



PROYECTO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 4.0

# Generación distribuida

## Caso de Estudio: Brasil



## Caso de Estudio: Brasil

### Contenido:

- Generación distribuida en Brasil
- Marco regulatorio
- Norma para suministro de productos
- Código de Red
- Requisitos para Generación distribuida
- Procedimiento para instalación de nuevos generadores

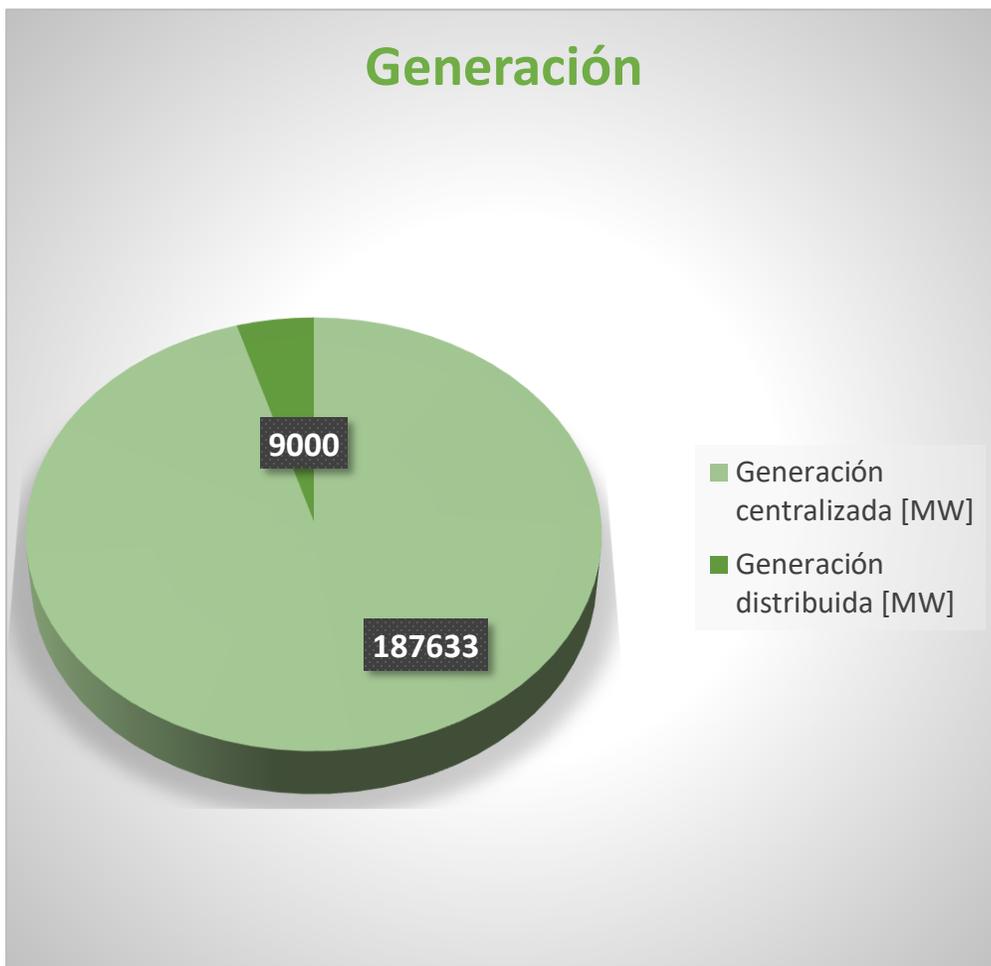


# ¿Qué se considera generación distribuida en Brasil?



- ↓ Generadores menores a 5 MW
- Conectados en la red de distribución
- En baja o media tensión

