privados (fotovoltaica y eólica)



Fuentes: Ernst & Young, Nature Conservation and Nuclear Safety

ALEMANIA

MEDIDAS QUE HA IMPLEMENTADO PARA IMPULSAR LA GD

- **Contratos simples**
 - Diseñados para ser **entendido por cualquier público** (no requiere asesoría legal)
 - Tienen una **extensión de 2 hojas promedio**, en contraste con las 70 hojas promedio de los contratos en Estados Unidos
- **Esquema *feed-in tariff***
 - **Tarifa** que establece el regulador en un **contrato** de largo plazo para **comprar la energía renovable** que generan los propios usuarios
 - **Ayuda** a que los proyectos de energía renovable con generación distribuida resulten **económicamente atractivos** y **generen certidumbre** a los inversionistas
 - Busca que los proyectos tengan un retorno de inversión (ROI) de entre 5 y 7%
- **Prioridad de conexión de energías renovables a la red**
 - Las **energías renovables** tienen **prioridad de acceso** a la infraestructura de transmisión y distribución para entregar electricidad **a la red**

ALEMANIA

MEDIDAS QUE HA IMPLEMENTADO PARA IMPULSAR LA GD

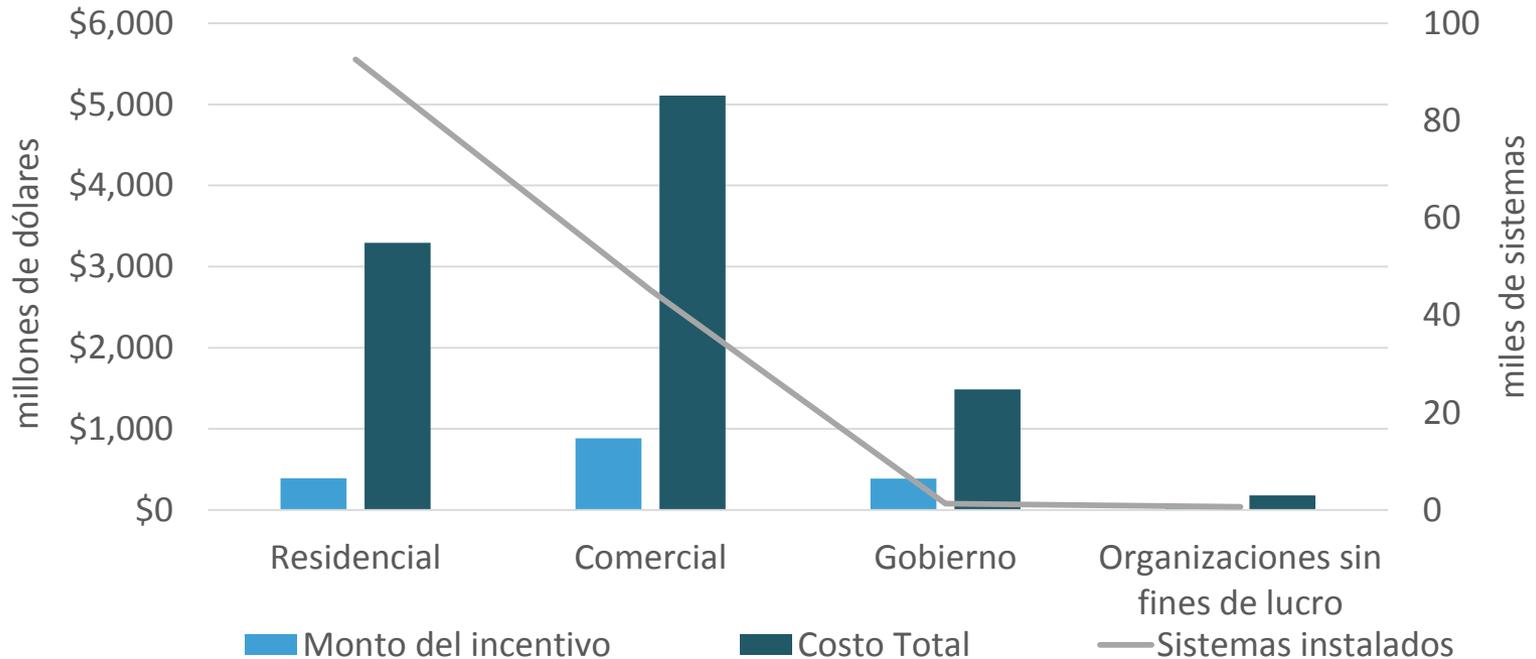
- **Metas de participación de energías renovables**
 - Para 2020 por lo menos el 35% de la generación provendrá de fuentes renovables, para 2030 se plantea llegue a 50 y 80% a 2050, en 2012 este valor fue del 23%
 - Disminución objetivo de gases de efecto invernadero, considerando 1990 como las emisiones base, en 2012 se registró una disminución de 25.5%, valor que se espera llegue a 40% en 2020, 55% en 2030, 70% en 2040 y 80-90% en 2050
- **Apoyo a la cogeneración**
 - Establece una meta de participación del 25% en al generación eléctrica a 2020, en 2010 fue del 14.5%
 - Bonificación por cada unidad de energía producida
 - Prioridad en la red de transmisión (igual que las energías renovables)
 - Aplican sistemas nuevos, reconstruidos, de almacenamiento de calor, recuperación de calor, así como cogeneración a partir de equipos de calefacción en hogares

