



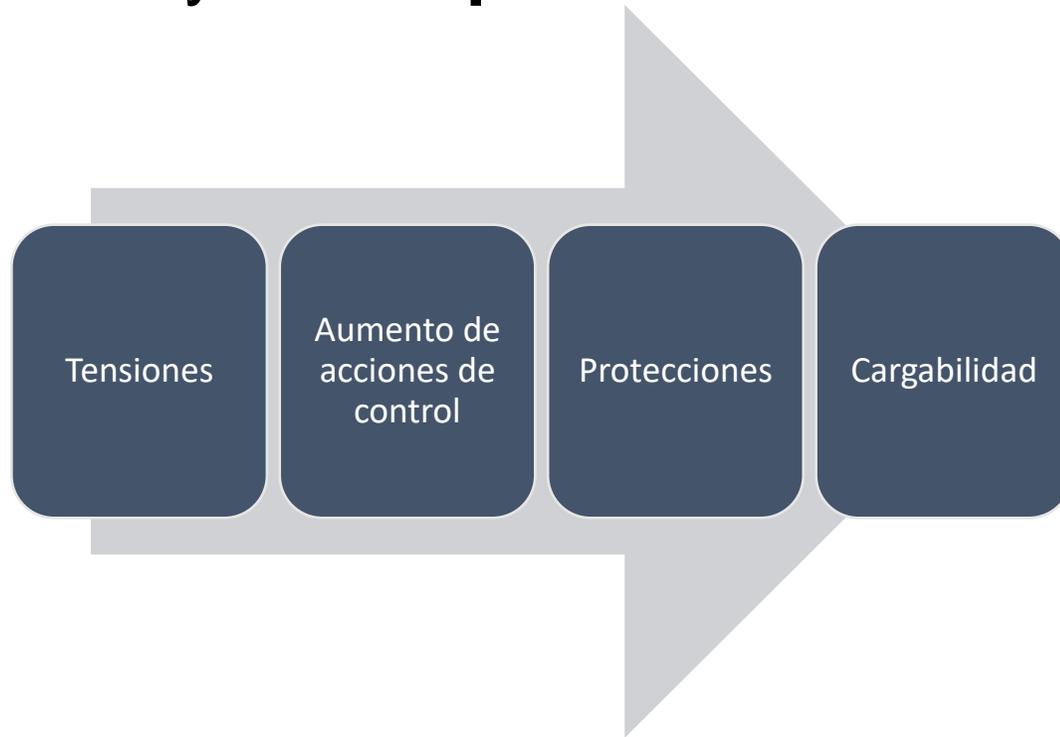
PROYECTO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 4.0

# Generación distribuida

# Capacidad de alojamiento

## Capacidad de alojamiento (CA)

- Cantidad de GD que se pueden instalar en un circuito de distribución sin impactar la calidad y confiabilidad del servicio eléctrico y **sin requerir adecuaciones de la red.**



---

**Usos** Estudios expeditos de interconexión

---

Usuarios con más información donde sí y donde no.

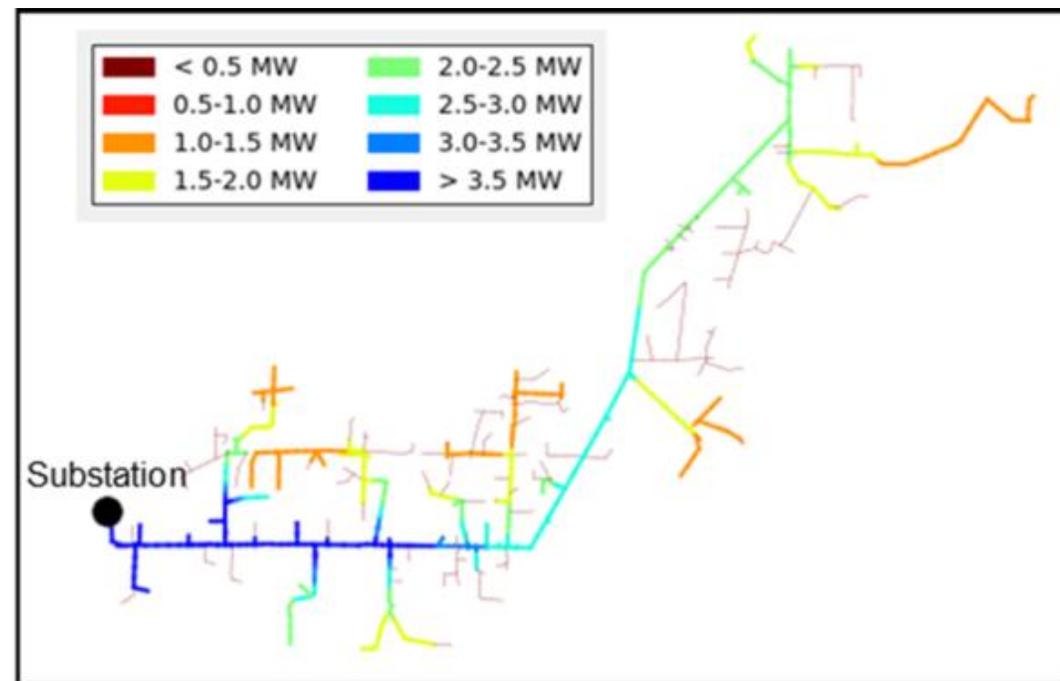
---

Publicación de mapas sobre CA

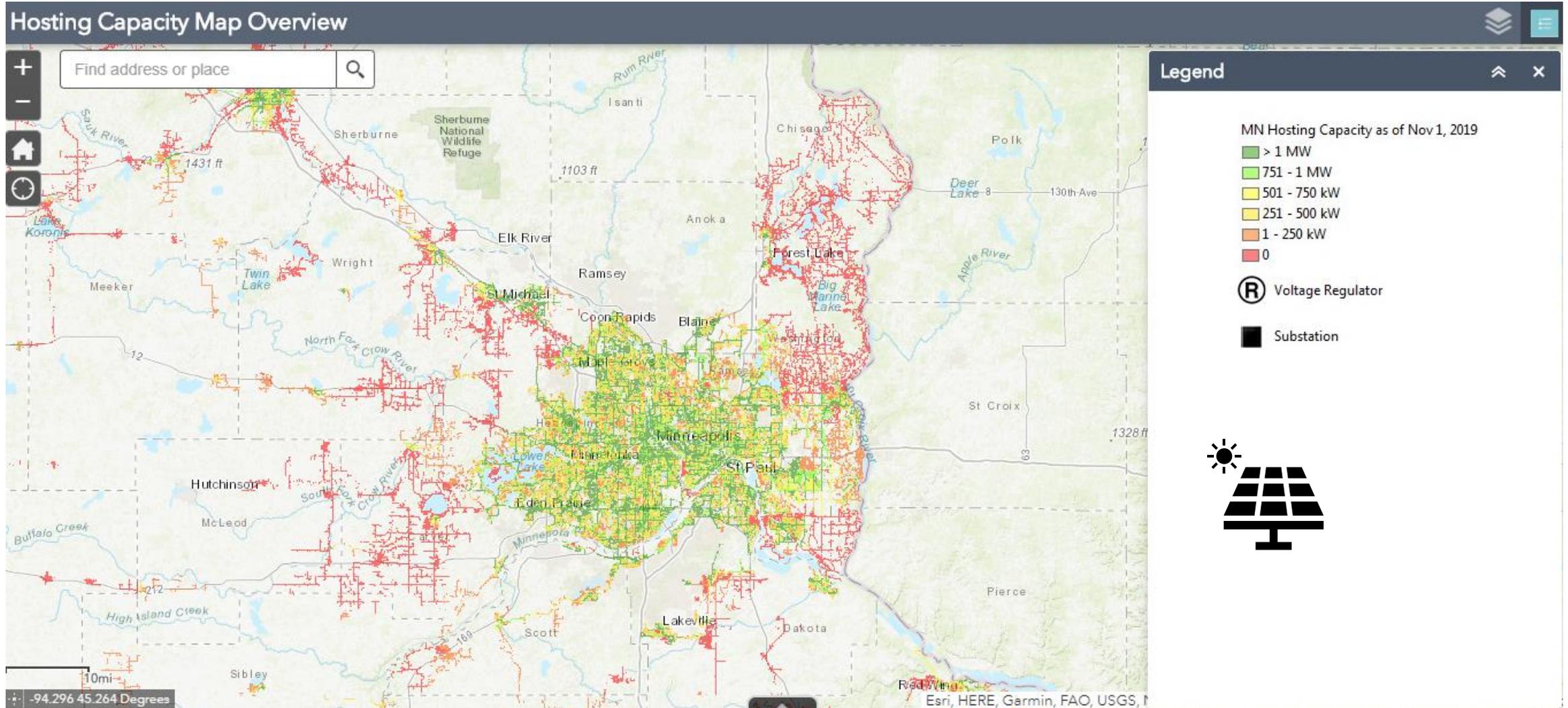
---

## La capacidad de alojamiento es cambiante en el circuito y variable en el tiempo

- Las capacidades de alojamiento varían a lo largo del circuito. Por ejemplo, al inicio de un circuito se puede instalar más RD, pero en la cola de los circuitos la capacidad se puede reducir considerablemente. Además, estas capacidades no se mantienen constantes en el tiempo debido a posibles cambios topológicos en el circuito, cambios en carga y generación, entre otros, por lo que se deben estimar con cierta periodicidad.

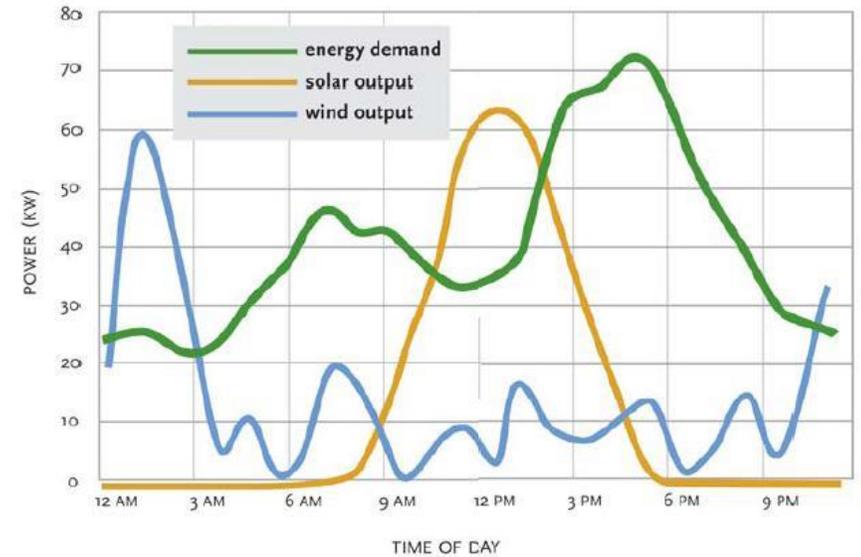


# Capacidad de alojamiento (CA)

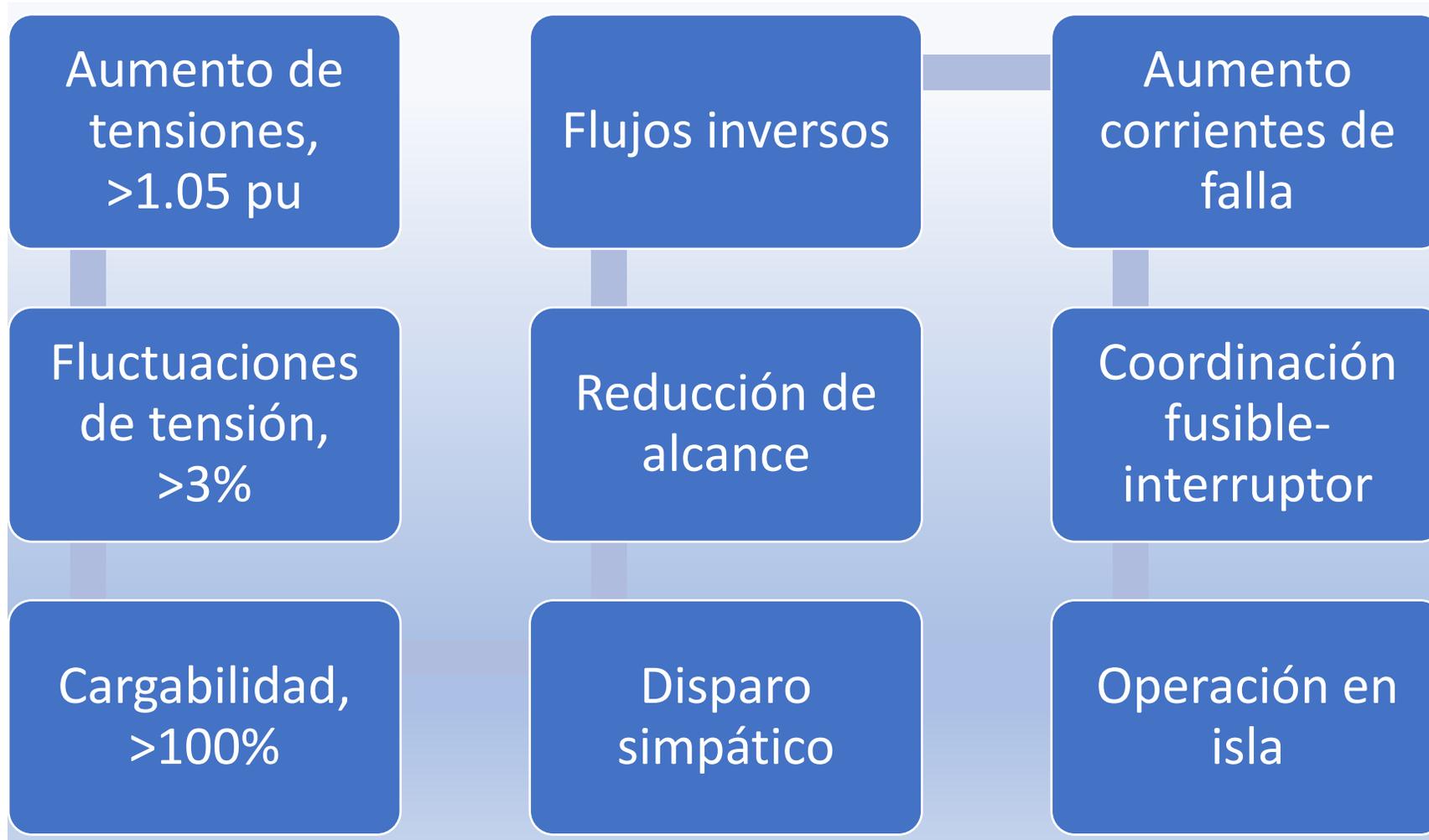


## Aspectos que afectan la capacidad de alojamiento

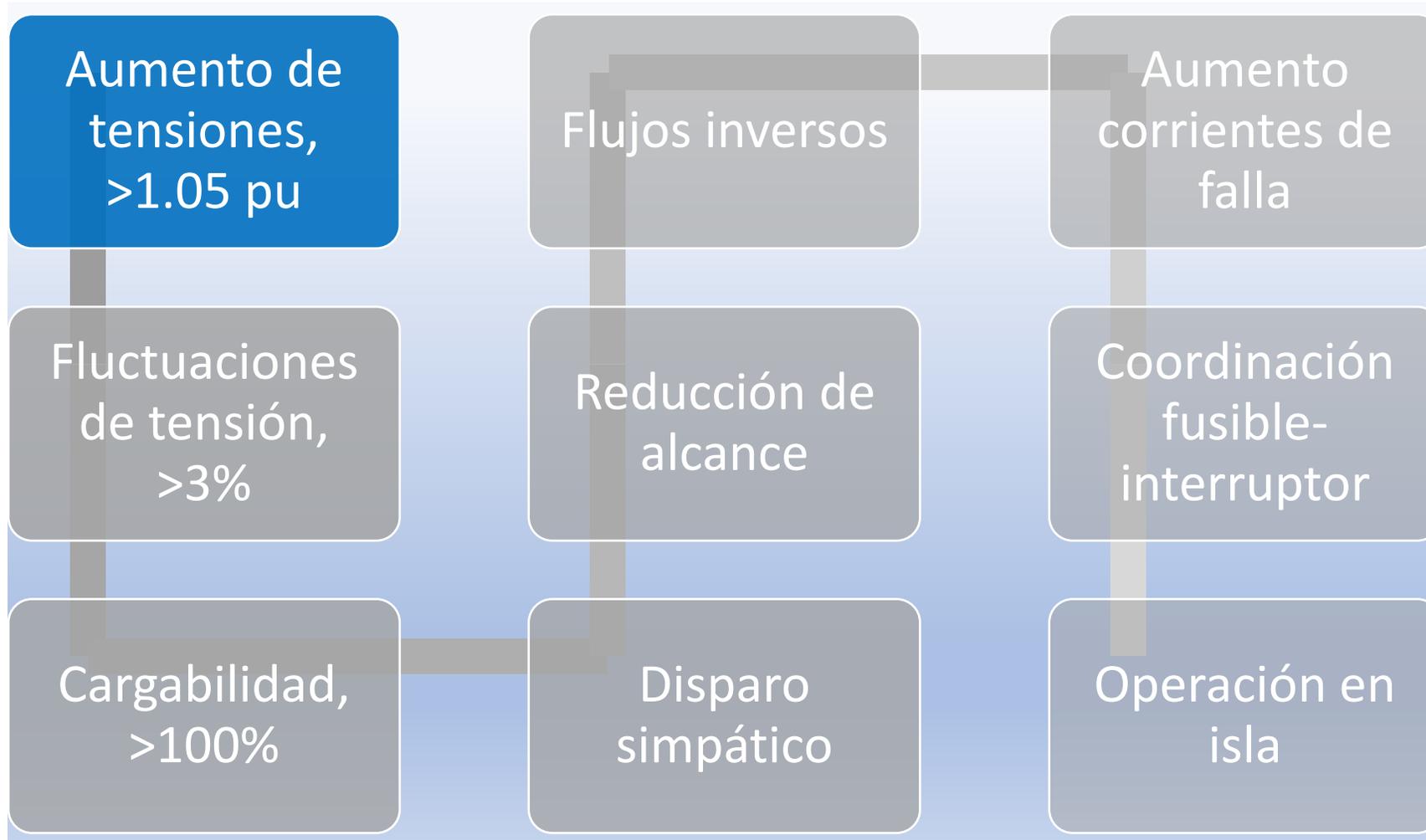
- Los principales factores que definen la cantidad de RD que pueden ser instalados en un circuito de distribución sin necesidad de realizar adecuaciones o modificaciones al sistema de distribución son:
  - Localización y comportamiento de la demanda del circuito.
  - Localización y comportamiento de la generación en el circuito.
  - La topología y características del circuito.