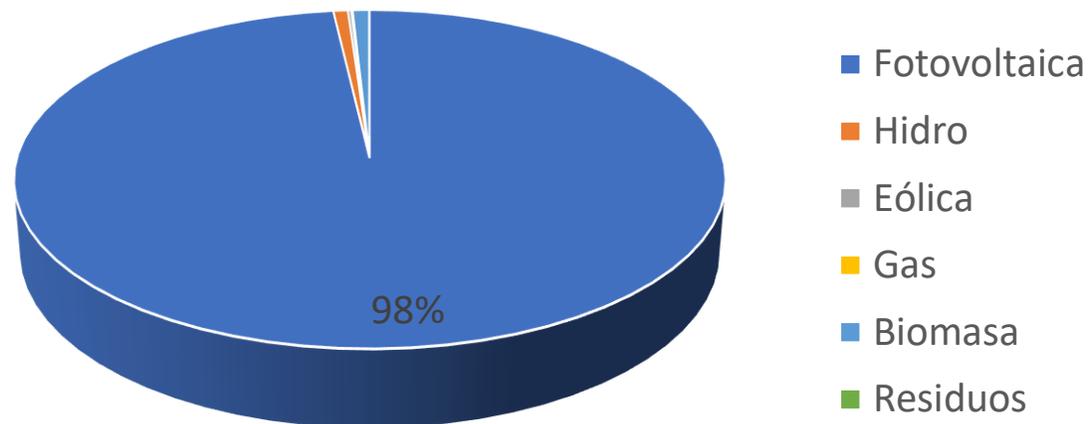
## Contexto de Brasil



Capacidad total instalada de GD: 9 000 MW

## La generación distribuida en Brasil es altamente dominada por la solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica representa el 98% de la generación distribuida en Brasil, con 8,5GW, seguida de la hidráulica (64,9MW), la eólica (15,0MW), a gas natural (5,93MW), a biomasa (72,9MW) y aquella derivada de residuos sólidos urbanos (1,87MW).



## Compañías distribuidoras

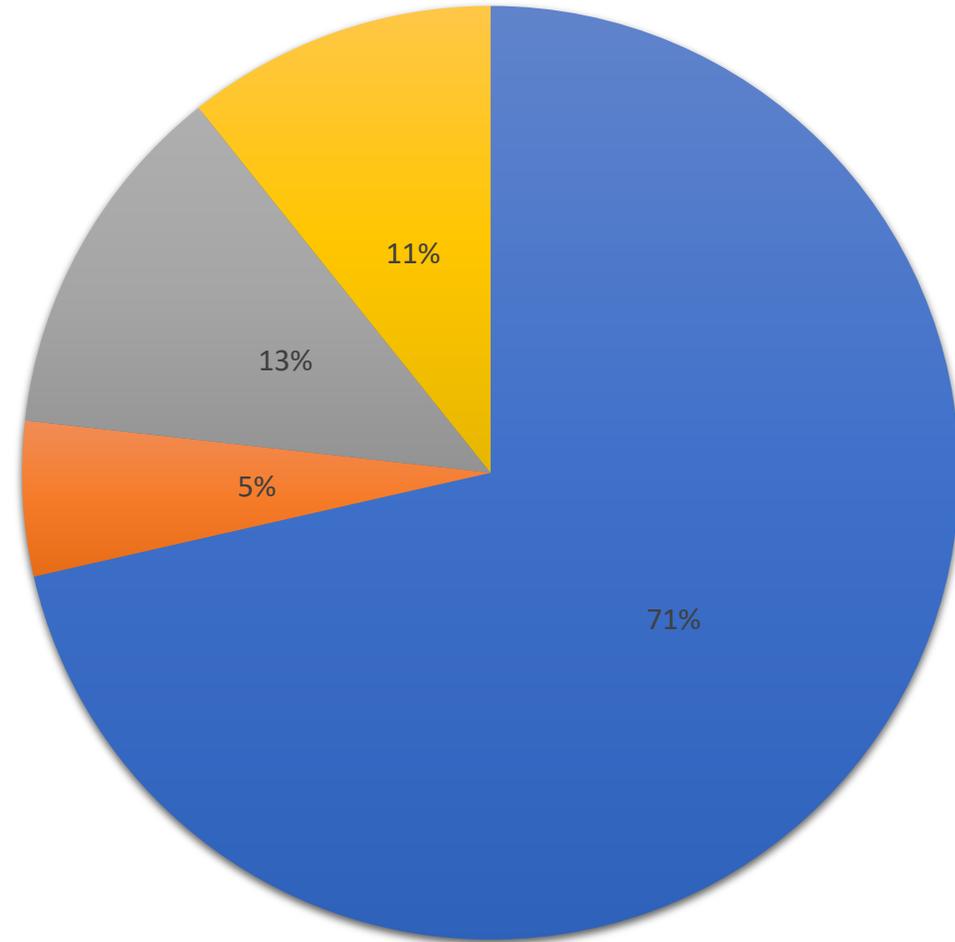
Existen **56** compañías distribuidoras de energía