CALIFORNIA

ESTADO DE LA INICIATIVA SOLAR DE CALIFORNIA

A diciembre de 2014 el programa CSI ha instalado **139,683 sistemas fotovoltaicos**, con una **inversión total de 10,070 millones de dólares**, de los cuales el **17%** de este costo ha sido absorbido por el gobierno

Resultados del programa CSI a diciembre 2014



Fuente: California Public Utilities Commission

CALIFORNIA

INCENTIVOS PARA LA INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

- ***Go Solar California!***
 - Tiene como **objetivo** la instalación de **3,000 MW** de paneles fotovoltaicos en hogares y comercios para **2016**
- **Iniciativa Solar de California (CSI), incluido en el programa *Go Solar California!***
 - Tiene como **meta** la instalación de **1,940 MW** de paneles fotovoltaicos a partir de un **presupuesto** de **2,167 millones de dólares**
 - El **incentivo** o costo absorbido por el gobierno se calcula **a partir del funcionamiento** de los paneles instalados, con una capacidad máxima de 5 MW
 - La mayoría de los sistemas oscila **entre 2 y 4 kW**
- **Medición de energía neta (NEM)**
 - Permite a los consumidores hacer un **neteo** de la **electricidad generada** por el sistema fotovoltaico y **entregada** a la red pública (entre 1kW y 1MW) **contra la consumida de la red** para pagar o cobrar el saldo correspondiente
 - Contempla la **opción de conectar a varios usuarios** para hacer este neteo

INDIA

ELECTRIFICACIÓN DE LAS ZONAS RURALES

- En 2001 el 56.48% de los hogares en zonas rurales no tenían acceso a una fuente moderna de abasto de energía (luz o gas lp) en lugar de fuentes contaminantes, para 2010 este valor bajó al 16%
- En 2001 se identificaron 5,259 poblados remotos, de los cuales a 2010 el 63% ya cuenta con electricidad debido al desarrollo de sistemas de GD
- Sumado al desarrollo tecnológico se identificaron políticas públicas que han impulsado la electrificación rural:
 - Incluir tarifas preferenciales para energías renovables y cogeneración eficiente
 - Permitir que las tarifas para pequeños consumidores pueden fijarse directamente entre particulares
 - Establecer metas de mitigación de gases de efecto invernadero
 - Incorporar metas de participación de energías renovables y cogeneración
 - Establecer como obligación el suministro de electricidad en todas las zonas del país

INDIA

PROPUESTAS PARA DETONAR LA INVERSIÓN EN GD

- **Establecer una planificación centralizada**, se necesita un **organismo** encargado de...
 - **Coordinar y hacer cumplir la meta** al unificar esfuerzos y evitar su dispersión
 - **Monitorear y promover** los sistemas de generación distribuida
 - **Publicar información** para los inversionistas (como el potencial del mercado)
- **Administrar los sistemas planteados por** parte de los **beneficiarios** para crear capacidades y garantizar la adopción y sustentabilidad del sistema
- **Selección de tecnología de generación**, se requiere un análisis que permita identificar la tecnología idónea, esto **a partir** de los **recursos disponibles, demanda y costos**
- **Financiamiento gubernamental**, **debido a los altos costos de inversión**, el gobierno tendría que generar esquemas financiamiento o apoyo para su desarrollo
- **Beneficios de Mecanismos de Desarrollo Limpio**, la agencia encargada de coordinar la meta de electrificación en zonas rurales podría **unificar** los **esfuerzos de** los diversos **proyectos para hacer más factible su financiamiento**

LECCIONES APRENDIDAS

FACTORES NECESARIOS PARA DETONAR LA GD

- **Experiencia técnica e industrial**
- **Capacidades, formación** a largo plazo de empresarios, sociedad civil, beneficiarios, entre otros, **en la planificación y gestión** de sistemas de generación distribuida
- **Simplicidad de contratos y trámites**, mantener **contratos al alcance del público general**
- **Estándares de conexión claros**
- **Certidumbre sobre el desarrollo de infraestructura** de transmisión en los **sitios con alto potencial** para aprovechamiento de generación distribuida
- **Información** sobre **congestión** de la **red** ante la interconexión de sistemas de generación distribuida
- **Cálculos certeros**, con esto se espera **aumentar** la **certidumbre cuando se estime la rentabilidad de los proyectos**
- **La existencia de instrumentos y programas para incentivar la inversión**