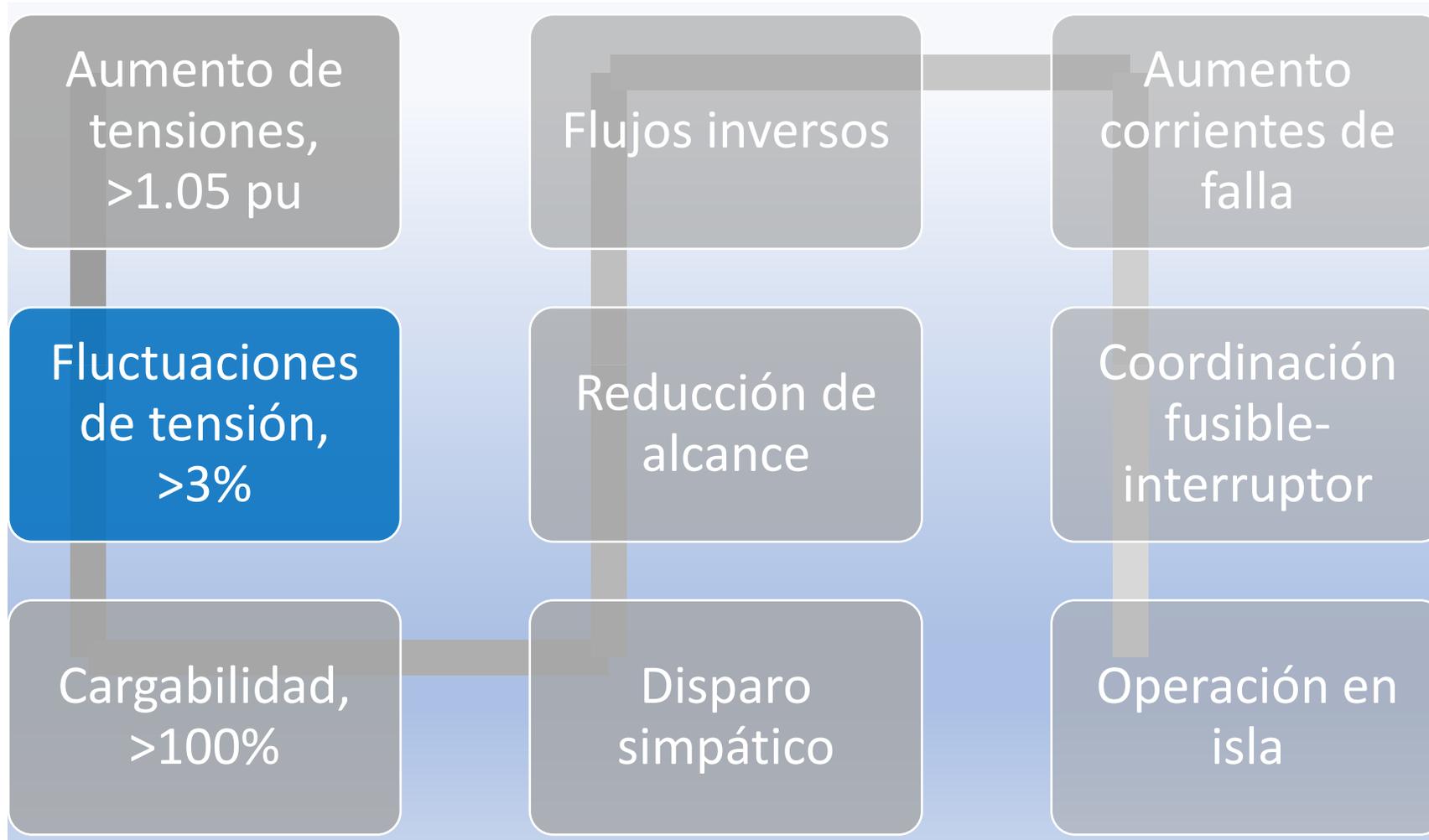
## Criteria for CA determination



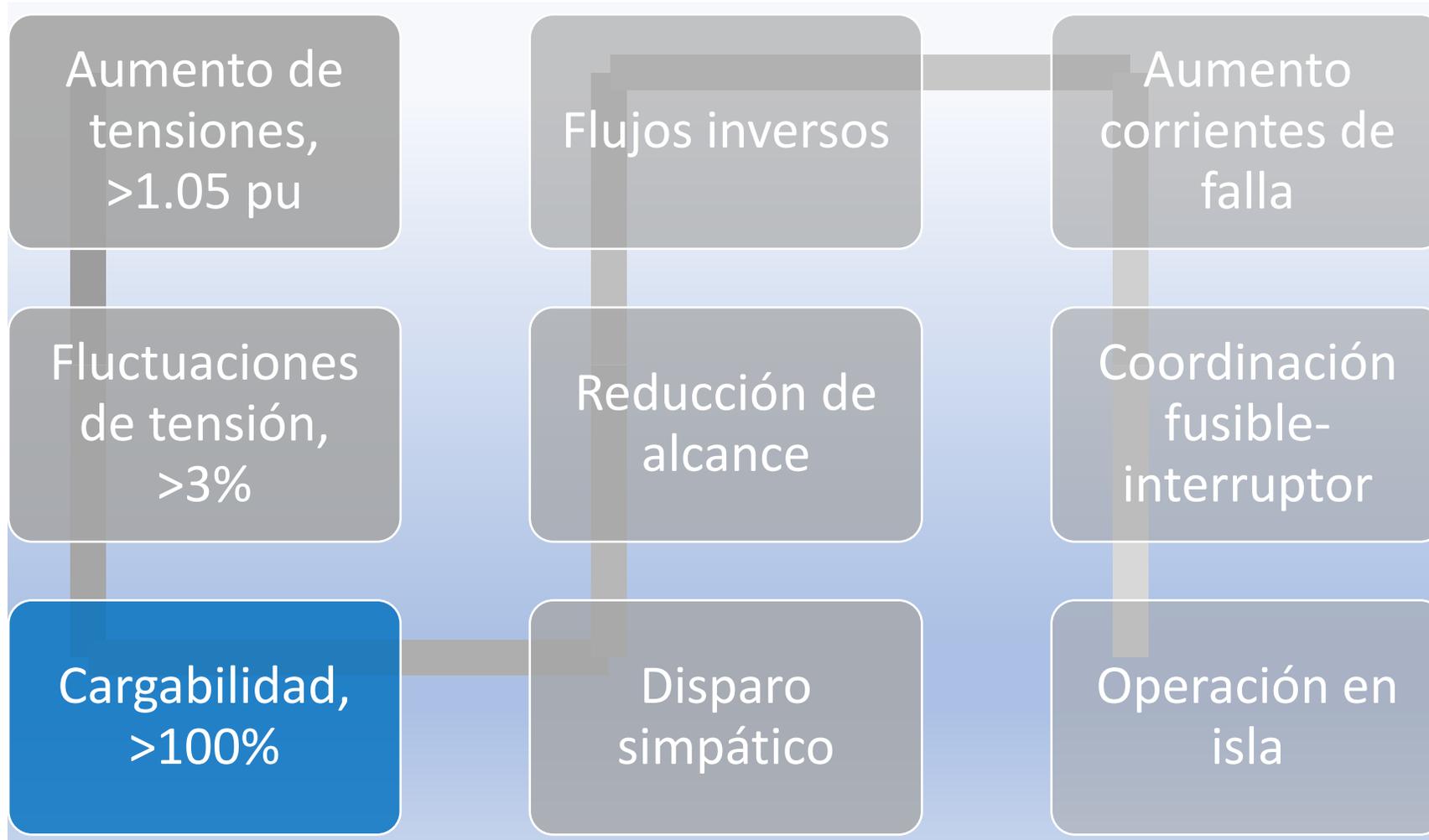
## Criterios para determinación CA



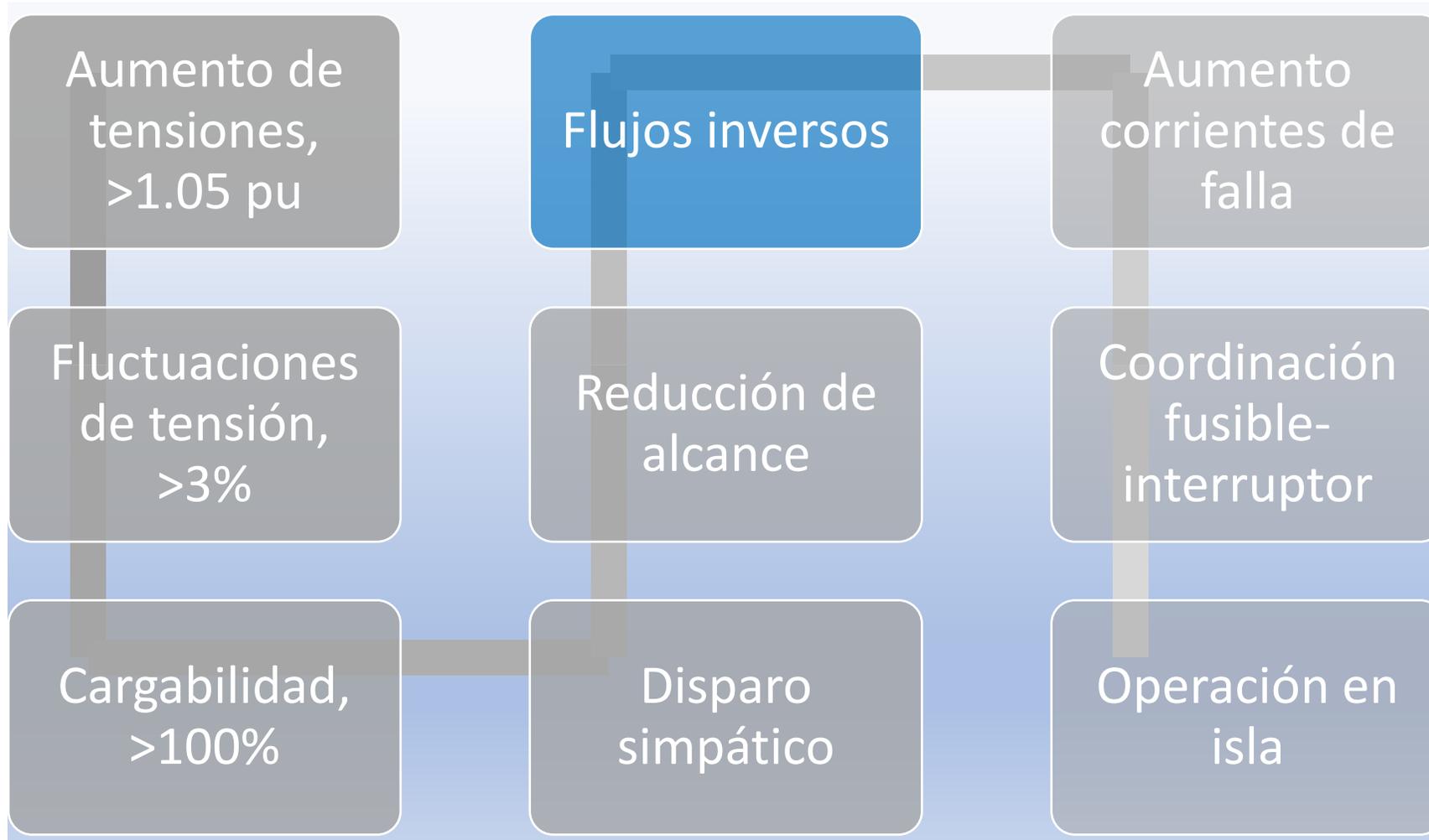
## Criterios para determinación CA



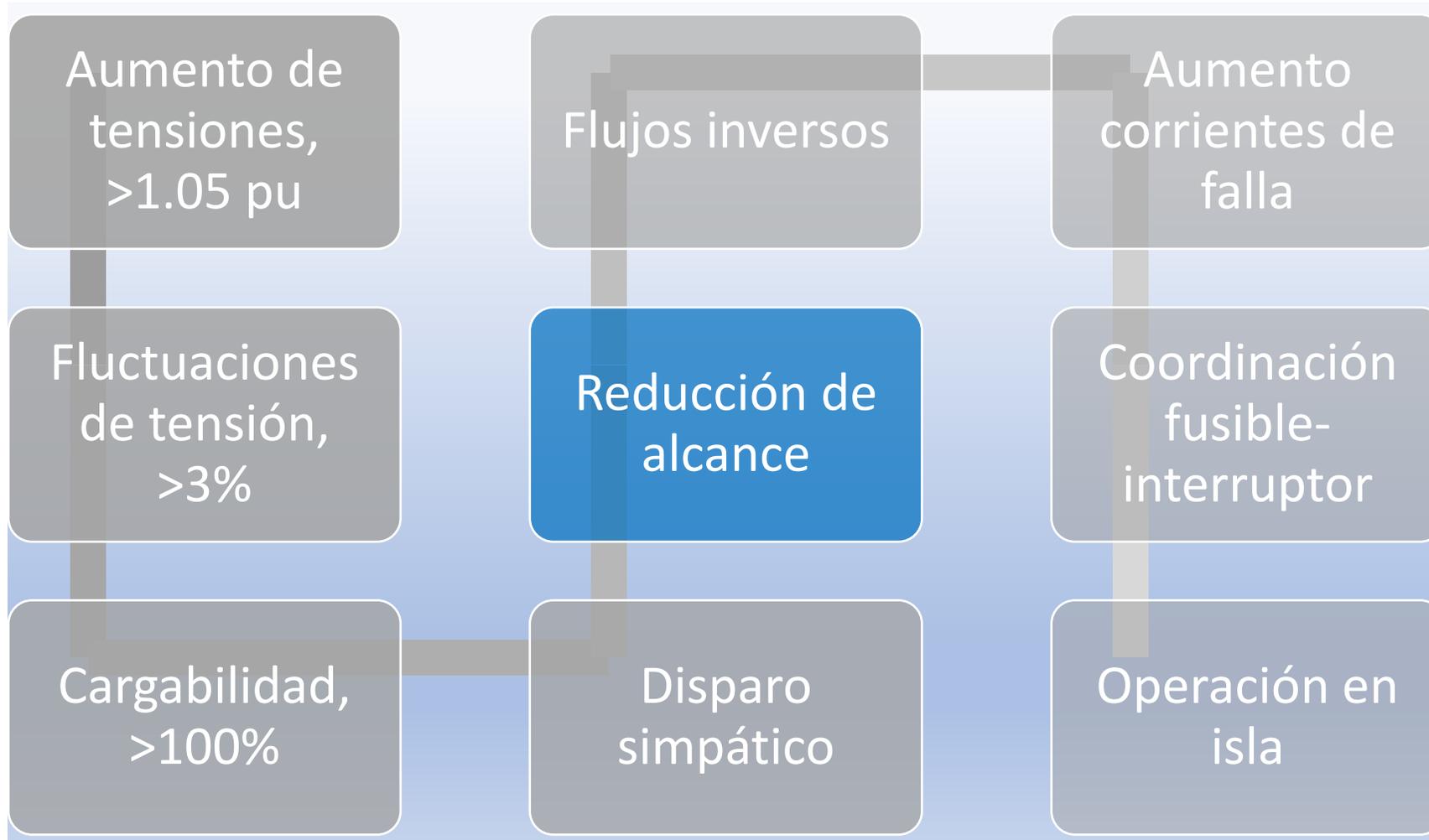