# ABRADEE

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA

Es de gran importancia un marco regulatorio estandarizado en el país



■ Privadas ■ Municipal ■ Estado ■ Federal

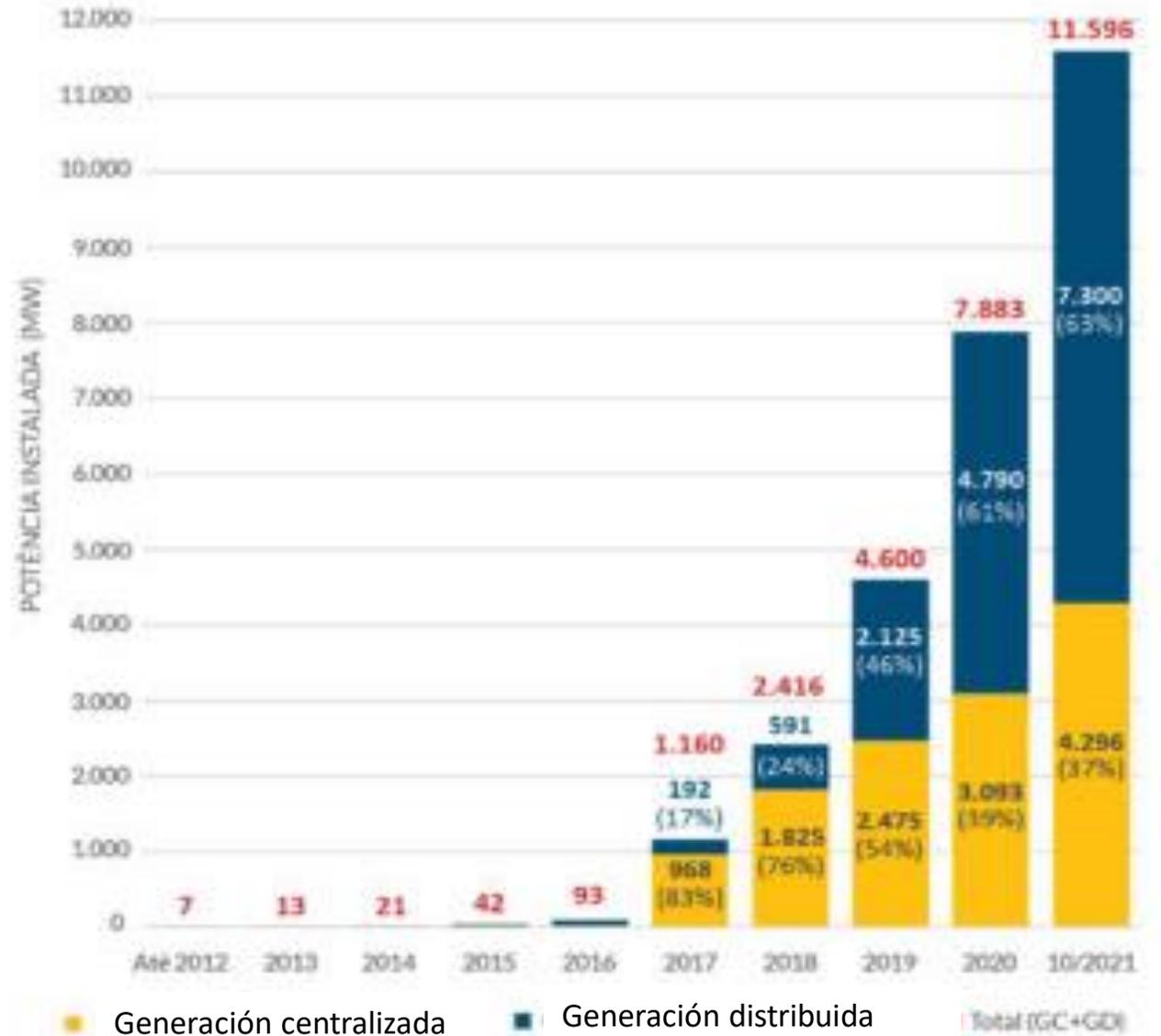
## Tipos de generadores distribuidos y su ubicación geográfica

- Microgeneración distribuida:
  - menor o igual a 75 kW con fuentes renovables conectada a la red de distribución mediante unidad de consumo
- Minigeneración distribuida:
  - mayor a 7 kW o menor o igual a 3 MW para fuentes hidroeléctricas o menor a 5 MW para otras fuentes renovables conectada a la red de distribución mediante unidad de consumo.