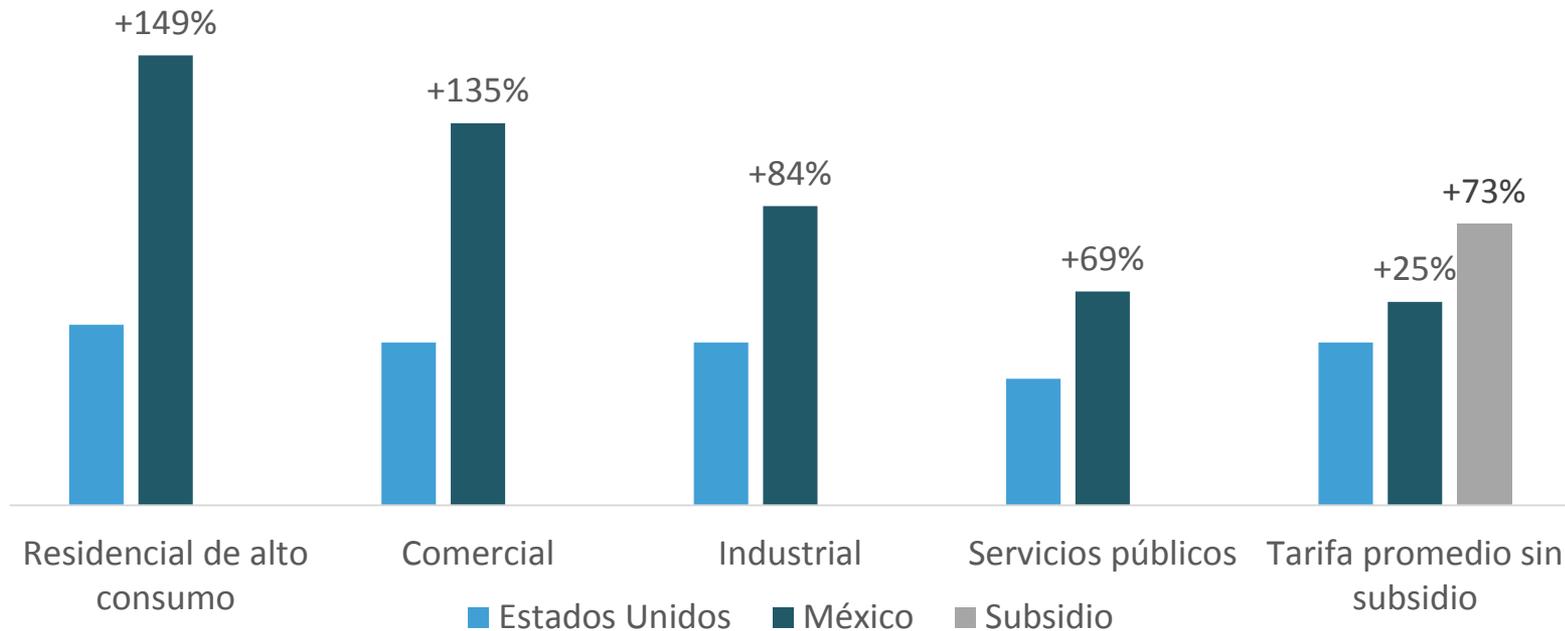
HACIA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

LA ENERGÍA ELÉCTRICA ES CARA

En 2012 el precio promedio de la electricidad para la industria en México fue de **114.74 dólares/MWh**, **5.87 dólares/MWh encima** del promedio ponderado de los países miembros de la **OCDE***, y que lo situó en el **lugar 17 de 33** con precios más altos

Comparativo de tarifas por sector entre México y Estados Unidos



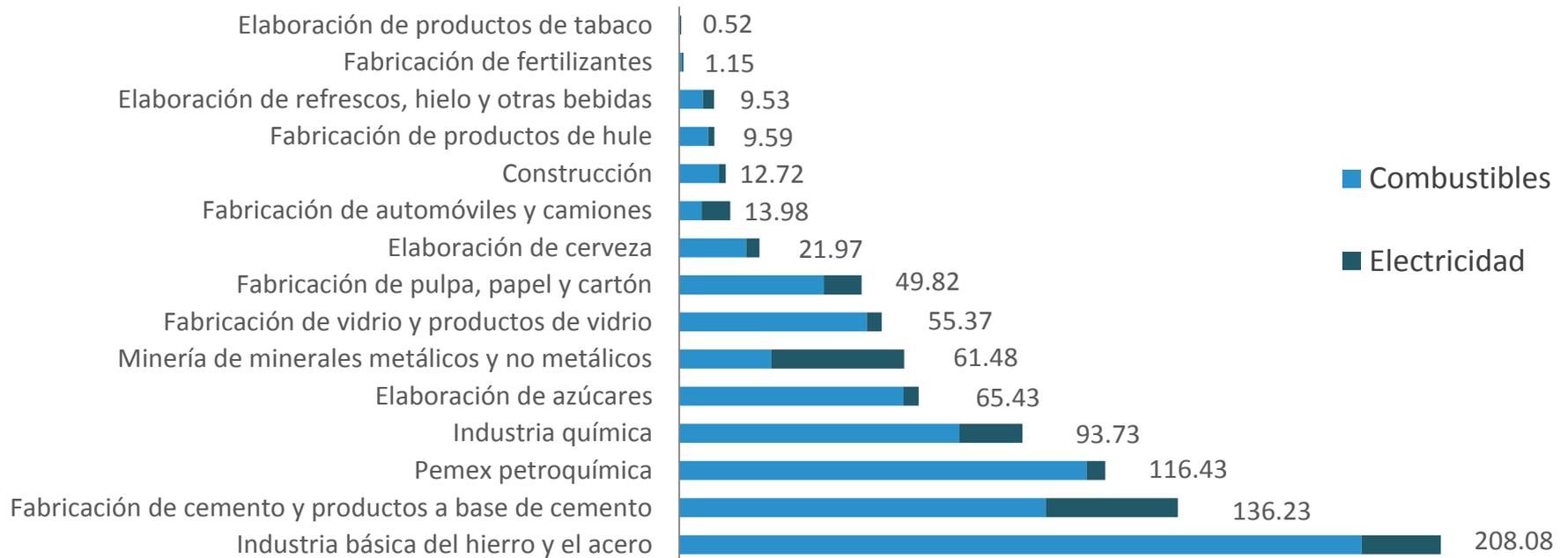
Fuente: Administración de información de energía de Estados Unidos *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