## Criterios para determinación CA



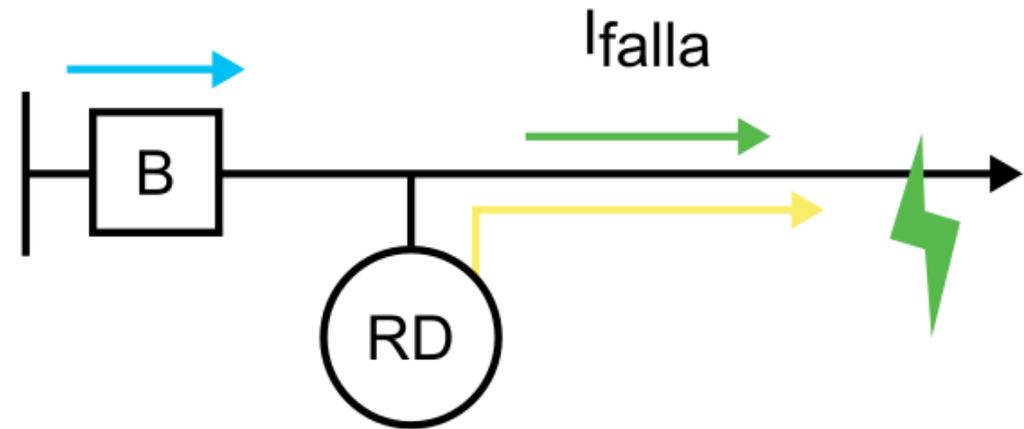
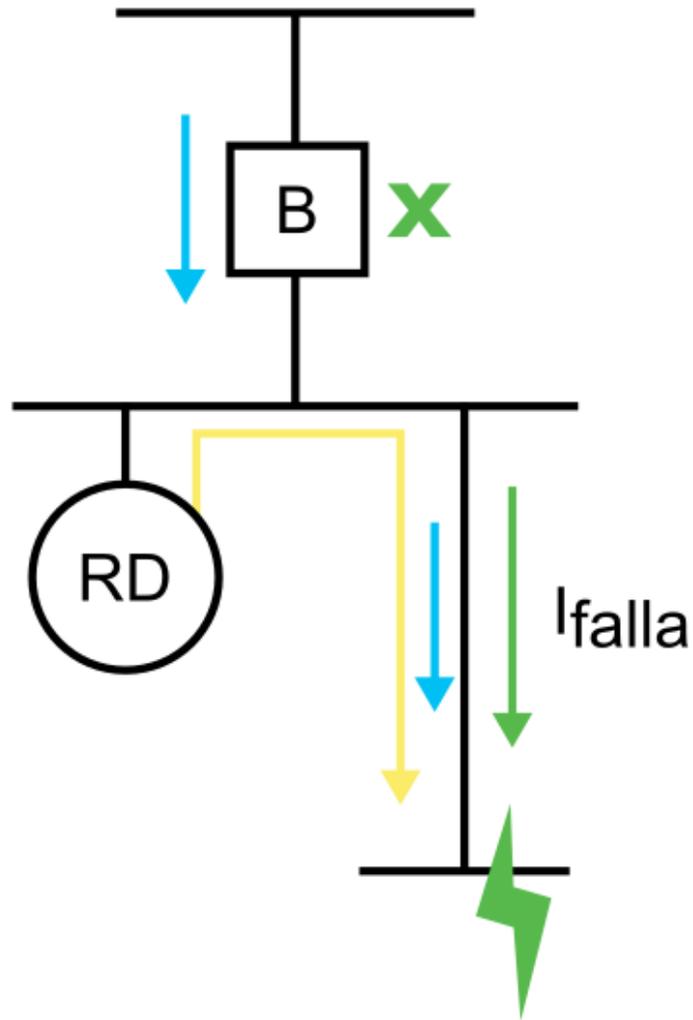
## Criterios para determinación CA



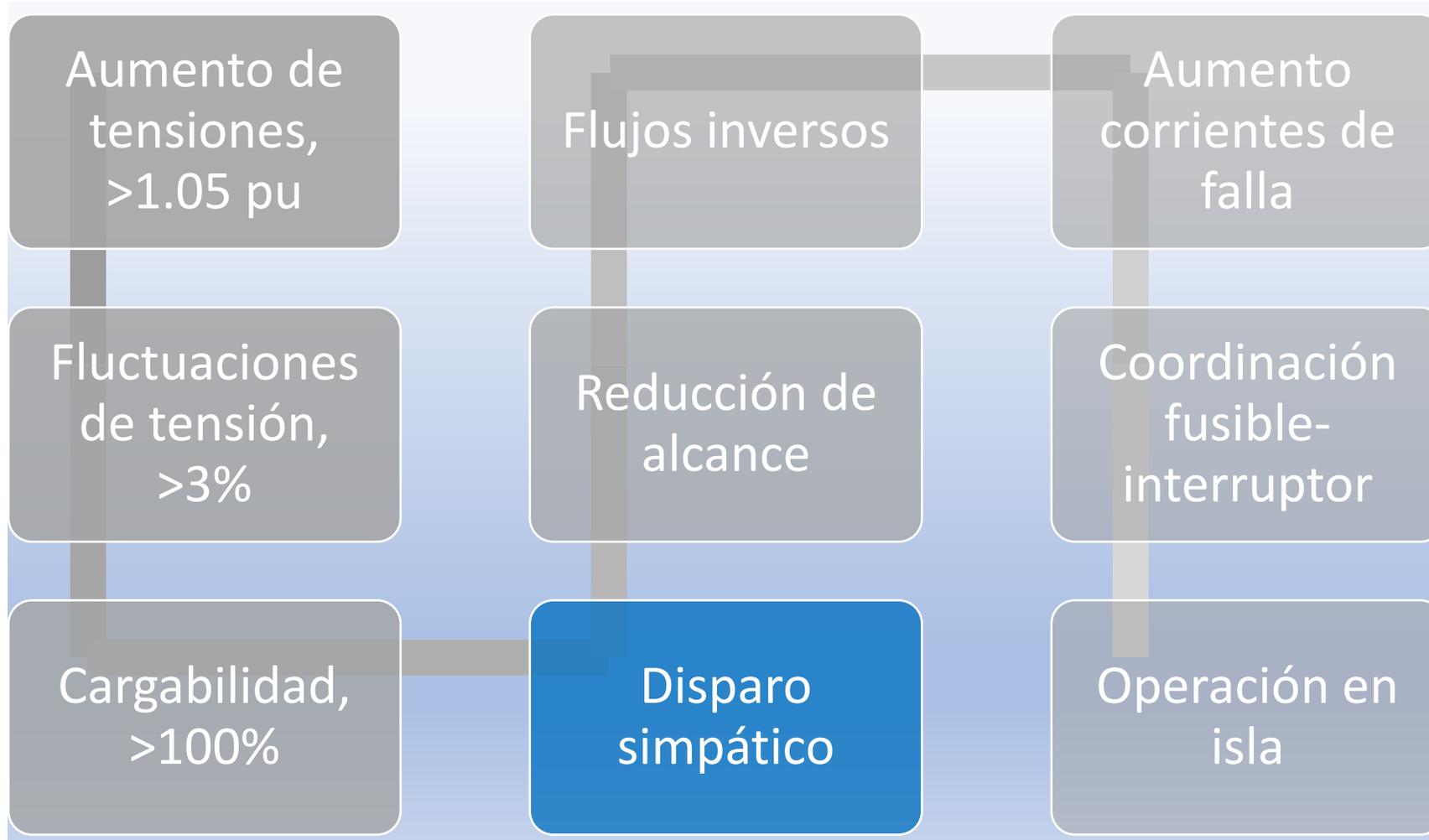
## Criterios para determinación CA



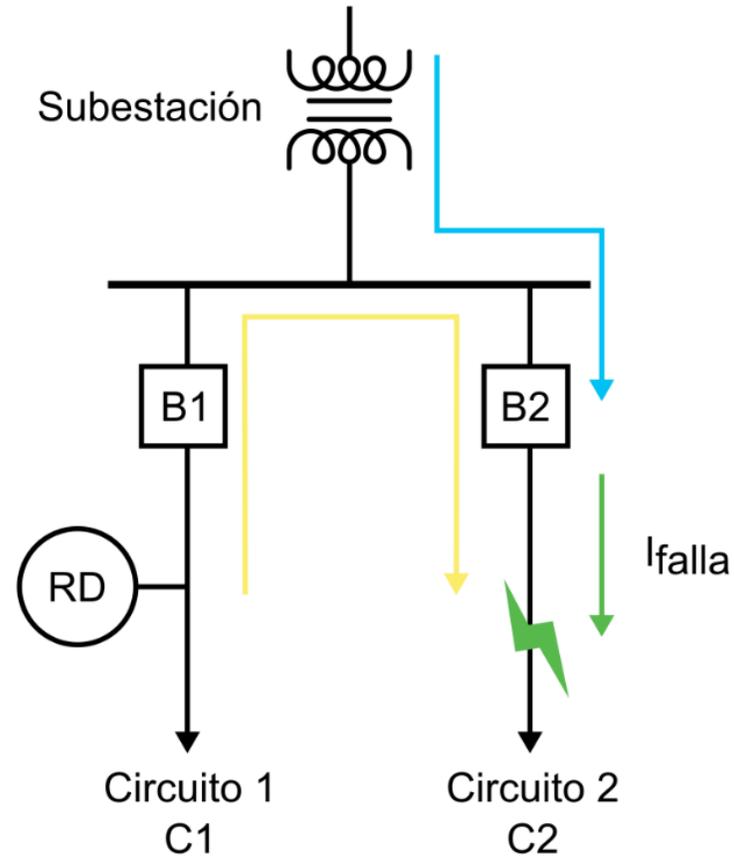
## Criterios para determinación CA: *Reducción de alcance*