Fuente: <http://geracaosmartgrid.com.br/>

# Generación distribuida solar en el tiempo



# Distribución geográfica de la generación distribuida solar



Principal Fuente utilizada es la energía fotovoltaica



## ¿Qué ha fomentado el crecimiento de la generación distribuida fotovoltaica en Brasil?

- 1) Recurso solar de alta calidad: Brasil tiene uno de los mejores recursos solares del mundo. Un sistema solar fotovoltaico en Brasil puede producir, de media, el doble de electricidad que el mismo sistema instalado en Alemania, en Japón o en el Reino Unido, por ejemplo.
- 2) Recuperación competitiva: un consumidor que invierte en generación distribuida solar fotovoltaica puede recuperar su capital en un plazo de entre 4 y 7 años. Esta condición ha impulsado la instalación de sistemas de generación distribuida solar fotovoltaica en todo el país, especialmente allí donde existe una combinación de excelente recurso solar y altas tarifas eléctricas para los consumidores.

## ¿Qué ha fomentado el crecimiento de la generaci3n distribuida fotovoltaica en Brasil?

- 3) Legislaci3n estatal favorable para la generaci3n distribuida solar fotovoltaica: exenci3n de los impuestos estatales sobre ventas y servicios (ICMS) aplicados a la electricidad y a los equipos solares fotovoltaicos, aumentando la competitividad de la energía solar fotovoltaica.
- 4) Marco regulatorio positivo: Brasil cuenta con una normativa nacional de medici3n neta para la generaci3n distribuida a partir de fuentes de energía renovables, incluida la solar fotovoltaica. El sistema brasileño de medici3n neta incluye mecanismos de medici3n neta virtual y de energía solar comunitaria, lo que permite el desarrollo de diferentes modelos de negocio para abastecer a los consumidores residenciales, comerciales, industriales, rurales y públcos.

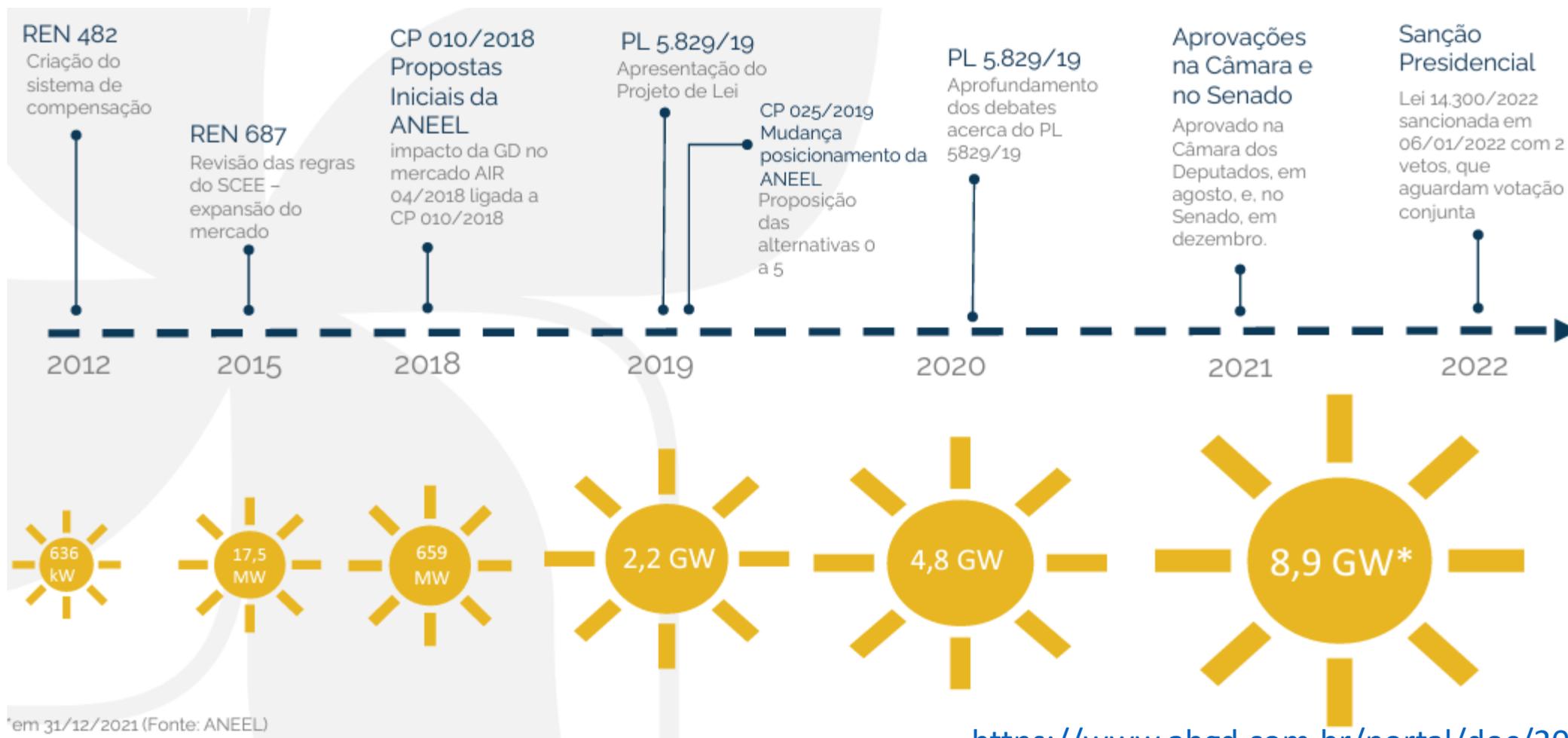
## ¿Qué ha fomentado el crecimiento de la generaci3n distribuida fotovoltaica en Brasil?