EL CONSUMO ESTÁ CONCENTRADO

El **58%** del consumo de energía eléctrica de México lo realiza la industria con el **0.76%** de los usuarios de CFE*, esto se traduce en un potencial de instalación de capacidad técnica y económicamente viable de cogeneración por **10,445** y **9,804 MW** respectivamente

Consumo energético por rama de la industria (Petajoules)



Fuente: Secretaría de Energía *Comisión Federal de Electricidad

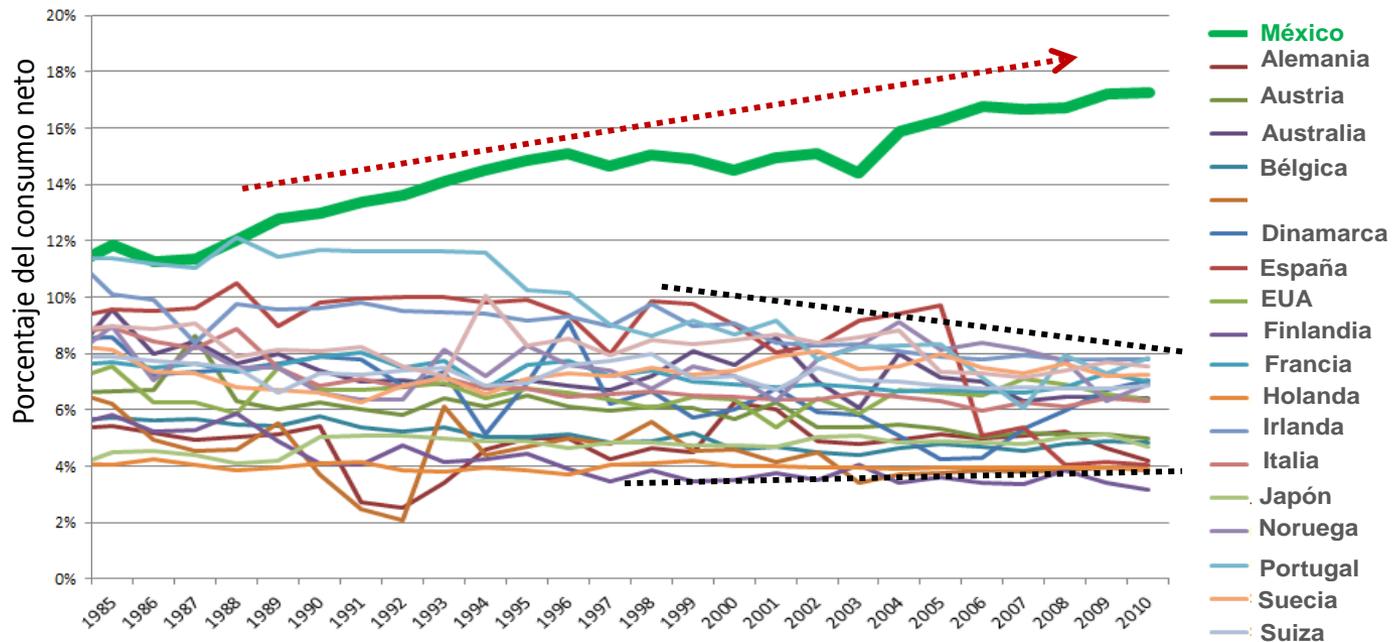
¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

ALTAS PÉRDIDAS

Las **pérdidas totales** del sistema eléctrico nacional son en promedio del **17%**, valor que **ha aumentado, contrario a la tendencia internacional**

Se espera **llegar a cero las pérdidas no técnicas** y a un valor del **8%** las **pérdidas técnicas**, comparable con estándares internacionales