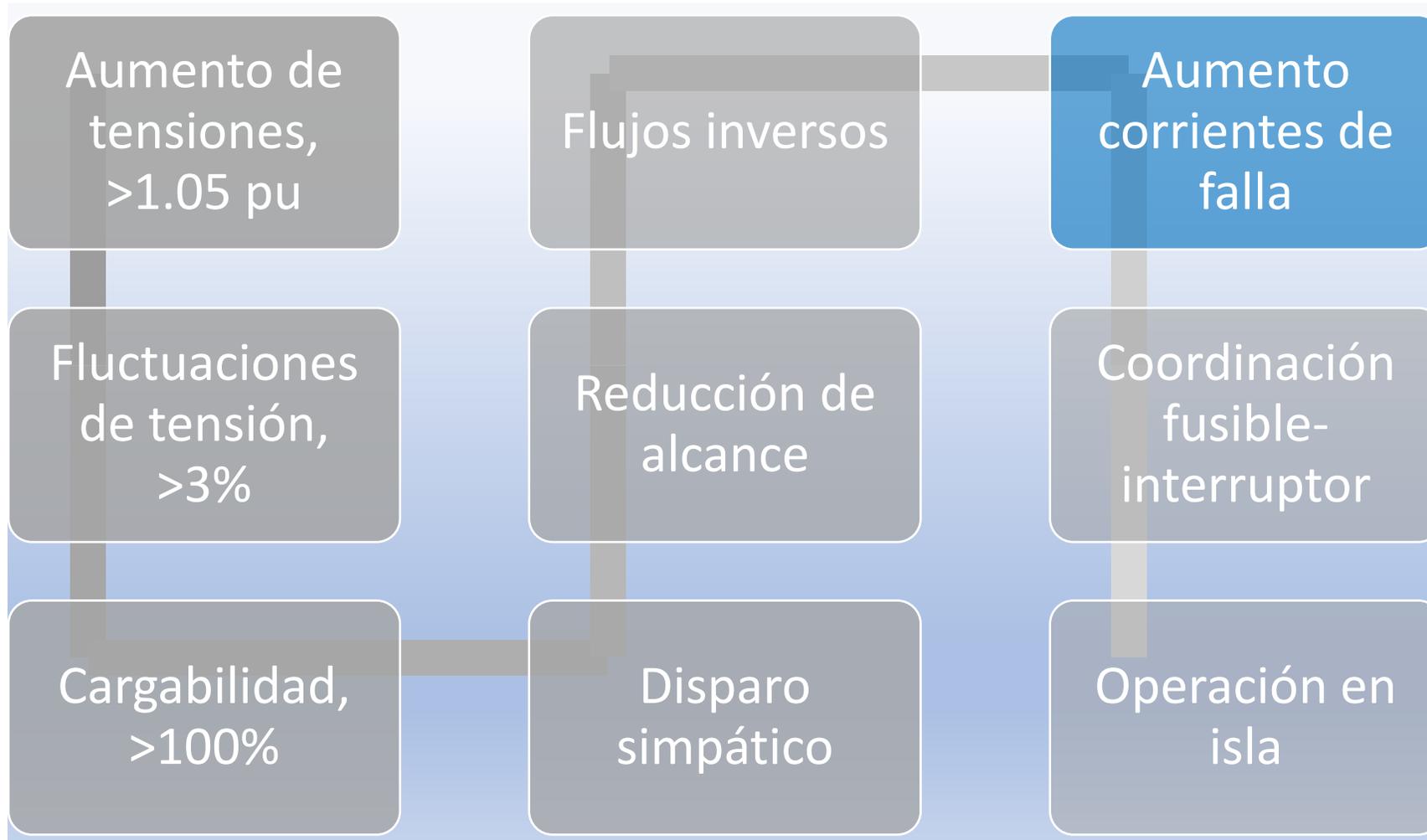
## Criterios para determinación CA



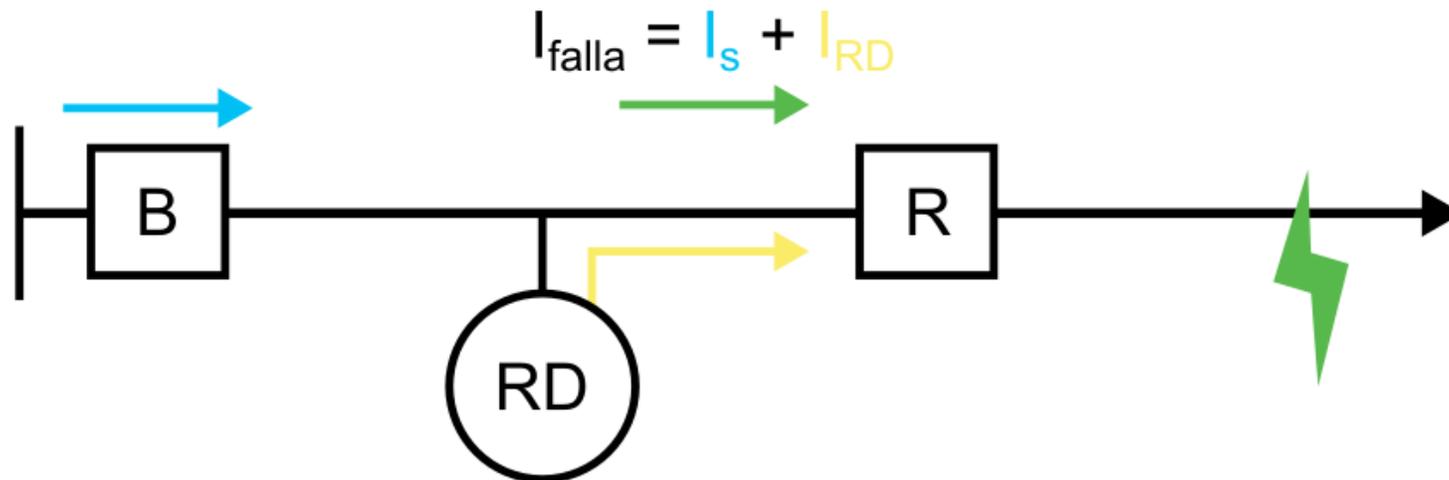
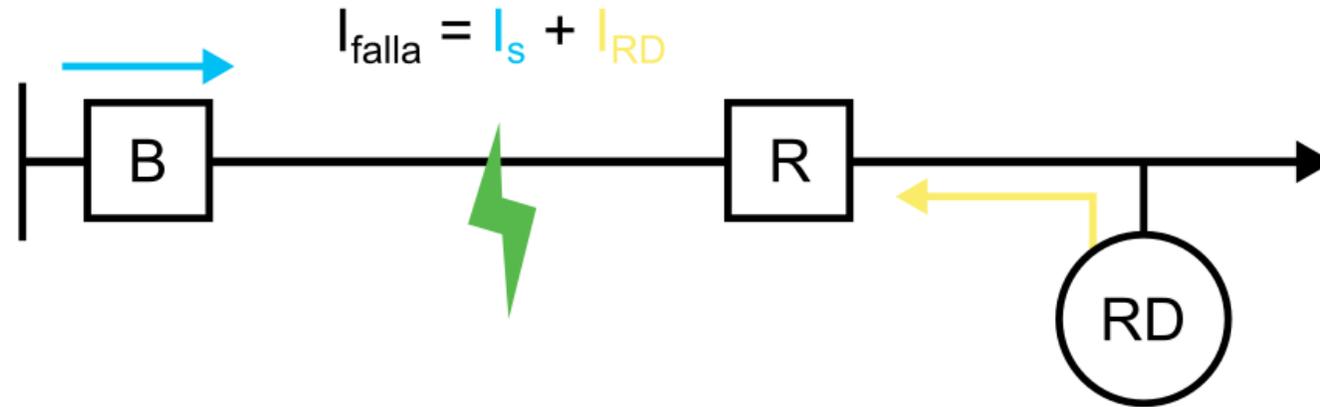
# Crterios para determinación CA: *Disparo simpático*



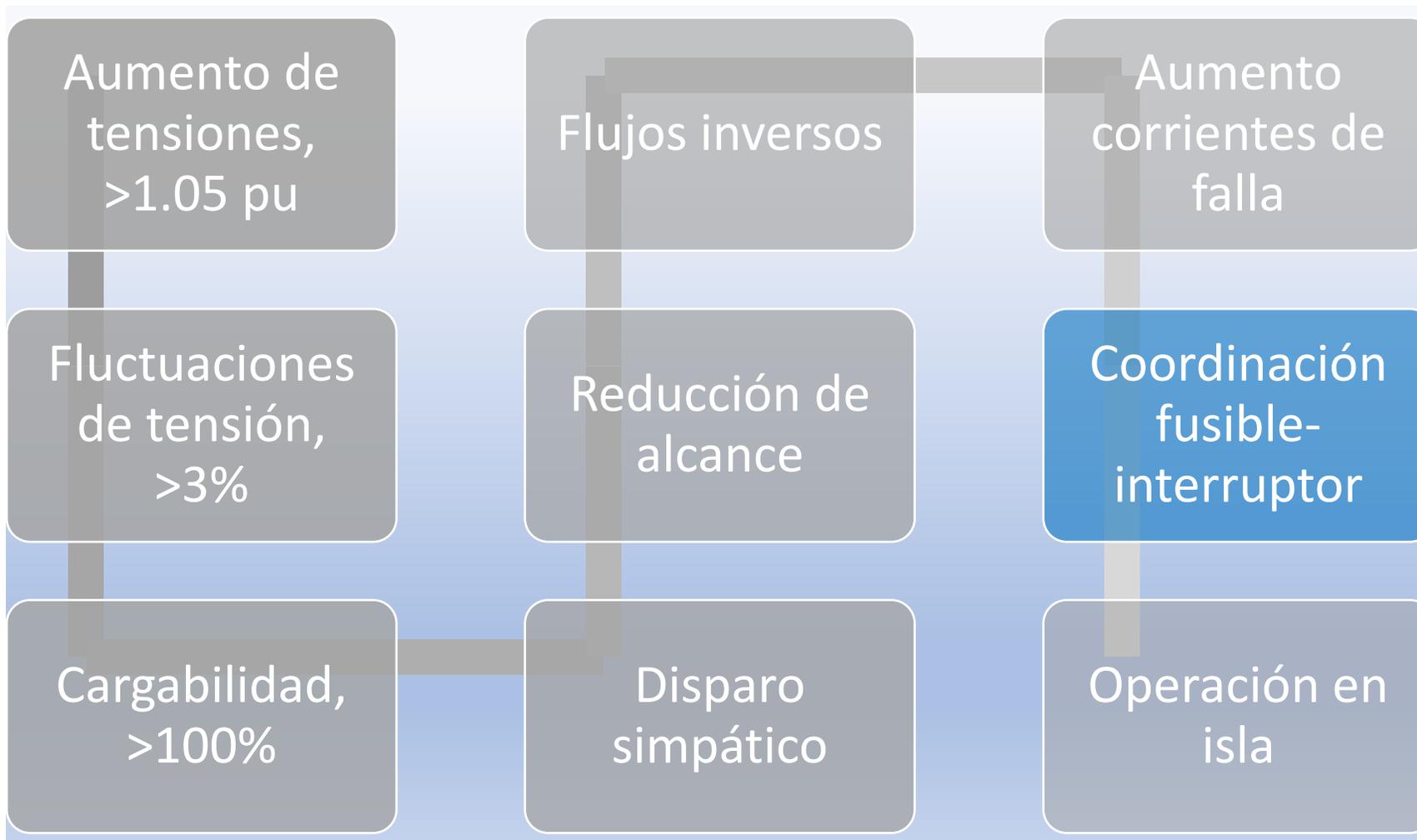
## Criterios para determinación CA



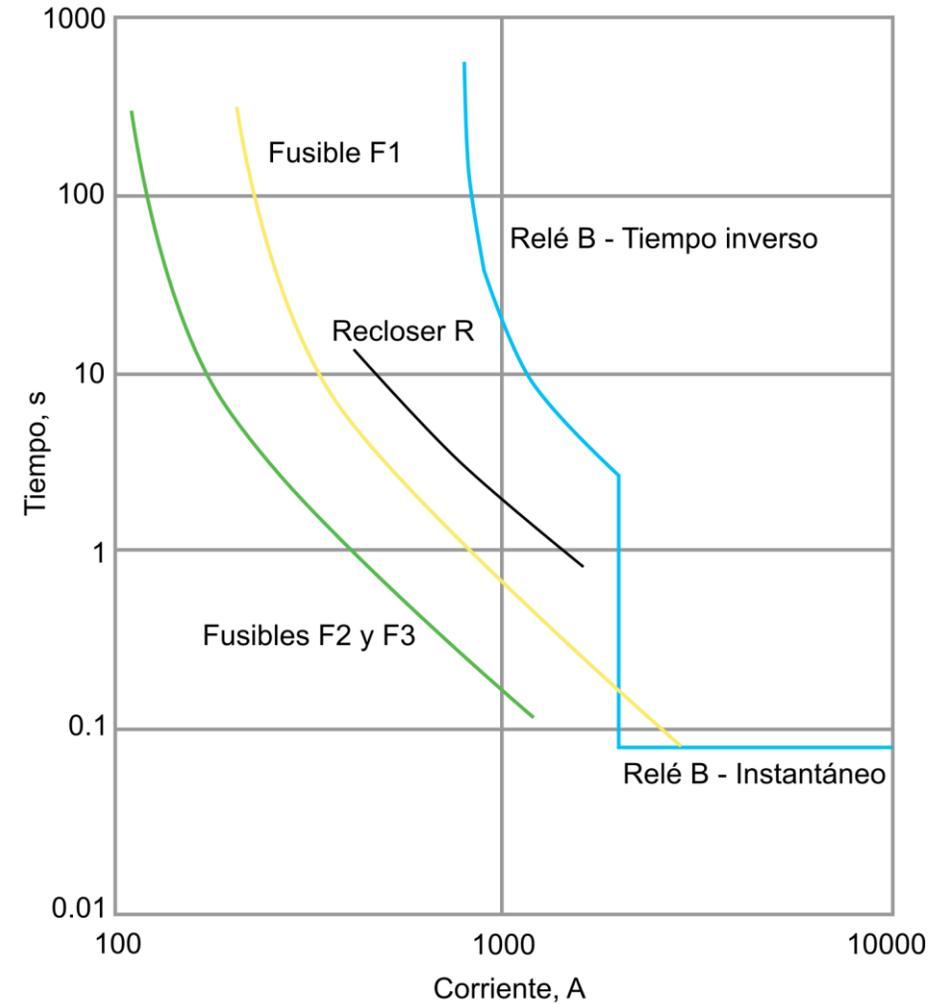
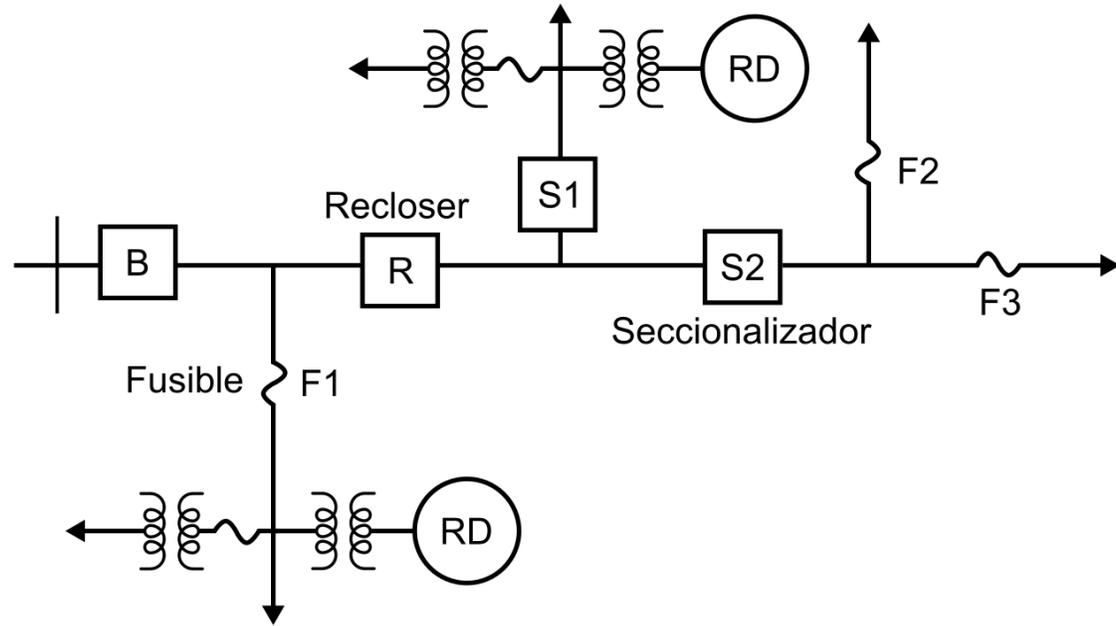
## Criterios para determinación CA: *Aumento I falla*



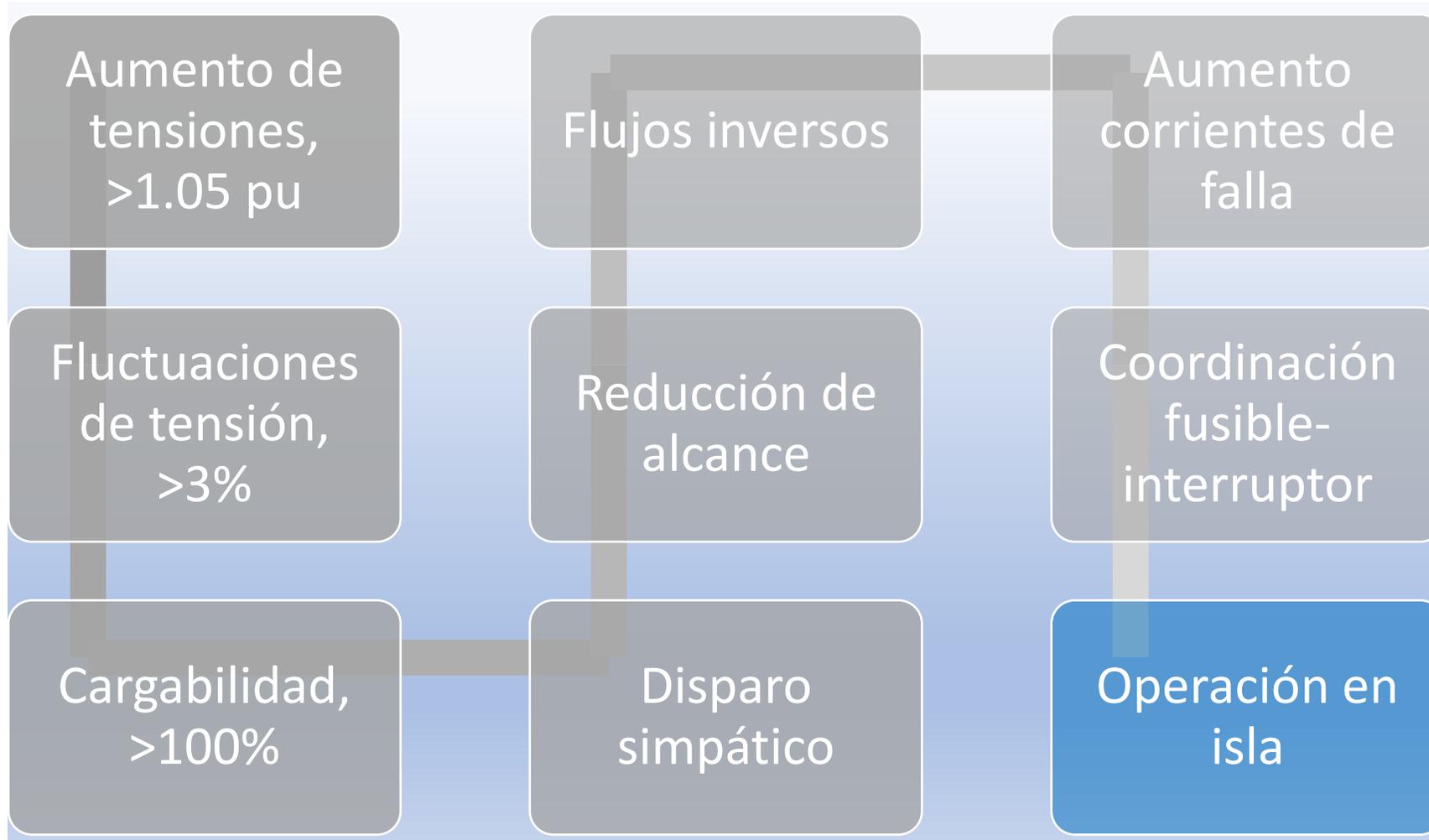
## Criterios para determinación CA



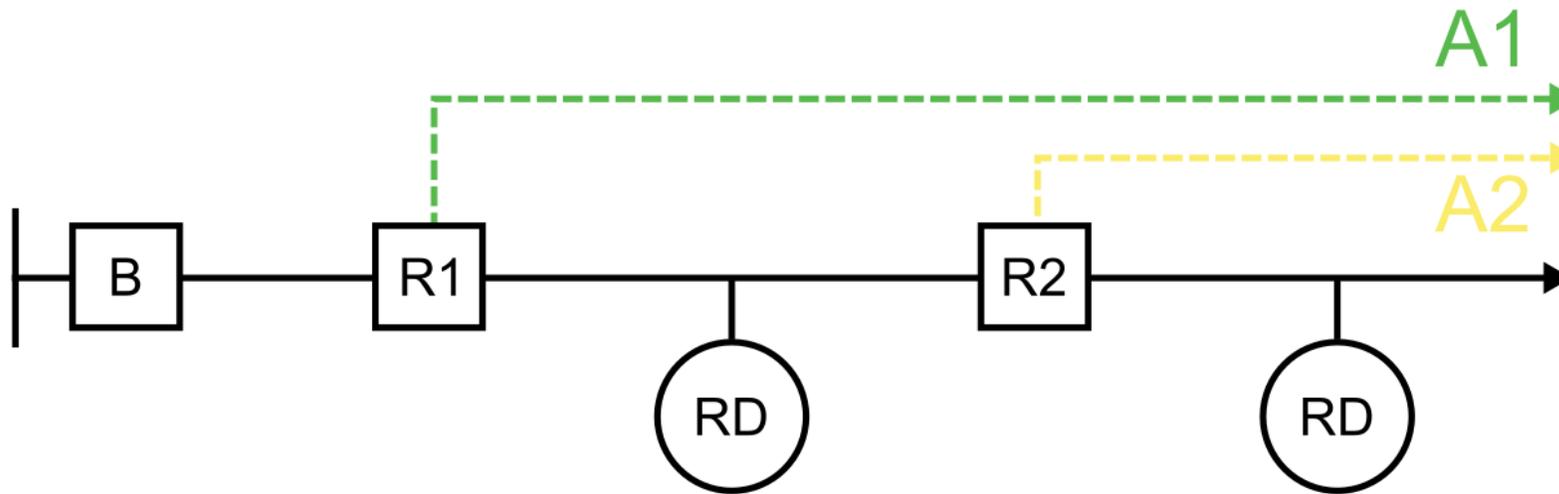
# Criterios para determinación CA: *Coordinación fusible-interruptor*