5) Mayor disponibilidad de financiaci3n competitiva: ABSOLAR ha mapeado m1s de 70 l3neas de financiaci3n y mecanismos de garant3a que pueden aplicarse a la energ3a solar fotovoltaica de peque1a y gran escala, disponibles para diferentes perfiles de consumidores, empresarios e inversores.

# La ABSolar detalla el estado de la solar y explica porque ha crecido de forma acelerada en el país



# La regulación ha tenido un rol importante en el despliegue de la generación distribuida



[https://www.abgd.com.br/porta1/doc/202201191747-01-Marco%20Legal%20da%20GD%20Perspectivas%20e%20Oportunidades\\_compressed%20\(1\).pdf](https://www.abgd.com.br/porta1/doc/202201191747-01-Marco%20Legal%20da%20GD%20Perspectivas%20e%20Oportunidades_compressed%20(1).pdf)

Les invito a leer el siguiente reporte:  
<http://dx.doi.org/10.18235/0002083>

## Marco regulatorio

- Regulada desde el año 2012 mediante Resolución N°482/2012.
- En el 2015 se modificó la resolución N ° 482/2021 mediante la Resolución Normativa N°687/2015
- En 2020 se finalizó el [PL 5829/2019](#) que sería el marco regulatorio para la GD en Brasil



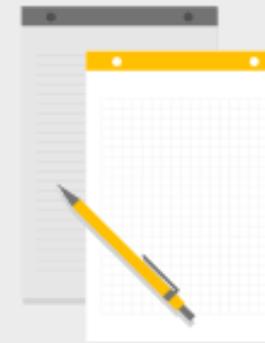
ANEEL  
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA



## Marco regulatorio

- **Se permite inyección de excedentes a la red eléctrica**
- **Se permite autoconsumo remoto:** compensación de excedentes en consumo ubicado en un sitio distinto al generador.
- Se puede desconectar el suministro a generadores clandestinos.

ANEEL  
AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA



## Normas para suministro de productos

Se deben presentar certificados de los equipos que cumplan con normas técnicas locales o internacionales o bien número de registro de concesión de INMETRO.

- ABNT NBR IEC 62116: 2012
- ABNT NBR 16149: 2013
- ABNT NBR 16150: 2013
- ABNT NBR 16274: 2014



## Normas para suministro de productos

- ABNT NBR IEC 62116: 2012 - Procedimiento de rendimiento de prueba anti-isla para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Basada en IEC 62116.