Pérdidas de la red como porcentaje del consumo neto

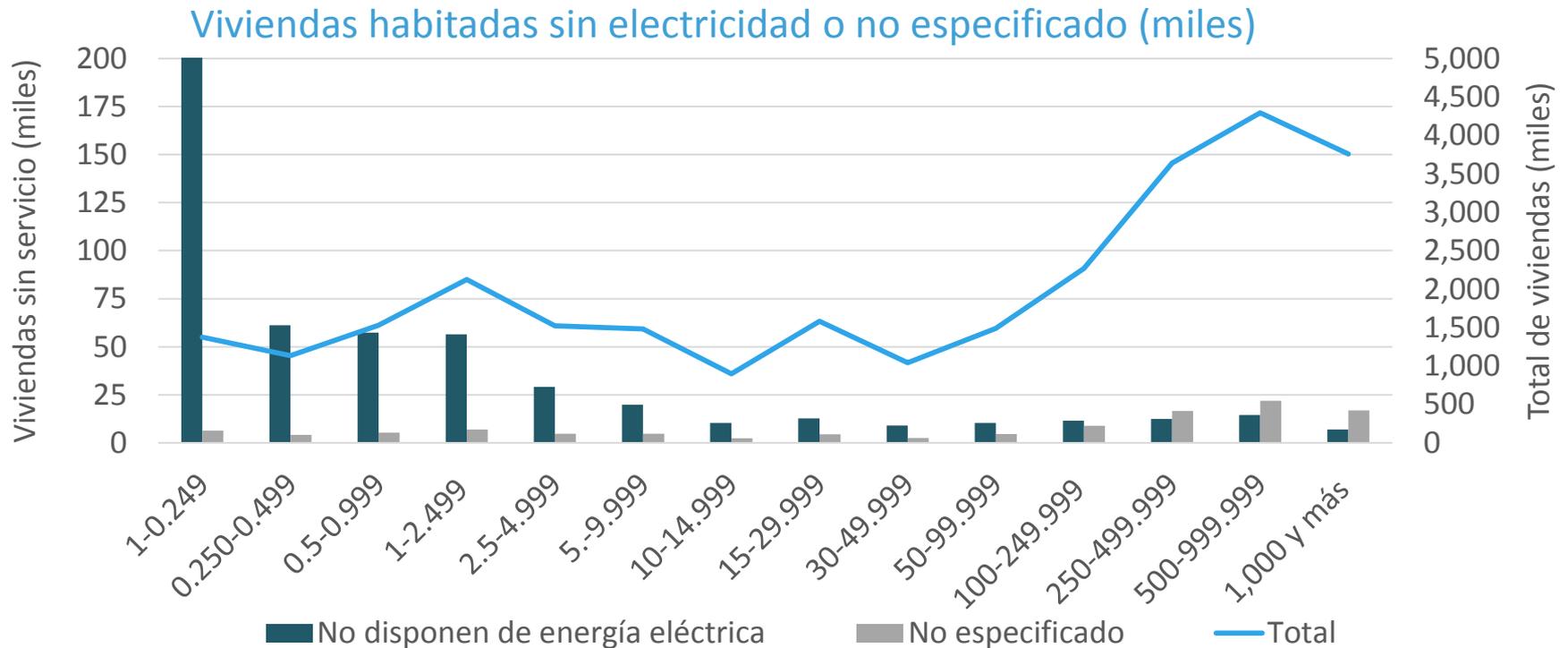


Fuente: Debate Reforma Energética Senado Octubre 2013 (Senador Penchyna) con información CFE y diversas compañías eléctricas

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

EXISTENCIA DE UNA POLÍTICA DE SERVICIO UNIVERSAL

Existe un fondo para electrificación a partir de ingresos derivados de la disminución de pérdidas técnicas. En 2010 se contabilizaron 513,482 viviendas sin electricidad, el 75% de estas se encuentran en localidades con menos de 2,500 habitantes

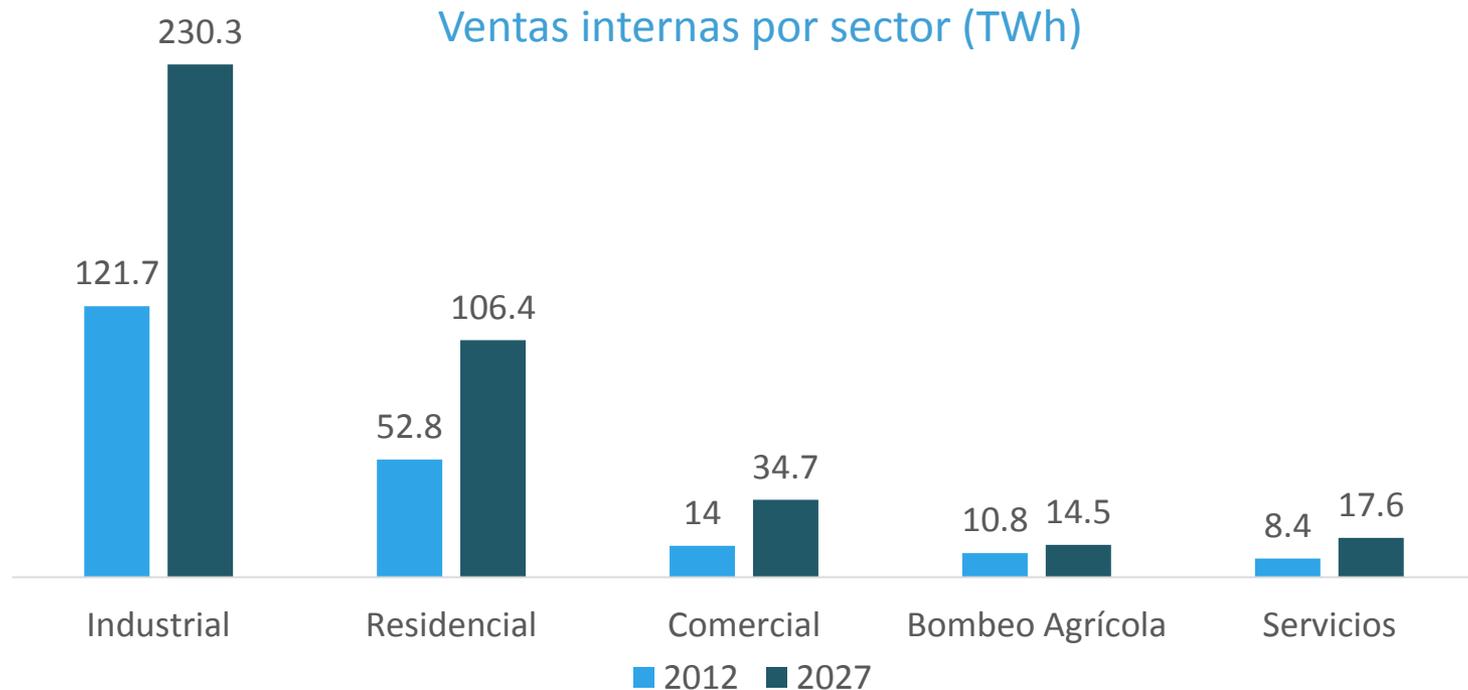


Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

TAMAÑO Y CRECIMIENTO DE MERCADO

En **2012** el consumo eléctrico fue de **234.2 TWh** y una **tasa media anual de 3.2% (2002-2012)**
Las **ventas internas** representan el **88.6%** del consumo eléctrico nacional
Para **2027** se espera que las **ventas internas se dupliquen** con respecto a **2012**