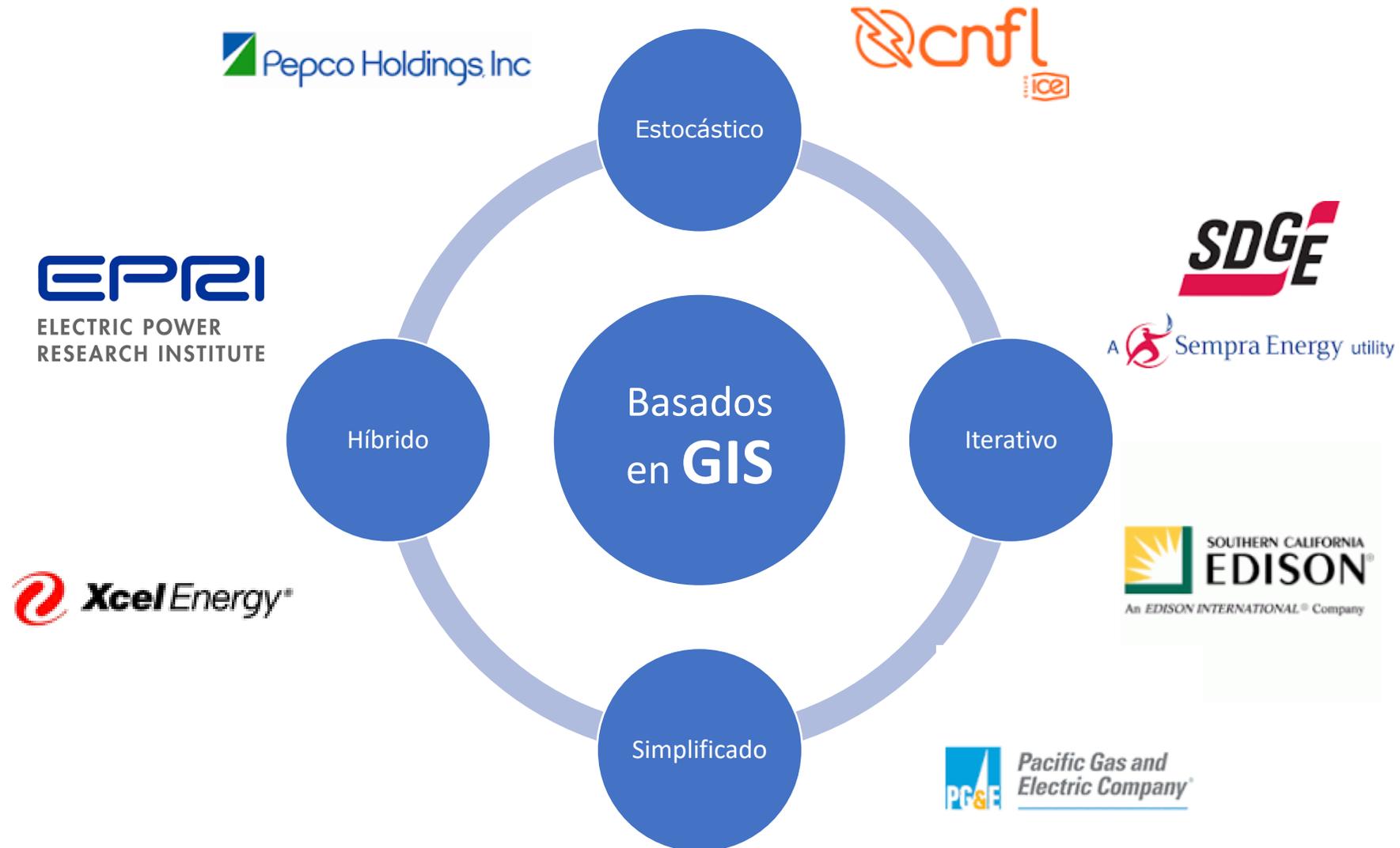
## Criterios para determinación CA



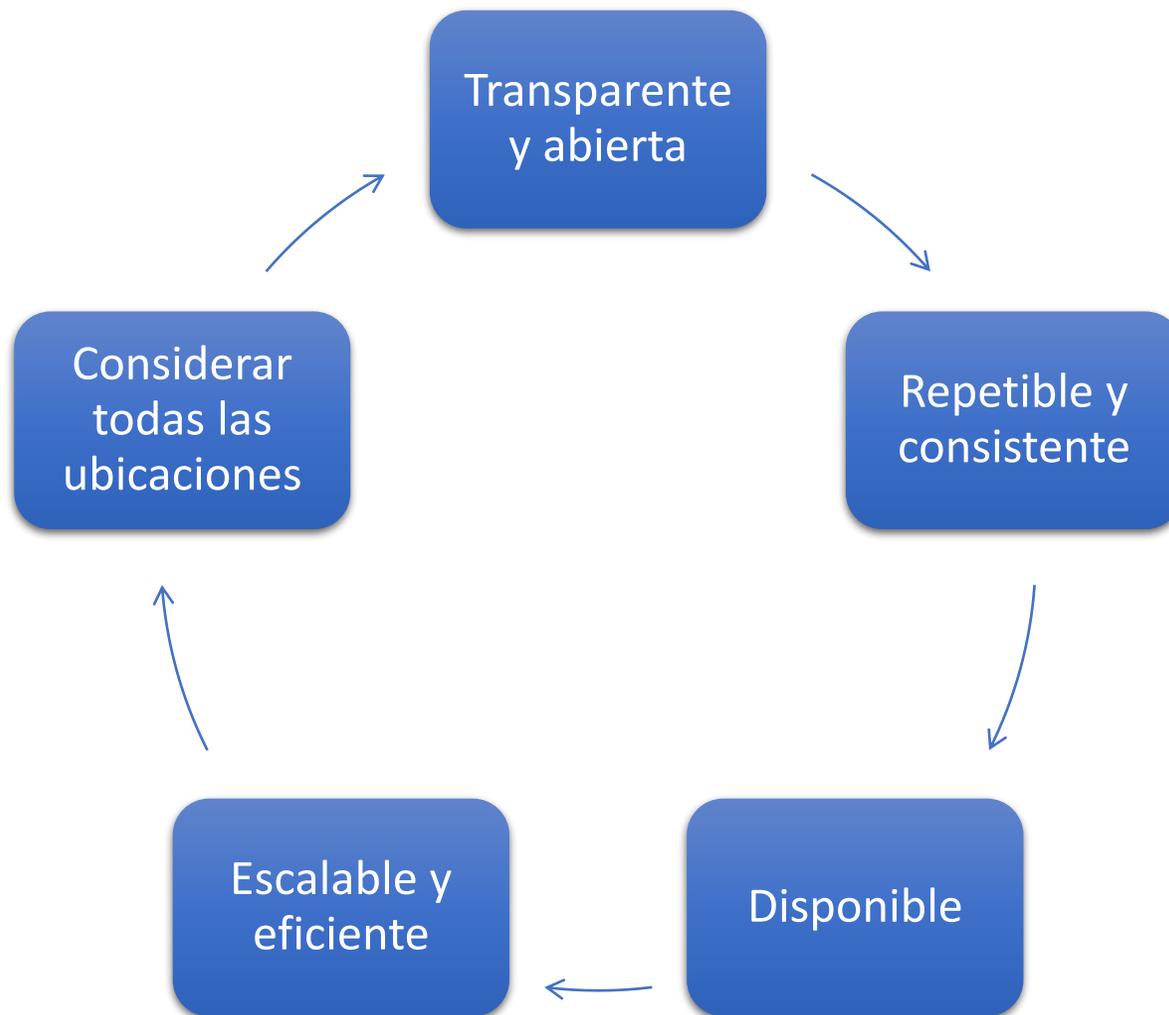
## Criterios para determinación CA: *Operación en isla*



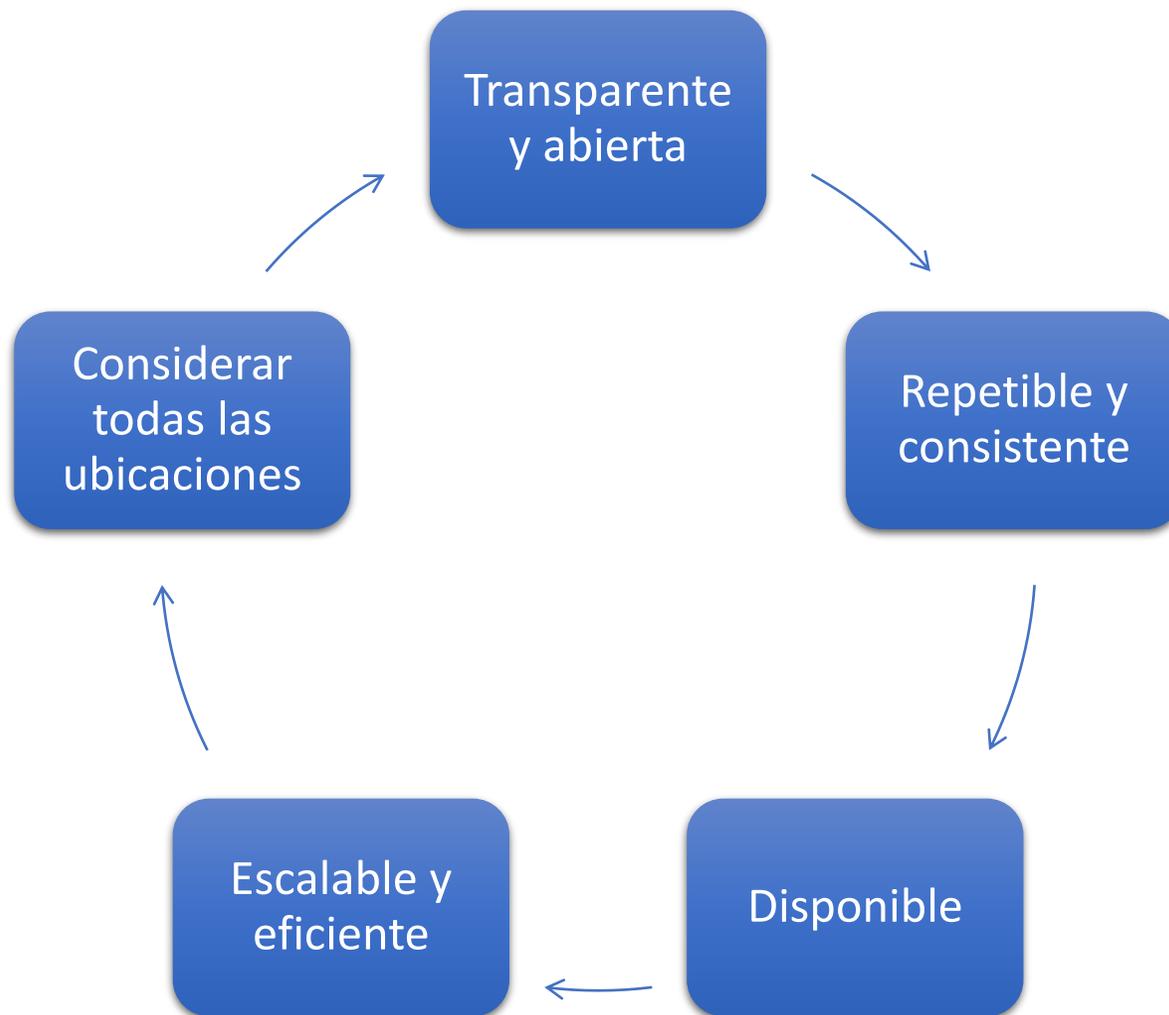
# Metodologías estimación CA



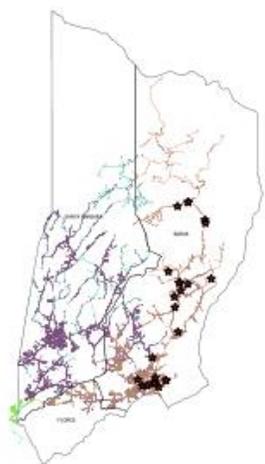
## Metodología estimación CA



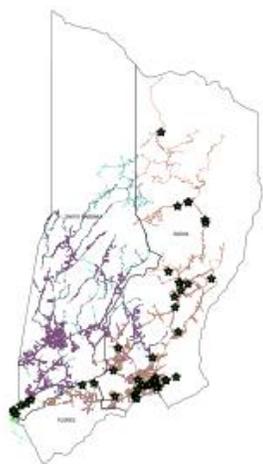
## Metodología estimación CA



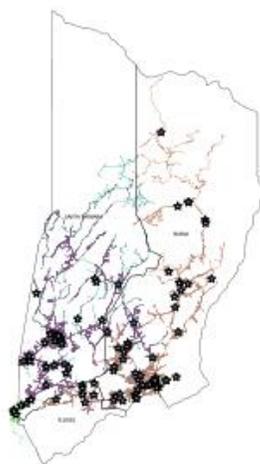
# Método estocástico



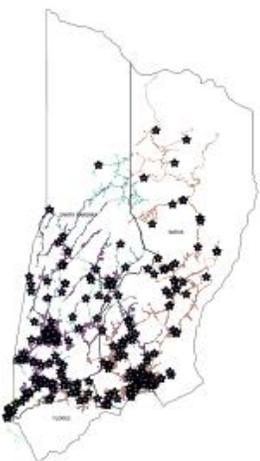
(a) 500 kW.



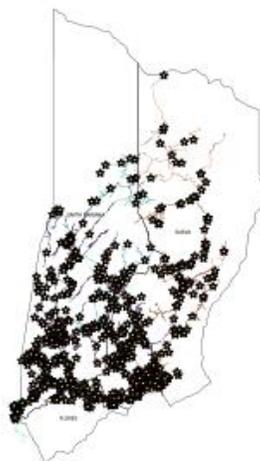
(b) 1000 kW.



(c) 2000 kW.

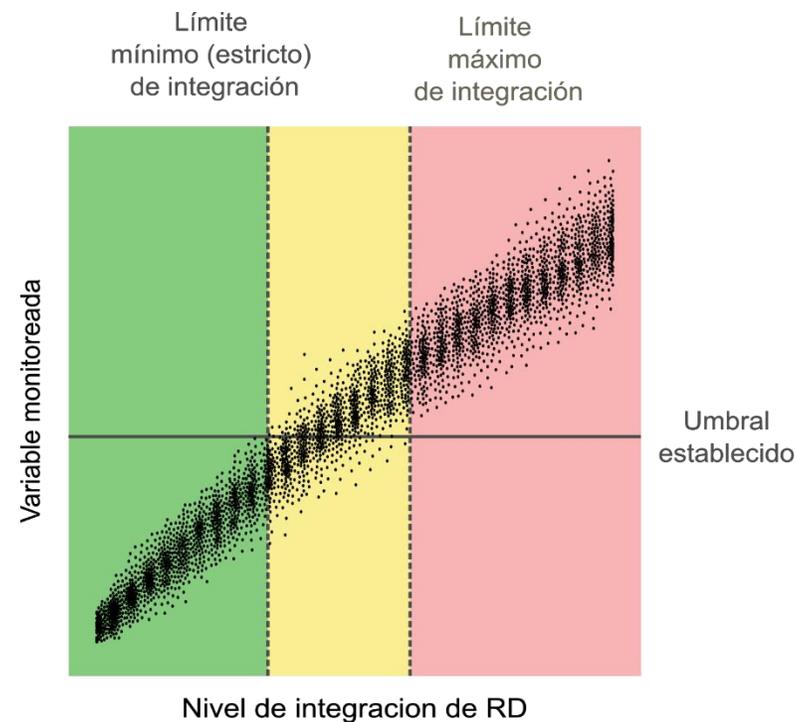


(d) 4000 kW.