## Normas para suministro de productos

- ABNT NBR 16149: 2013 - Esta Norma establece recomendaciones específicas para la interfaz de conexión entre los sistemas fotovoltaicos y la red de distribución eléctrica y establece sus requisitos.



## Normas para suministro de productos

- ABNT NBR 16150: 2013 - Esta Norma establece recomendaciones específicas para la interfaz de conexión entre los sistemas fotovoltaicos y la red de distribución eléctrica y establece sus requisitos – **Procedimiento de prueba de conformidad.**



## Normas para suministro de productos

- ABNT NBR 16274: 2014 - Esta Norma establece la información y documentación mínima que se debe recopilar tras la instalación de un sistema fotovoltaico conectado a red. También describe la documentación, las pruebas de puesta en marcha y los criterios de inspección necesarios para evaluar la seguridad de la instalación y el correcto funcionamiento del sistema.



## Código de Red

Es establecido con base en los Procedimientos de Distribución de Electricidad en el Sistema Eléctrico Nacional (PRODIST)

No se ocasionarán problemas técnicos en la red

Se salvaguarda la seguridad operativa

Se debe garantizar sistema anti-isla

Se salvaguarda la seguridad del personal

Se debe verificar sincronismo

No se debe provocar flujo inverso en reguladores de tensión

Estudios deben considerar la participación del GD en el control automático de generación

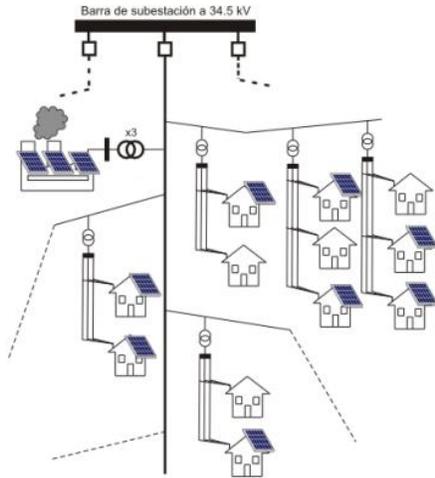
Se permita la operación intencional en isla

[https://www.barloventorecursos.com/sites/default/files/archivos-noticias/submodulo\\_23.3\\_rev\\_2.0\\_0.pdf](https://www.barloventorecursos.com/sites/default/files/archivos-noticias/submodulo_23.3_rev_2.0_0.pdf)

[https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/IIICongresoGFE/pdf/3erCongreso-dia7-6-Renato\\_Guedes-Brasil.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/empresas/electricidad/Paginas/IIICongresoGFE/pdf/3erCongreso-dia7-6-Renato_Guedes-Brasil.pdf)