Fuente: Secretaría de Energía

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

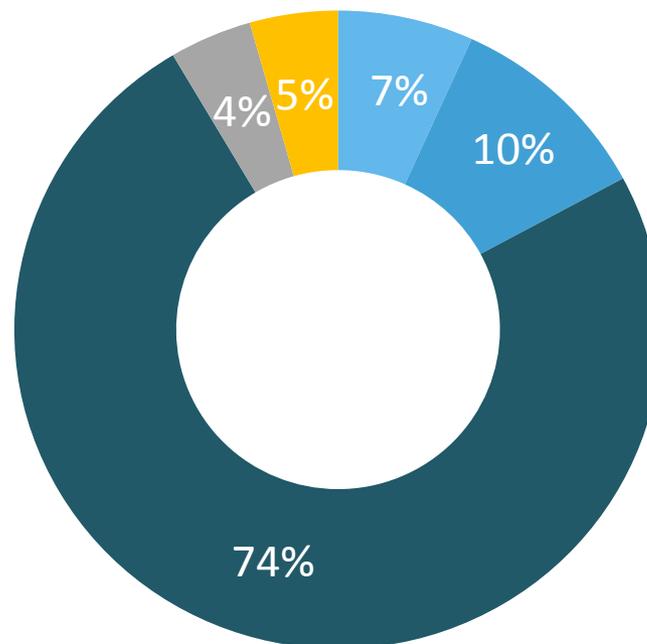
POTENCIAL PARA GENERAR PRECIOS COMPETITIVOS

Determinar el **potencial energético** de una **región** para el **aprovechamiento de los recursos renovables es necesario** para el desarrollo de sistemas de generación distribuida

El **potencial de generación anual probado con fuentes renovables** se estima en **13,167 GWh**

Potencial de generación anual probado a partir de fuentes renovables

- Geotérmica
- Mini hidráulica
- Eólica
- Solar
- Biomasa



Fuente: Secretaría de Energía

OPORTUNIDAD PARA LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

SISTEMAS DE GD CON PANELES SOLARES

¿CÓMO DETERMINAR SI SON ATRACTIVOS?

Para determinar qué tan atractivo es el desarrollo de sistemas de GD con paneles fotovoltaicos **calculamos la TIR** tanto **para el operador** como para los **usuarios** que cuentan con una **tarifa residencial subsidiada**

BENEFICIOS

PARA EL USUARIO

- Electricidad que se deja de consumir a la red pública considerando los precios medios de compra

PARA EL OPERADOR

- Costos marginales de generación y la cantidad de energía autoabastecida por parte de los usuarios
- Incluye los ahorros derivados de las pérdidas (técnicas y no técnicas) evitadas al consumirse la energía con GD

COSTOS

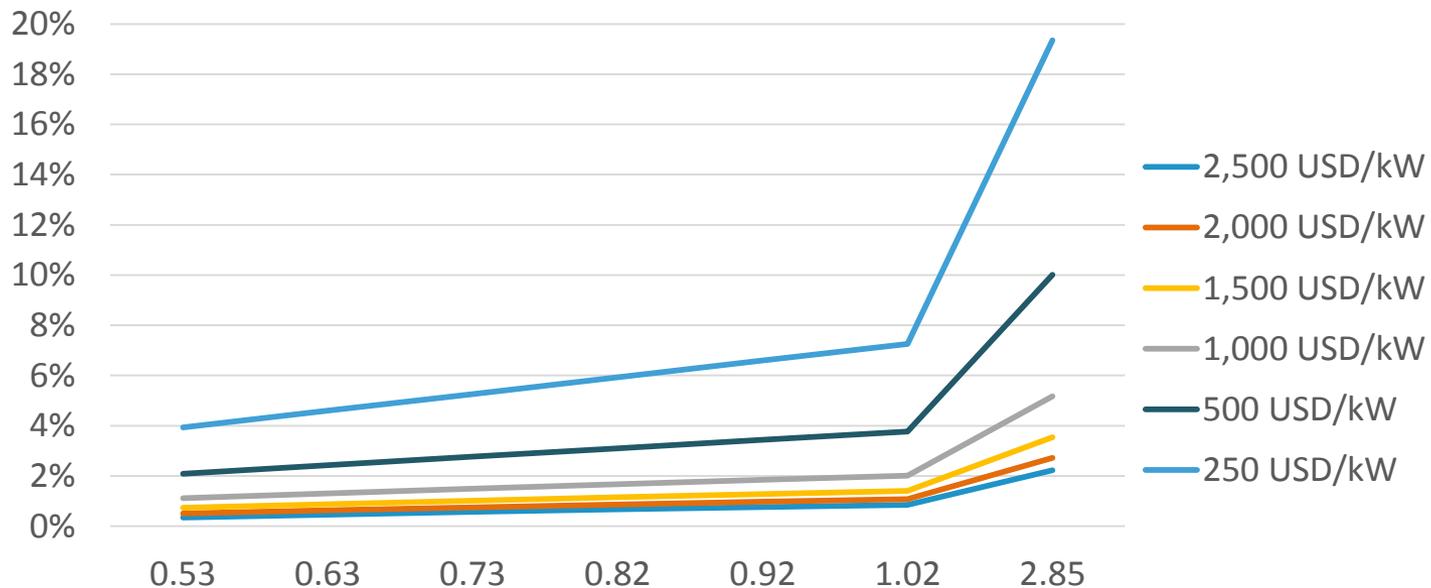
- Ligados a la instalación, operación y mantenimiento de los equipos

RENTABILIDAD DEL OPERADOR CON LA INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Si se toma como **referencia** una planta de **ciclo combinado***, la instalación de **paneles en hogares solo es rentable** en caso de tener...