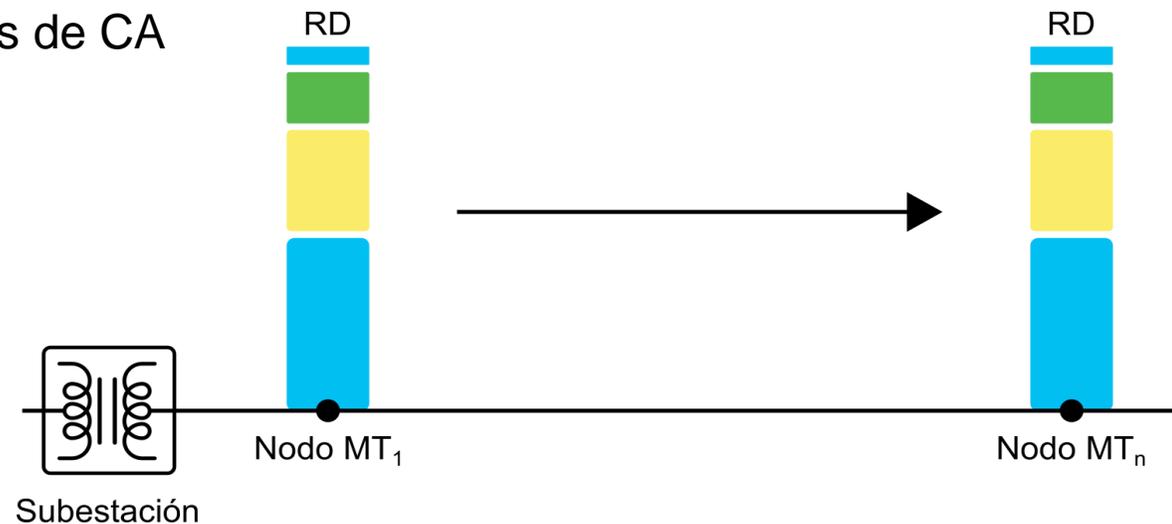
(e) 8000 kW.

Alta demanda computacional y tiempos de ejecución



## Método iterativo

- Solo se analiza MT
- Ideal para análisis de RD de gran escala
- Se analizar 576 escenarios de carga/generación (2 días/mes, 24 horas)
- Se evalúa un nodo a la vez. No se analiza instalación simultánea en varios nodos
- Para cada incremento de RD se evalúan los criterios de CA



## Método Simplificado

- Solo se analiza MT
- Considerado como método heurístico (sin simulaciones explícitas de los RD en circuito)
- Basado en ecuaciones y un flujo de potencia inicial (se consideran 576 escenarios)
- Presenta deficiencias de exactitud particularmente en circuitos con topologías complejas.

Determinación CA por tensiones altas en MT

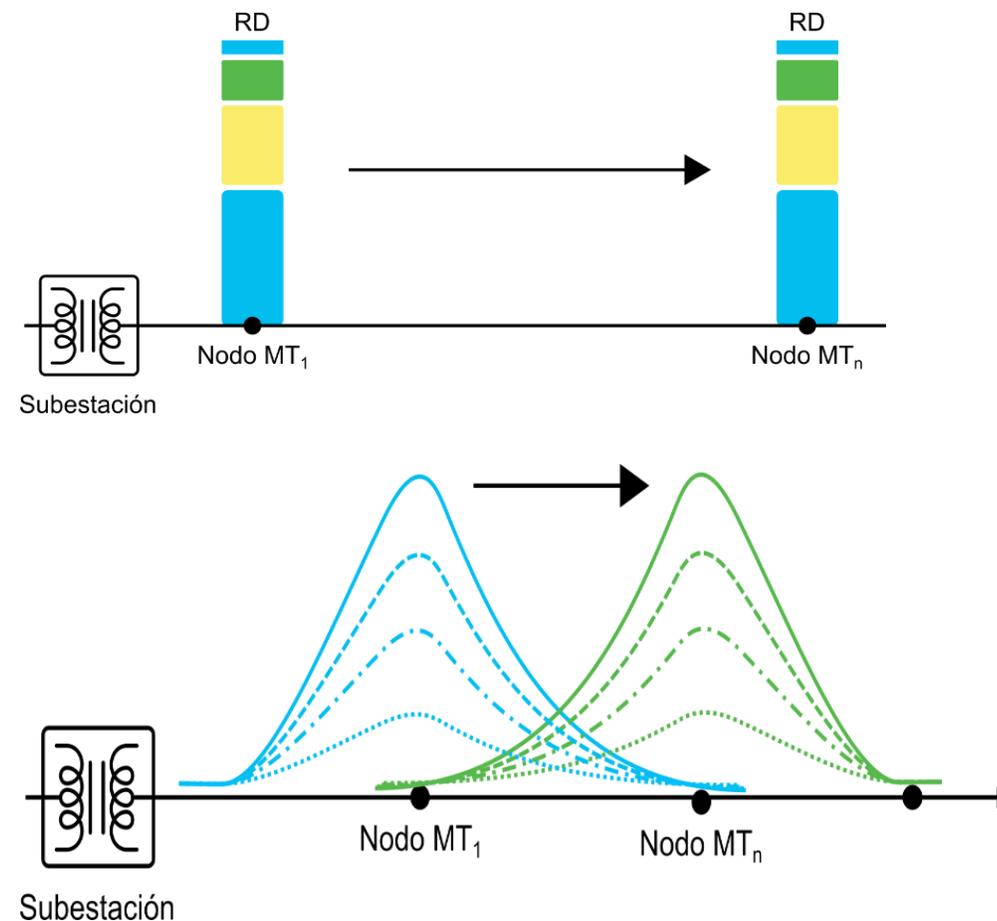
$$kW_{limit} = \frac{|1.05 - V_n^{pu}| V_{LL}^2}{(R \cdot PF_{DER} + X \cdot \sin(\cos^{-1}(PF_{DER})))} PF_{DER}$$

# Método Híbrido

**DRIVE** Basado en 2 niveles de carga  
Solo se consideran condiciones extremas para evitar demanda computacional del Simplificado e Iterativo.

- Gran escala centralizado
- Gran escala distribuido
- Pequeña escala distribuido
- No se analizan impactos en BT**

Método no es del todo transparente  
No realiza simulaciones de los RD en el circuito  
Basado en ecuaciones y método heurístico



<https://www.epri.com/pages/sa/drive?lang=en>

[Streamlined Method for Determining Distribution System Hosting Capacity](#)

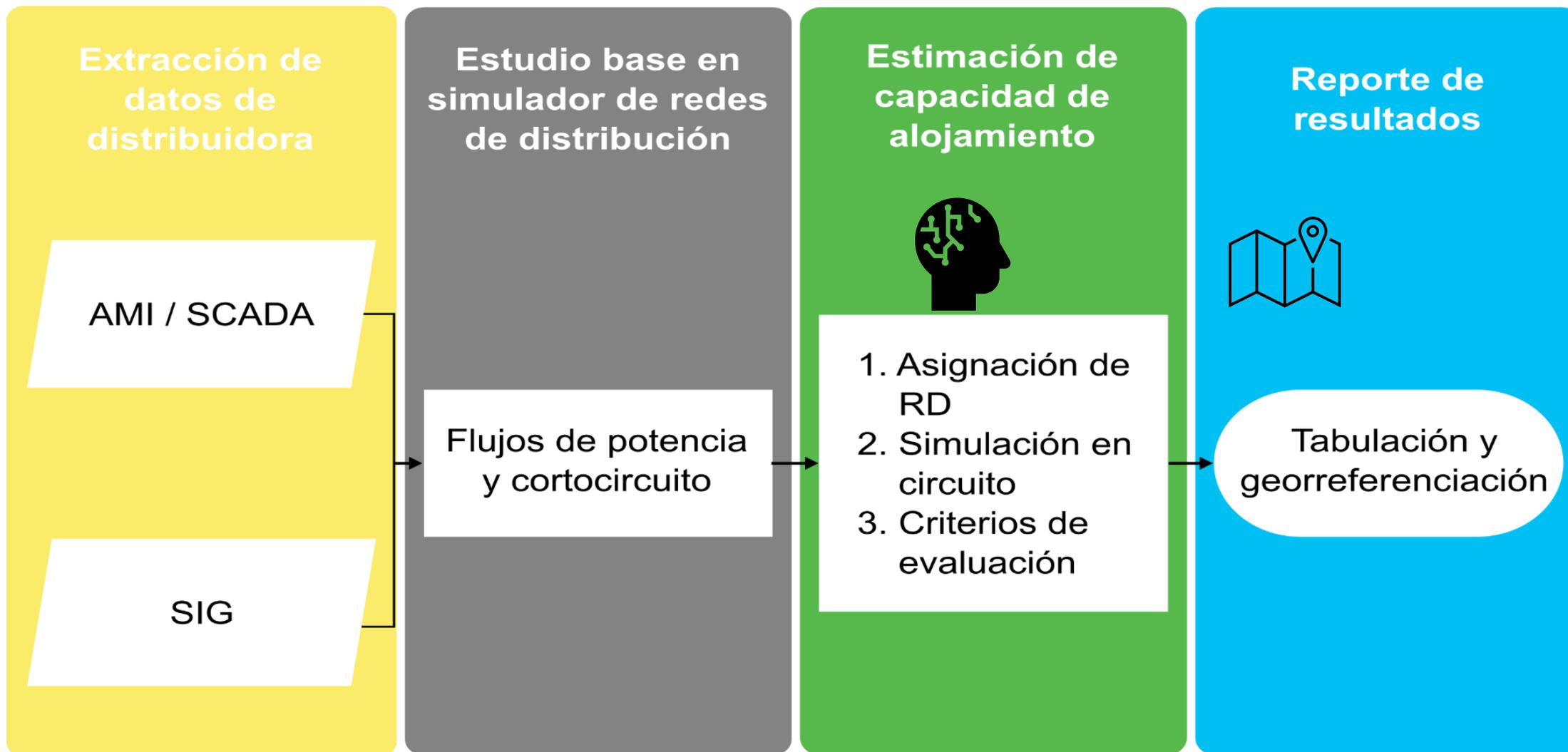
[A New Method for Characterizing Distribution System Hosting Capacity for Distributed Energy Resources: A Streamlined Approach for Solar Photovoltaics](#)

## Comparación de metodologías

Categoría	Criterio	Estocástico	Iterativo	Simplificado	Híbrido
<b>Tensión</b>	Sobretensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Baja tensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Desviación de tensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Desviación de tensión del regulador	✓	✗	✗	✓
	Sobretensión en el secundario	✓	✗	✗	✗
<b>Térmico</b>	Carga RD (demanda)	✗	✓	✓	✓
	Descarga RD (generación)	✓	✓	✓	✓
<b>Protección</b>	Aumento de corriente de falla	✓	✓	✓	✓
	Disparo (simpático) indebido	✓	✗	✗	✓
	Reducción de alcance	✓	✓	✓	✓
	Flujos de potencia inversos	✓	✓	✓	✓
	Operación en isla	✓	✓	✓	✓

Categoría	Criterio	Estocástico	Iterativo	Simplificado	Híbrido
<b>Tecnologías RD</b>	Solar	✓	✓	✓	✓
	Almacenamiento	✗	✓	✓	✓
	Eólico	✗	✓	✓	✓
	Celda de combustible	✗	✓	✓	✓
	Sincrónicos	✗	✓	✓	✓
	Portafolios RD	✗	✓	✓	✗
<b>Escenarios RD</b>	Gran escala centralizado	✗	✓	✓	✓
	Gran escala distribuido	✓	✗	✗	✓
	Pequeña escala centralizado	✗	✗	✗	✗
	Pequeña escala distribuido	✓	✗	✗	✓

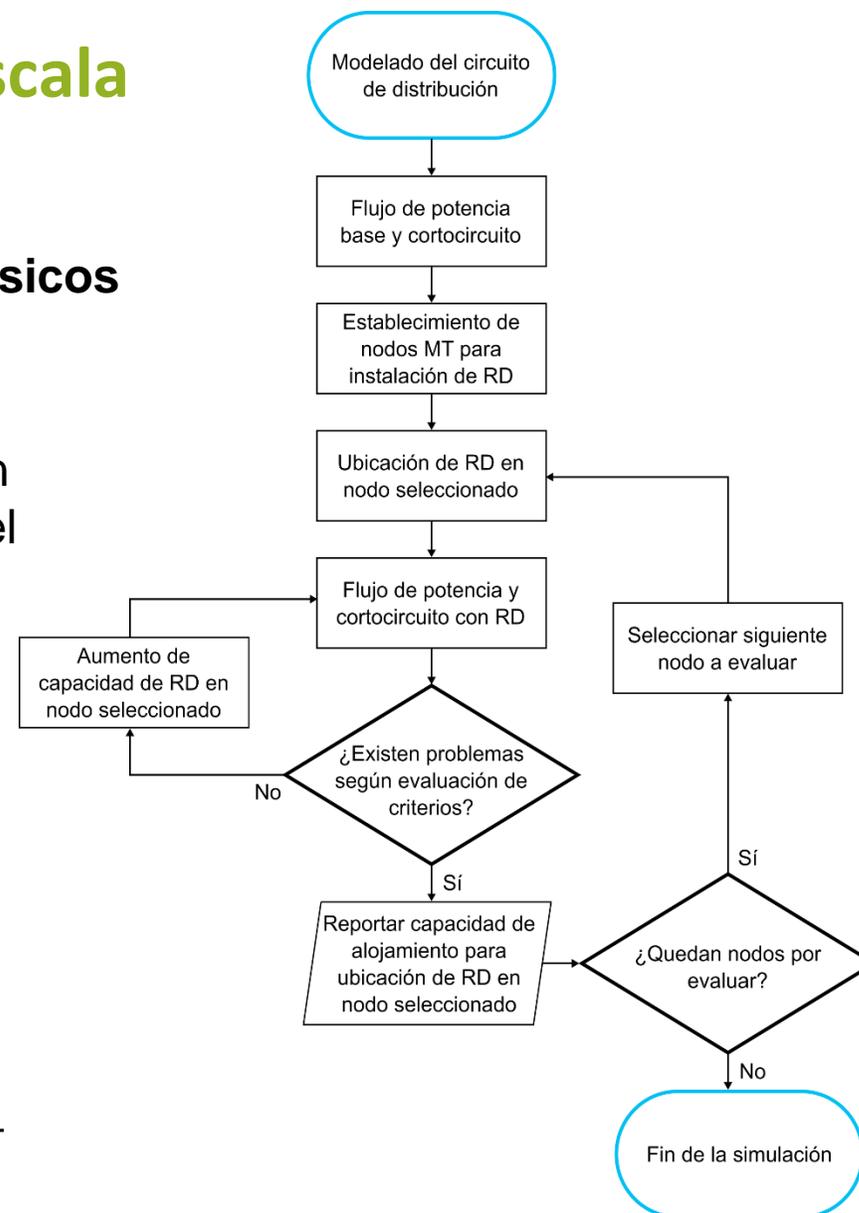
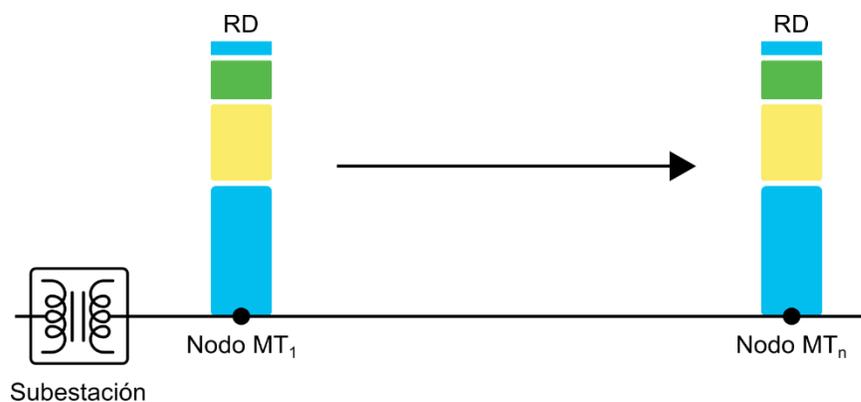
# Caso Costa Rica