<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp135396.pdf>

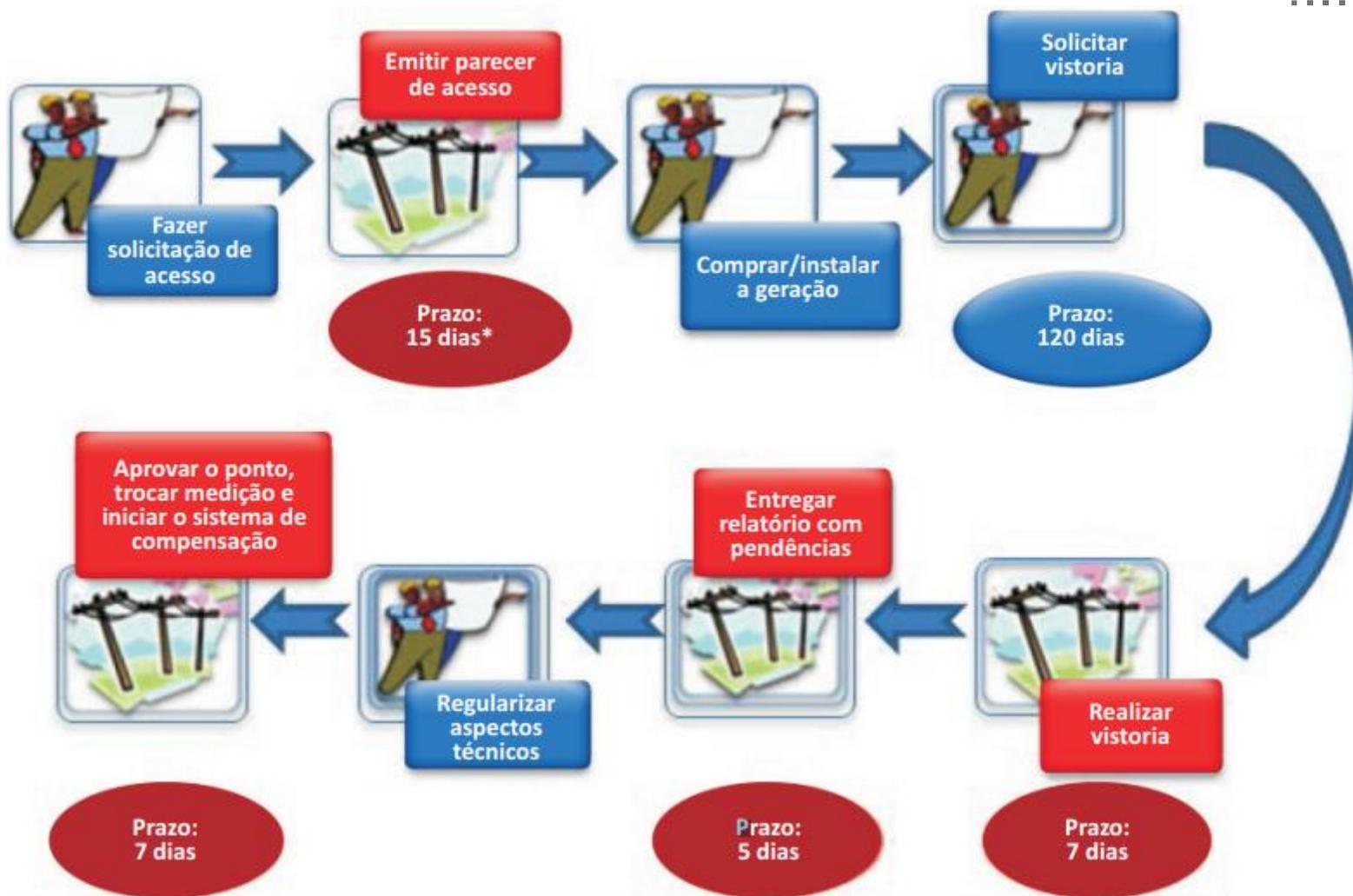
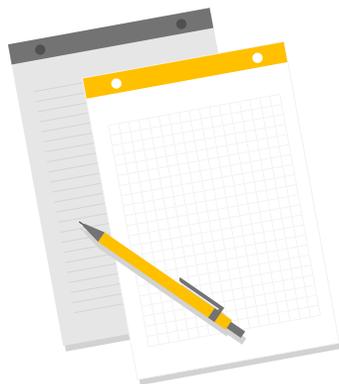
# Requisitos para GD



La potencia del generador distribuido no debe superar la potencia contratada por el consumidor ni la capacidad de trasiego de potencia de la acometida eléctrica.

EQUIPO	Potencia instalada		
	Menor o igual a 75 kW	Mayor a 75 kW y menor o igual a 500 kW	Mayor a 500 kW y menor o igual a 5 MW
Elemento desconectador	sí	sí	sí
elemento de interrupción	sí	sí	sí
Transformador de Acople	No	sí	sí
Protección de sub y sobre tensión	sí	sí	sí
Protección de sub y sobre frecuencia	sí	sí	sí
Protección contra Desequilibrio de corriente	No	No	sí
Protección contra desequilibrio de tensión	No	No	sí
Sobrecorriente direccional	No	sí	sí
Sobrecorriente con restricción de tensión	No	No	sí
Relé de sincronización	sí	sí	sí
Anti-isla	sí	sí	sí
Medición	Sistema de medida bidireccional	Medidor de 4 cuadrantes	Medidor de 4 cuadrantes

## Procedimiento de solicitud de conexión



# Muchas gracias por su atención

Jairo Quirós-Tortós  
Universidad de Costa Rica  
jairoquirostortos@ieee.org

Abdenago Guzmán Ledezma  
Consultor  
nagoguzle@gmail.com