Costo marginal de generación (pesos/kWh) **2.85 (La Paz, BCS)** **1.02 (Cozumel, QRoo)**
Costo de instalación absorbido (%) **60%** **20%**

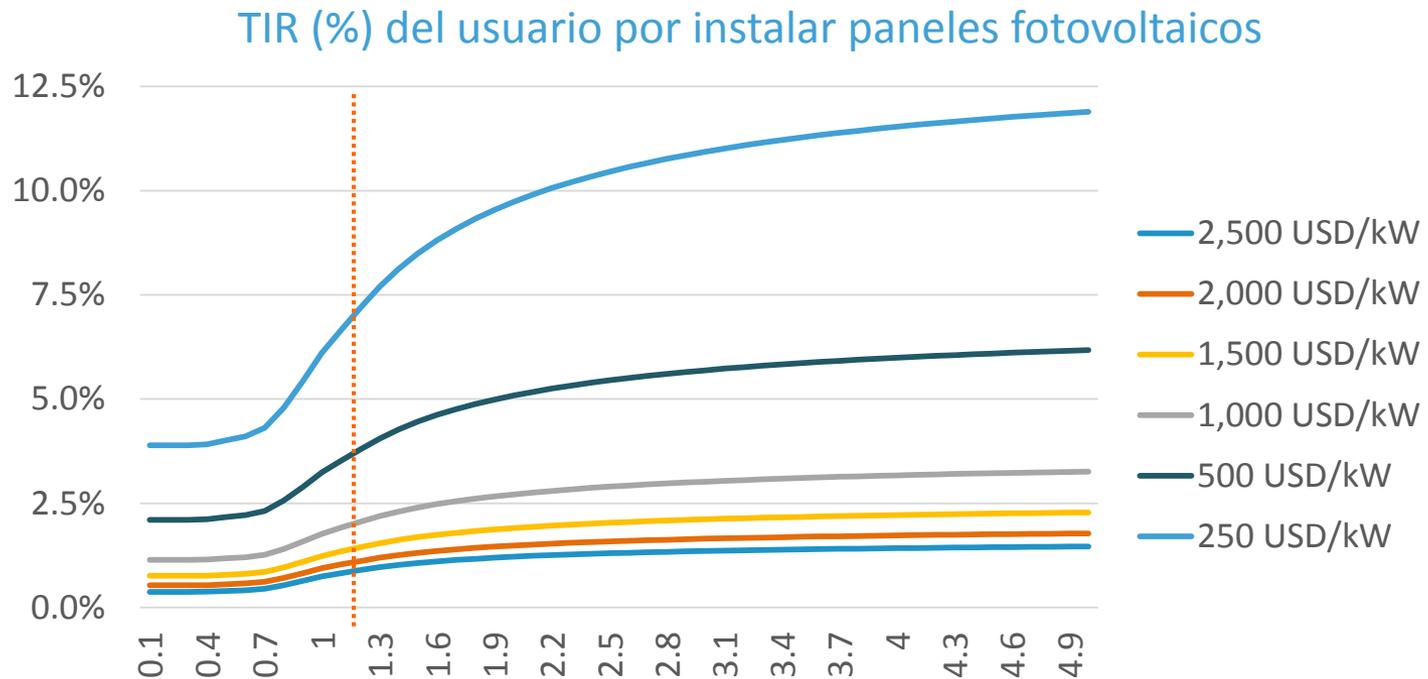
TIR (%) del operador por instalar paneles fotovoltaicos



Fuente: Elaboración propia con datos de varias fuentes *TIR de 3.3% con un precio de venta de electricidad subsidiado

RENTABILIDAD DEL USUARIO CON LA INSTALACIÓN DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Si se toma como referencia una **TIR competitiva con mercado***, la instalación de paneles en hogares solo es rentable en caso de que el operador subsidiará por lo menos el 90% del costo de instalación y una capacidad instalada mínima de entre **1.2 y 1.7 kW****