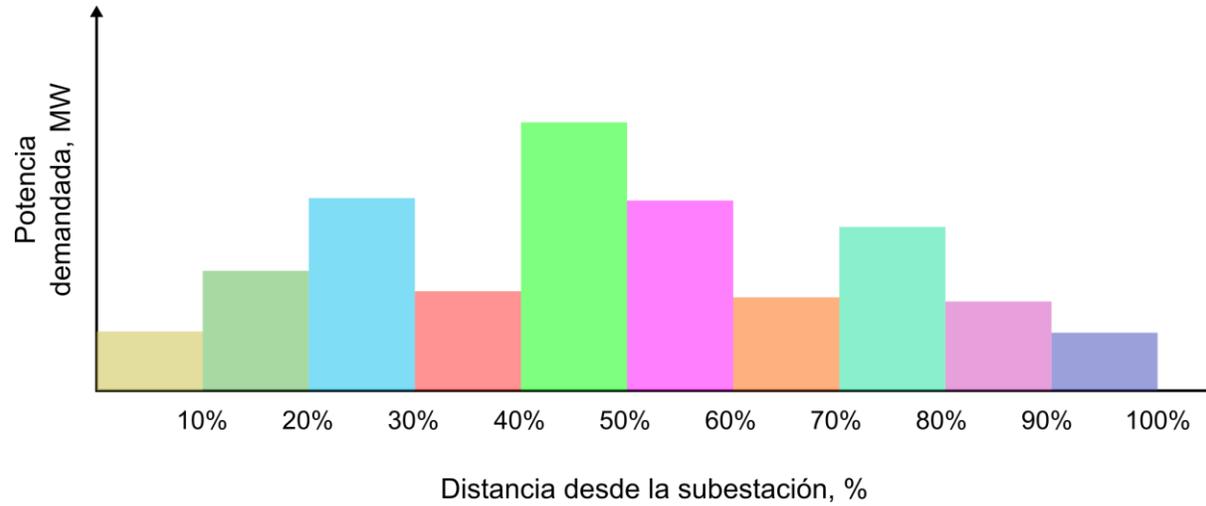
## Gran escala

Basado en método iterativo propuesto en California. Se asigna RD a los **nodos trifásicos de MT** a 100 m de distancia.

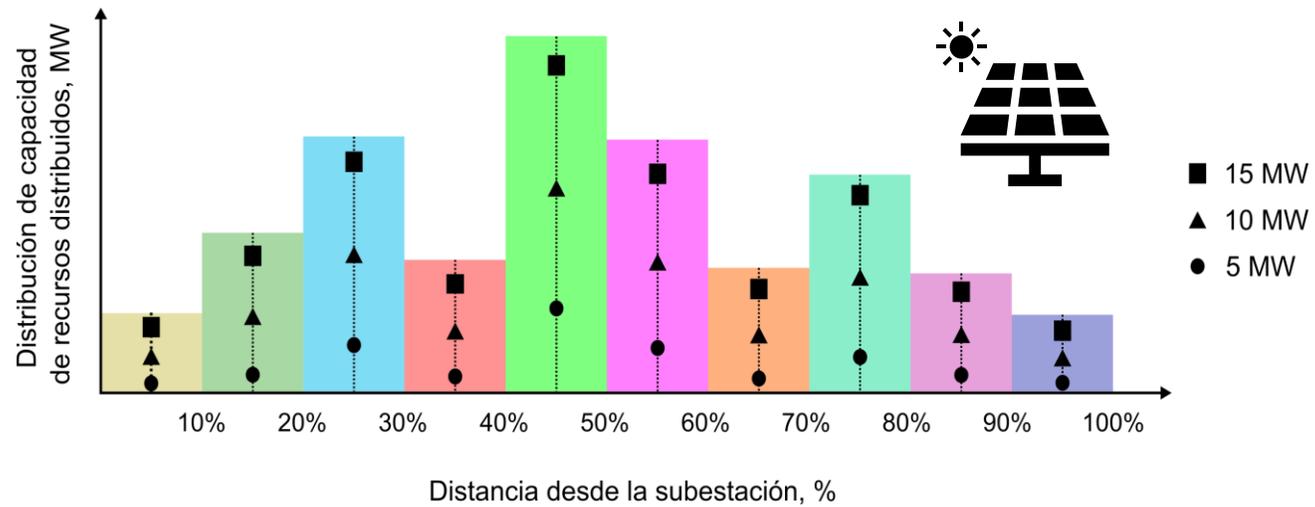
A cada RD se asigna un transformador con una capacidad ligeramente superior al nivel de alojamiento simulado.



# Pequeña escala

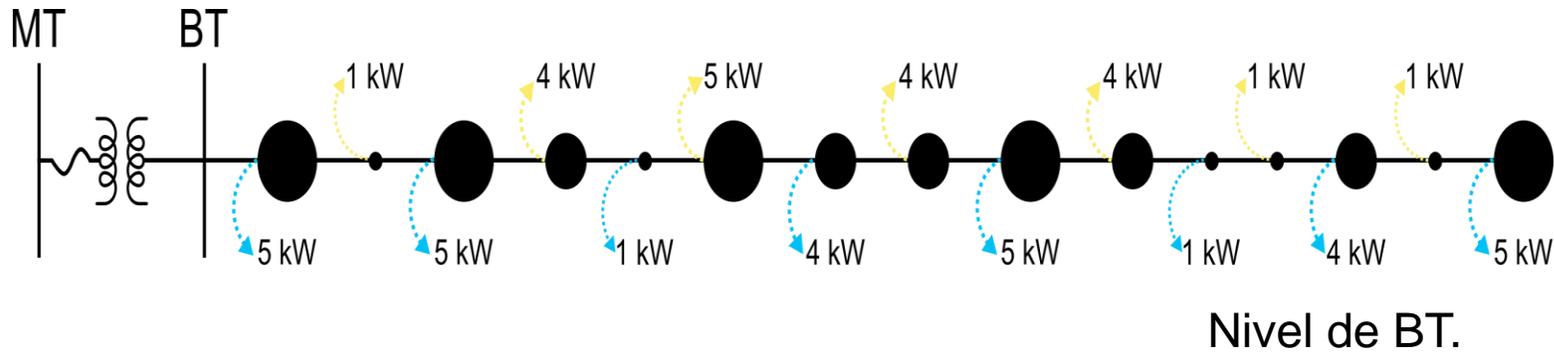
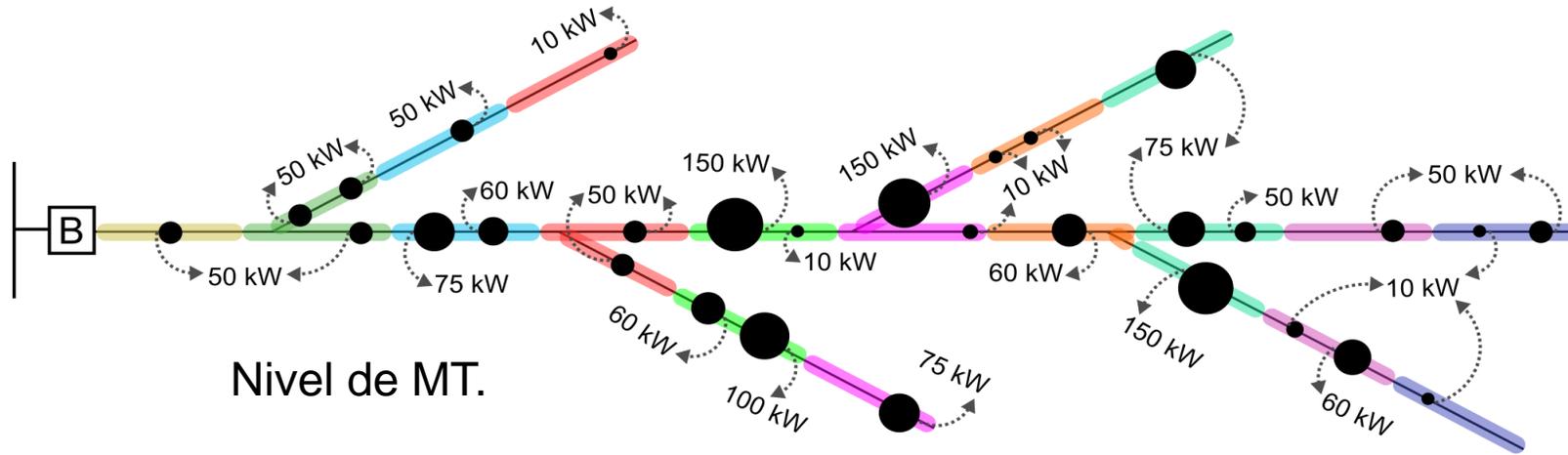


Distribución de carga

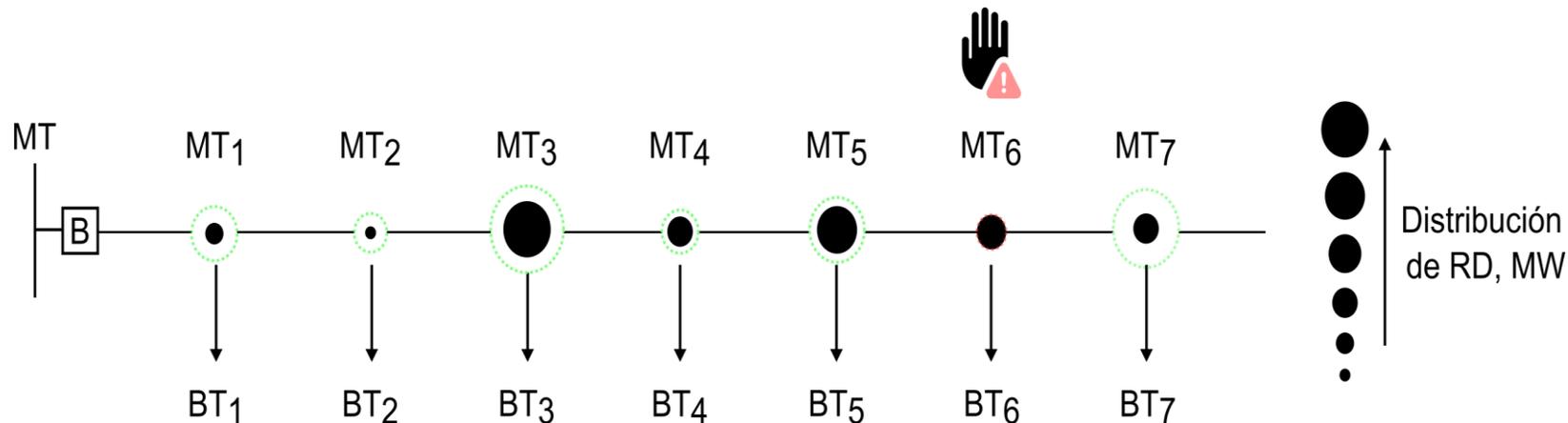


Distribución de instalación de RD

# Incorporación de circuitos de BT



## Incorporación de circuitos de BT



---	$P_i$ , MW	$\%P_i^{RD}$	$P_i^{mod.}$ , MW	$\%P_i^{RD,mod.}$
Barra MT <sub>1</sub>	1	7,6	1	9,0
Barra MT <sub>2</sub>	0,5	3,8	0,5	4,5
Barra MT <sub>3</sub>	3	22,9	3	27,0
Barra MT <sub>4</sub>	2	15,3	2	18,0
Barra MT <sub>5</sub>	2,7	20,6	2,7	24,3
<b>Barra MT<sub>6</sub></b>	<b>2</b>	<b>15,3</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
Barra MT <sub>7</sub>	1,9	14,5	1,9	17,1
$P_D$ , MW	13,1	100%	11,1	100%

# IREP: Integración de Recursos Energéticos Distribuidos

## Integración Recursos Energéticos Distribuidos- IRED

Nombre del circuito: ROSATI\_SANTA\_BARBARA    Nombre barra del alimentador: BUSMVSBA1    Seleccione la ubicación de los archivos de salida: FL/PORROSATI\_SANTA\_BARBARA    Asigne la curva de demanda: BARA/28-9-2014.csv

kA    Ingrese el dato de cortocircuito 3F: 10    Ingrese el dato de cortocircuito 1F: 10.5     Transformador principal    Definir Parámetros

Defina la fecha de la simulación: dd/mm/aaaa    Defina la hora de la simulación: 18:00

Gran escala    Pequeña escala

Máxima capacidad (kVA): 13000,00    Aumento de instalación (kVA): 10,00    Distancia entre puntos de instalación (km): 1,00    Aporte cortocircuito RD (%): 120,00

Seleccione los estudios a realizar

Aumento de corriente de falla    Porcentaje máximo: 10,00 %     Disparo simpático    Corriente de disparo: 200,00 A     Coordinación recloser-fusible    Aumento máximo: 100,00 A

Reducción de alcance    Reducción máxima: 10,00 %    Tipos de fallas:  ABCG  ABG  BCG  ACG  AB  BC  CA  AG  BG  CG

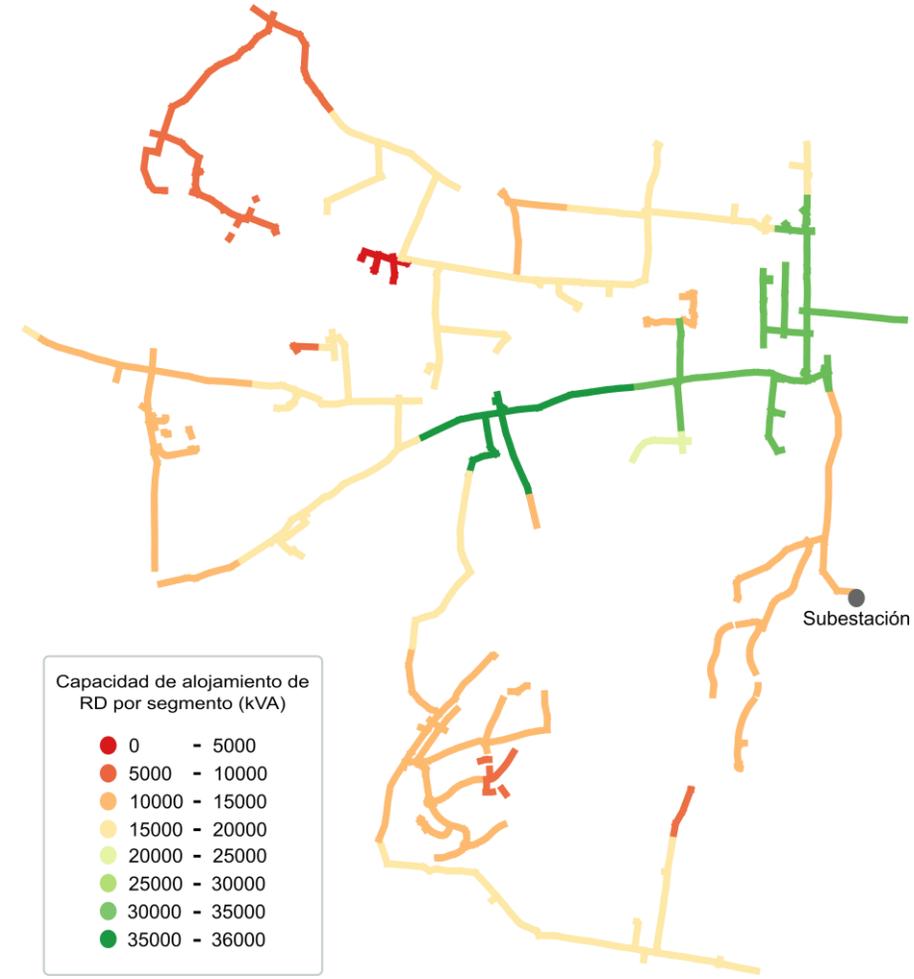
Sobretensión    Tensión máxima: 1,05 pu     Regulación de tensión     Desbalance de tensión    Desbalance máximo: 3,00 %

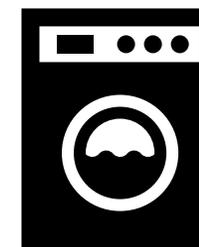
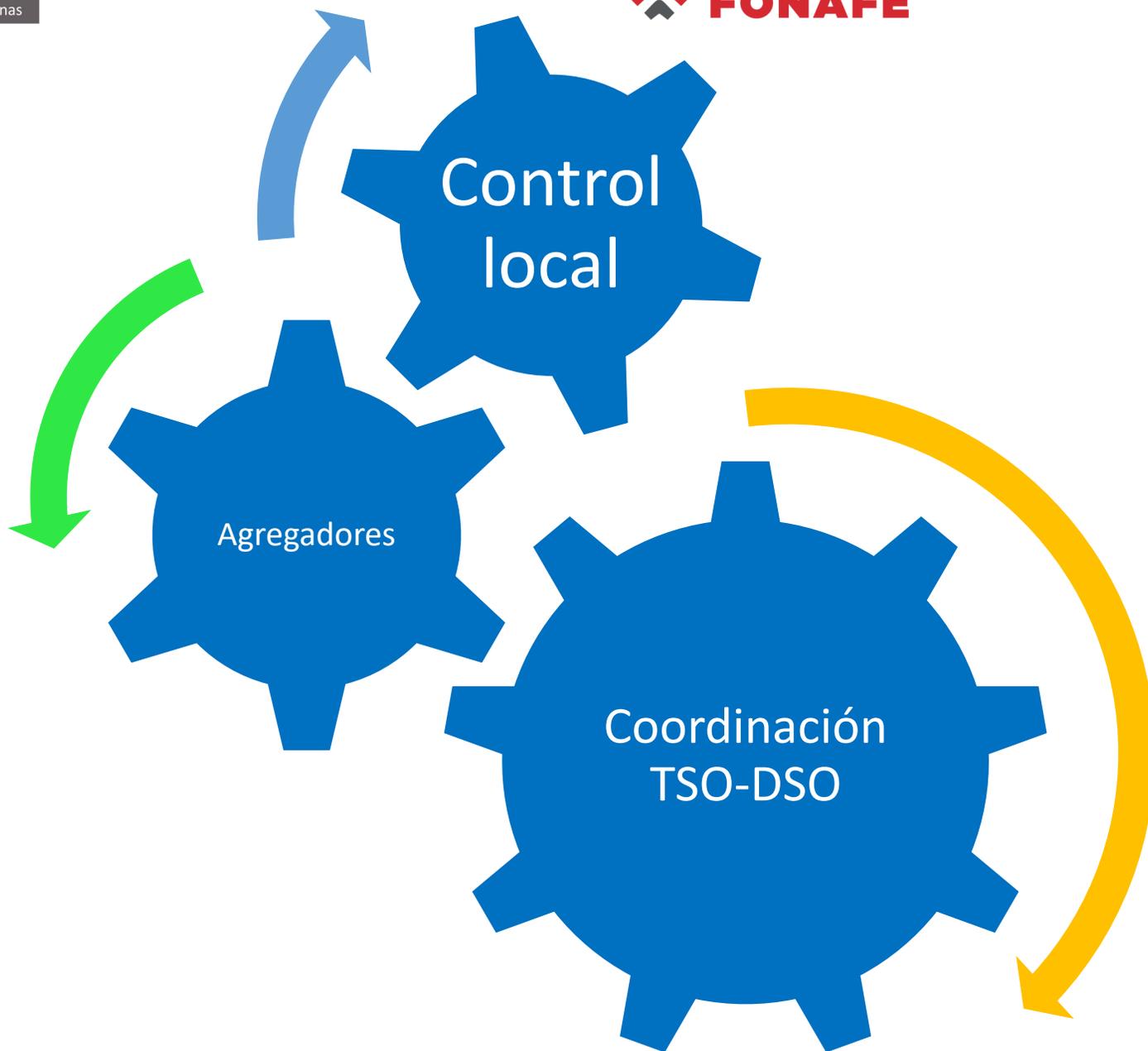
Desviación de tensión    Desviación máxima MT: 1,10 %    Desviación máxima BT: 1,10 %

Análisis térmico

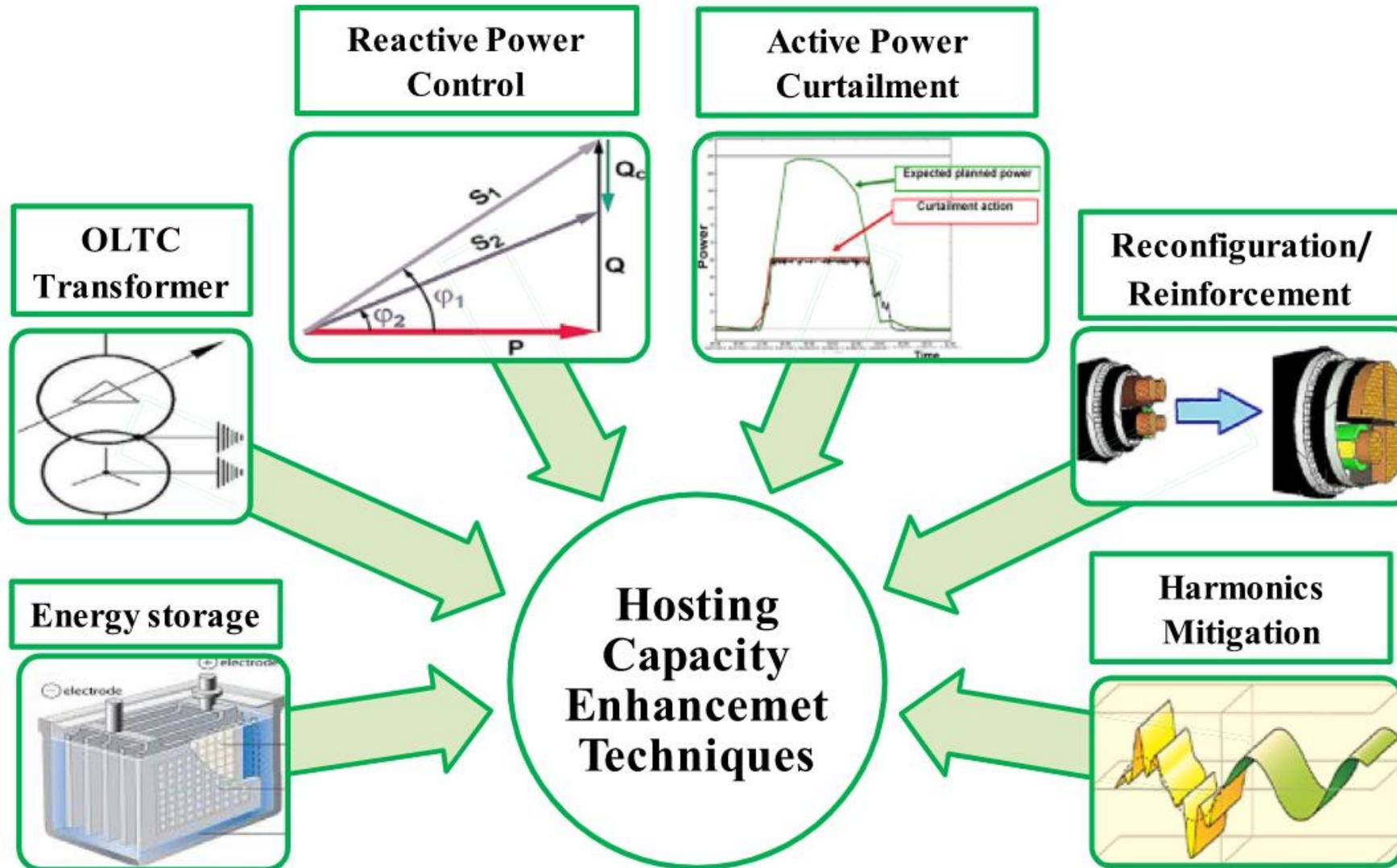
Aceptar    Cancelar    Ayuda

# IREP: Integración de Recursos Energéticos Distribuidos



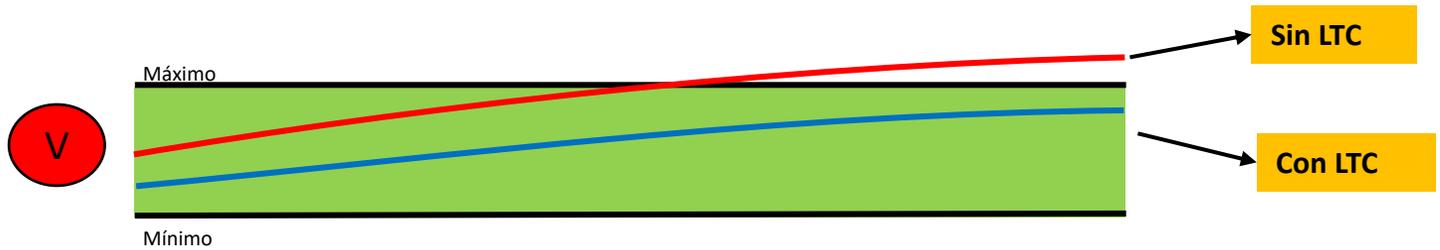
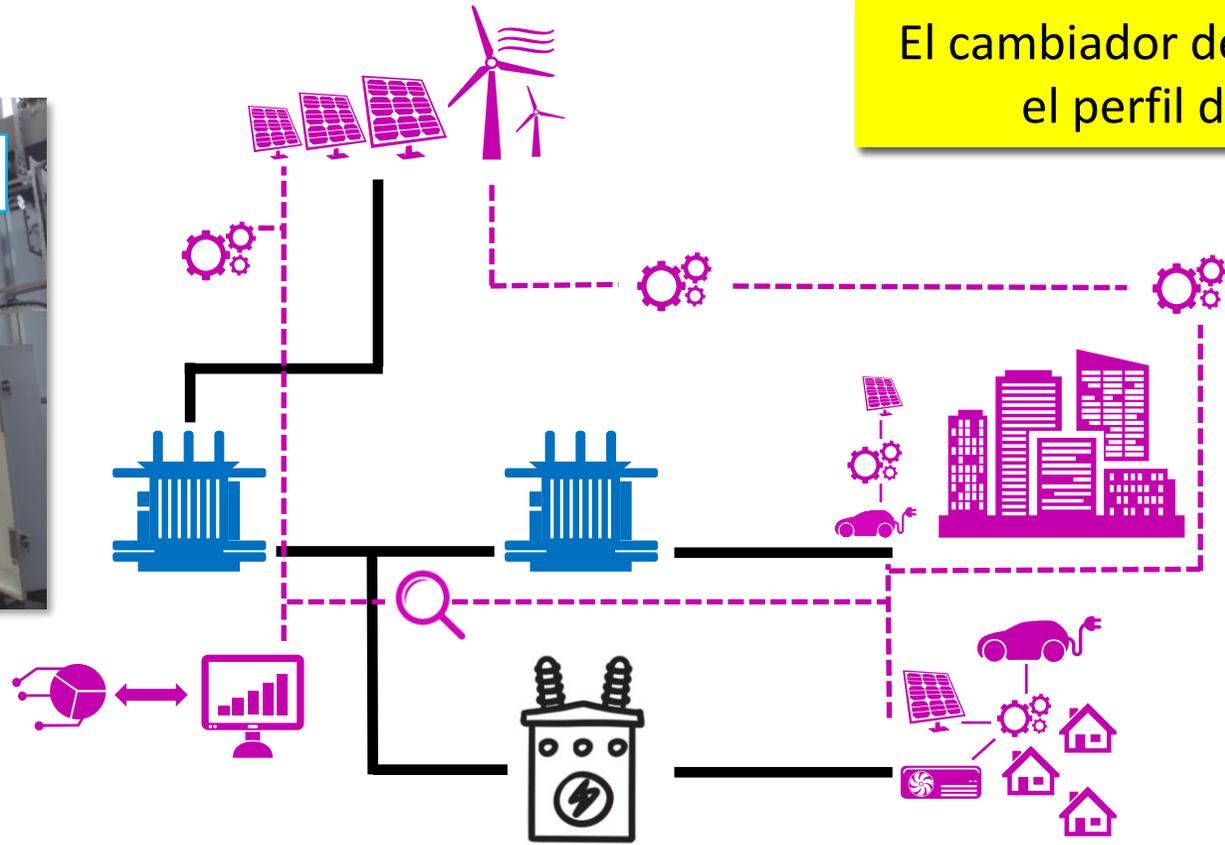


# Opciones para aumenta la capacidad de alojamiento de los circuitos



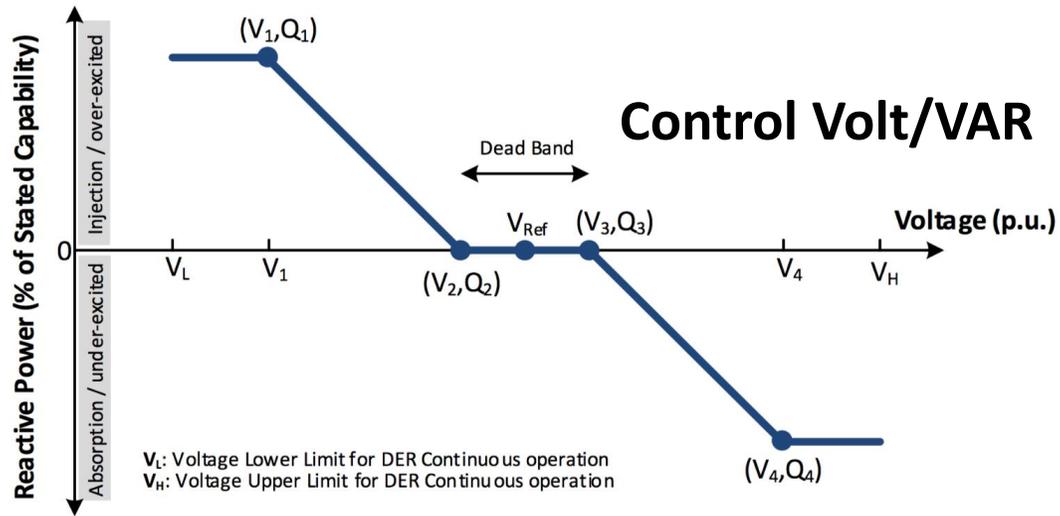
# Podemos usar algunos de los existentes activos en la transición hacia esquemas avanzados

El cambiador de derivaciones puede bajar el perfil de tensión del circuito



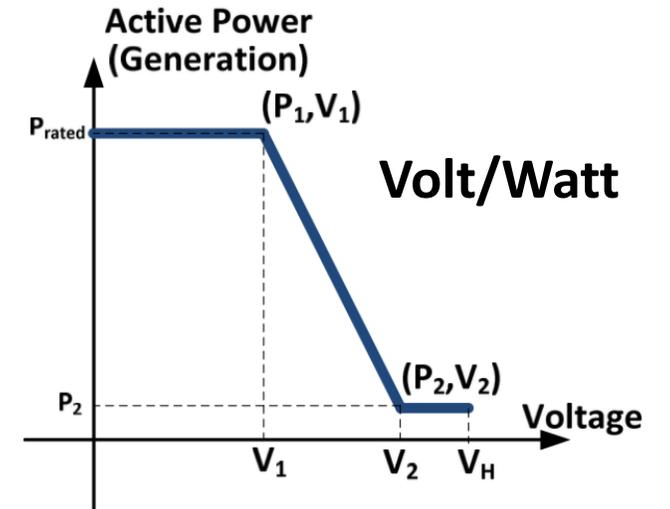
[Advanced Control of OLTC-Enabled LV Networks with PV Systems and Electric Vehicles](#)

# Será posible además controlar la tensión en la red con los inversores inteligentes



El control **Volt/VAR** consiste en cambiar la potencia reactiva de salida del inversor ante cambios en la tensión.

Control **Volt/Watt** se usa para mitigar aumentos de tensión por medio del recorte de potencia activa.



# Muchas gracias por su atención

Dr. Jairo Quirós-Tortós  
Consultor  
[jairoquirotortos@ieee.org](mailto:jairoquirotortos@ieee.org)