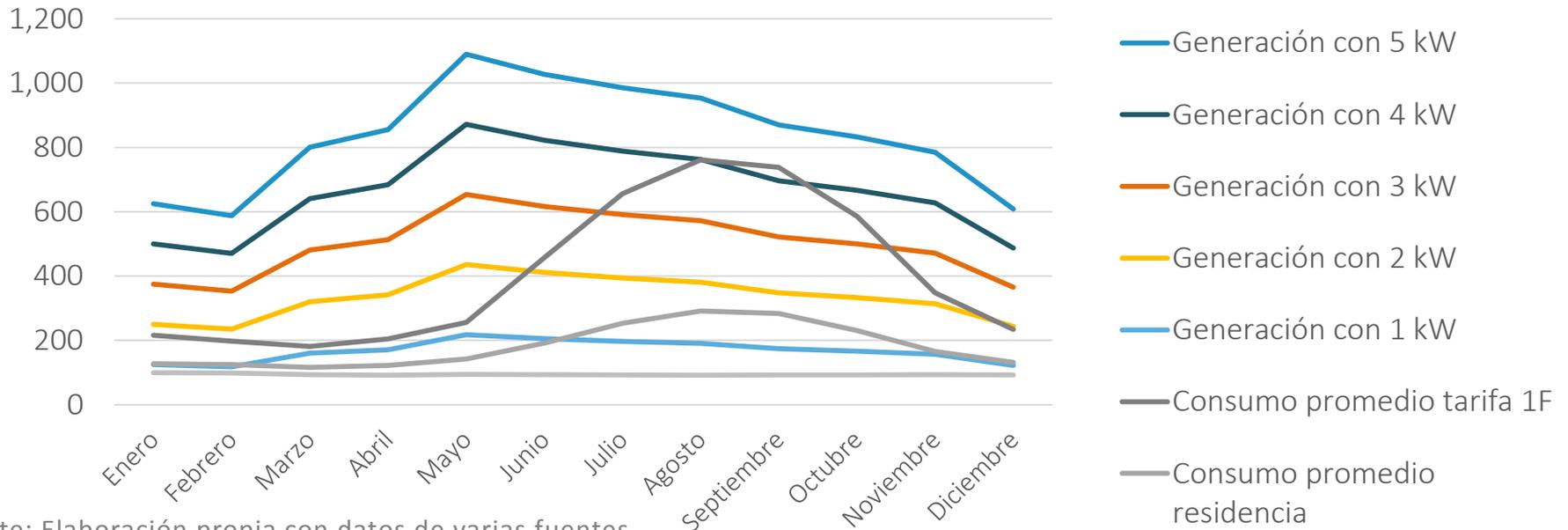
Fuente: Elaboración propia con datos de varias fuentes *7.1% **de acuerdo a cada tarifa doméstica, la gráfica es de la tarifa 1

TAMAÑO IDEAL

DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Es necesario equilibrar oferta y demanda, **sistemas muy grandes** significa subir excedentes a la red, que representa **pérdidas** y **dificultades técnicas**, los **sistemas chicos** son menos rentables por contar con un **mayor subsidio eléctrico**
Por ejemplo, el tamaño ideal sería de 4 kW en la tarifa 1F

Generación estimada (kWh) a partir de sistemas de diferente capacidad y consumo promedio por usuarios con tarifa residencial



Fuente: Elaboración propia con datos de varias fuentes

RECOMENDACIONES PARA PROMOVER LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

RECOMENDACIONES: REGULACIÓN

PARA PROMOVER LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- **Contratos de compra-venta de electricidad simples y breves**, esto al tener una **extensión promedio de dos hojas** y **no requerir de un asesor legal** para su comprensión
- **Normatividad, diseño de normas técnicas** (NOMs) para la **construcción, operación** y **mantenimiento** tanto de generación distribuida como de redes inteligentes
- **Competencia**, la **regulación técnica en redes inteligentes** es de vital importancia, se requiere de...
 - Protocolos de comunicación abiertos
 - Un mercado en competencia para la importación y manufactura de instrumentos de medición, así como el desarrollo de sistemas de información y gestión

RECOMENDACIONES: INFORMACIÓN

PARA PROMOVER LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- **Certidumbre sobre la red**, contar con un [plan de crecimiento de la red](#), el cual debe incluir capacidad y localización, [genera certidumbre](#) para los actores y promueve el desarrollo de sistemas de generación distribuida. No se tiene mucha claridad más allá de los 21,958 kilómetros de nuevas líneas que se planea incorporar al 2016.
- **Costos, capacidad y estándares de interconexión**, la [reglamentación deberá ser clara y transparente](#)

RECOMENDACIONES: CAPITAL HUMANO

PARA PROMOVER LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- **Nuevas capacidades técnicas**, para la **formación de técnicos capacitados** en el diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento se requiere de...
 - Vinculación industria-academia
 - Capacitación y adiestramiento en campo
- **Formar a empresarios, sociedad civil y beneficiarios** en la **planificación** y **gestión** de sistemas de GD en el medio rural, lo que requiere, entre otras, de habilidades en...
 - Negocios
 - Finanzas
 - Técnicas
 - Derecho
 - Contabilidad

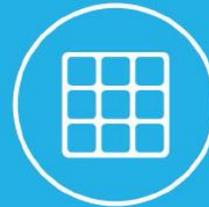
RECOMENDACIONES: INCENTIVOS

PARA PROMOVER LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

- **Incentivos para que municipios y estados promuevan** redes inteligentes y generación distribuida a partir de energías renovables
- **Esquemas de financiamiento *ad hoc***, la inversión requerida para desarrollar sistemas de GD en zonas rurales implica **incorporar criterios para que pequeños productores puedan pagar la inversión inicial en la tecnología**, en este sentido se recomienda:
 - Recibir todos los certificados de energía limpia por adelantado de la vida útil del proyecto y financiar un mayor porcentaje de la inversión inicial
 - Incluir otros pagos como los servicios ambientales

GENERACIÓN DISTRIBUIDA

HACIA LA TRANSFORMACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO MEXICANO



Gracias!

saul.rodriguez@imco.org.mx

rodrigo.gallegos@imco.org.mx