



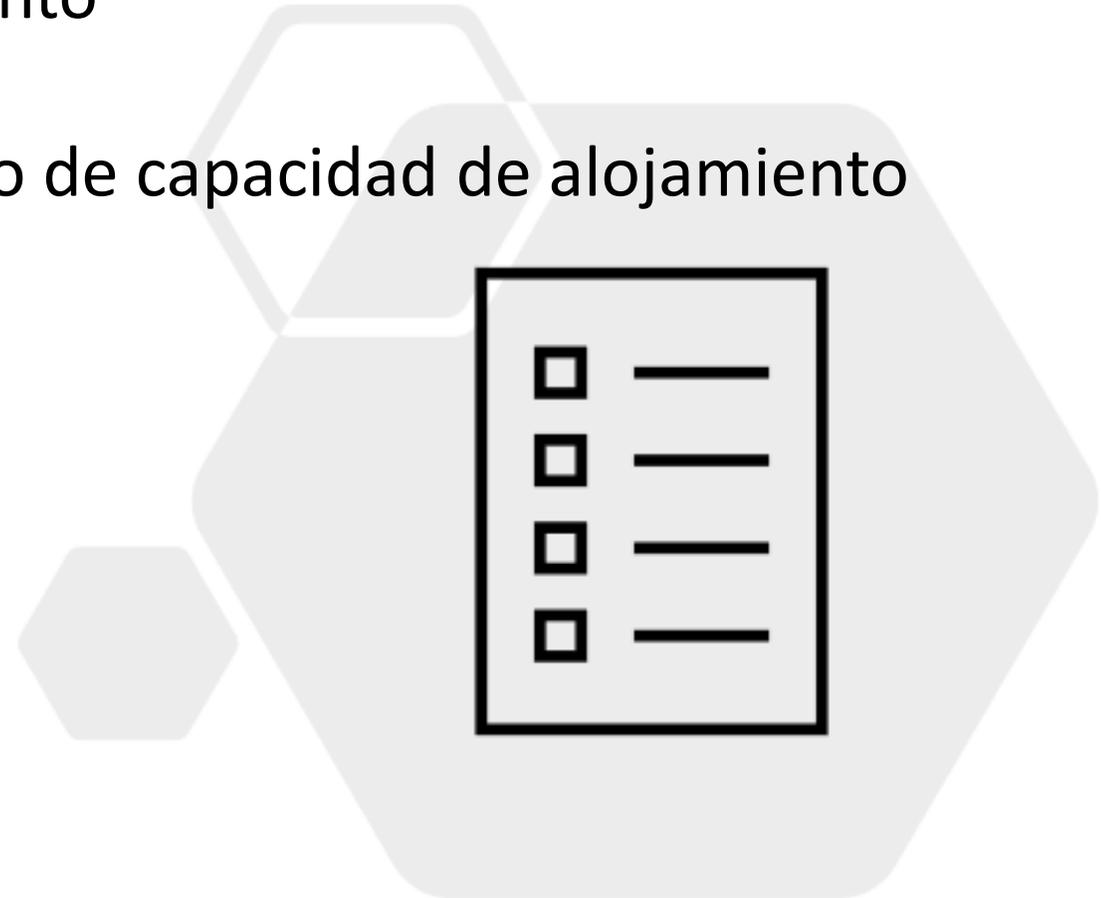
PROYECTO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA 4.0

Presentación:

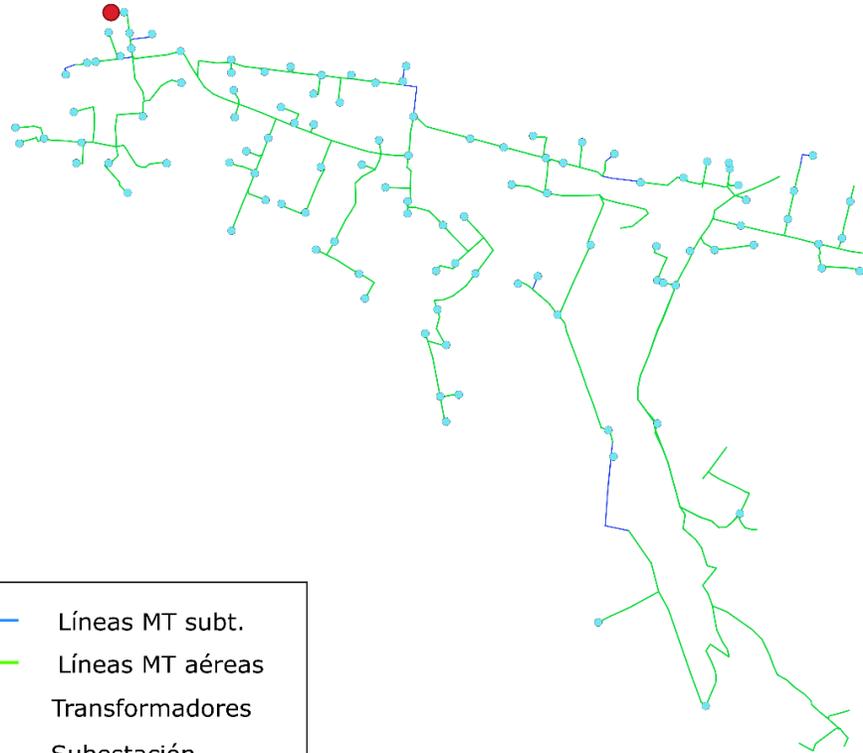
Estudio de impacto en red integrada (MT+BT)

Contenido

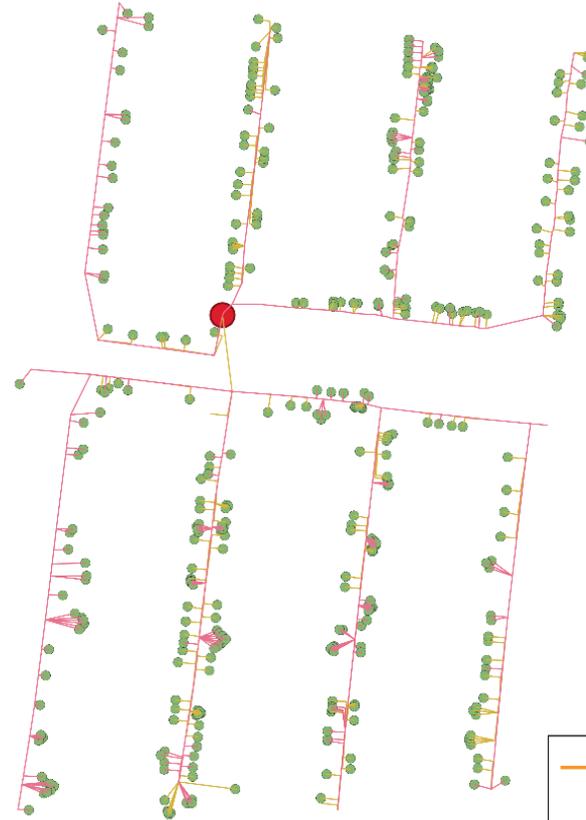
1. Definici3n de capacidad de alojamiento
2. Criterios de evaluaci3n de un estudio de capacidad de alojamiento
3. Metodologías de estimaci3n previas
4. Metodología propuesta
5. Evaluaci3n de la metodología



Los estudios de impacto se han realizado sobre un único nivel de tensión

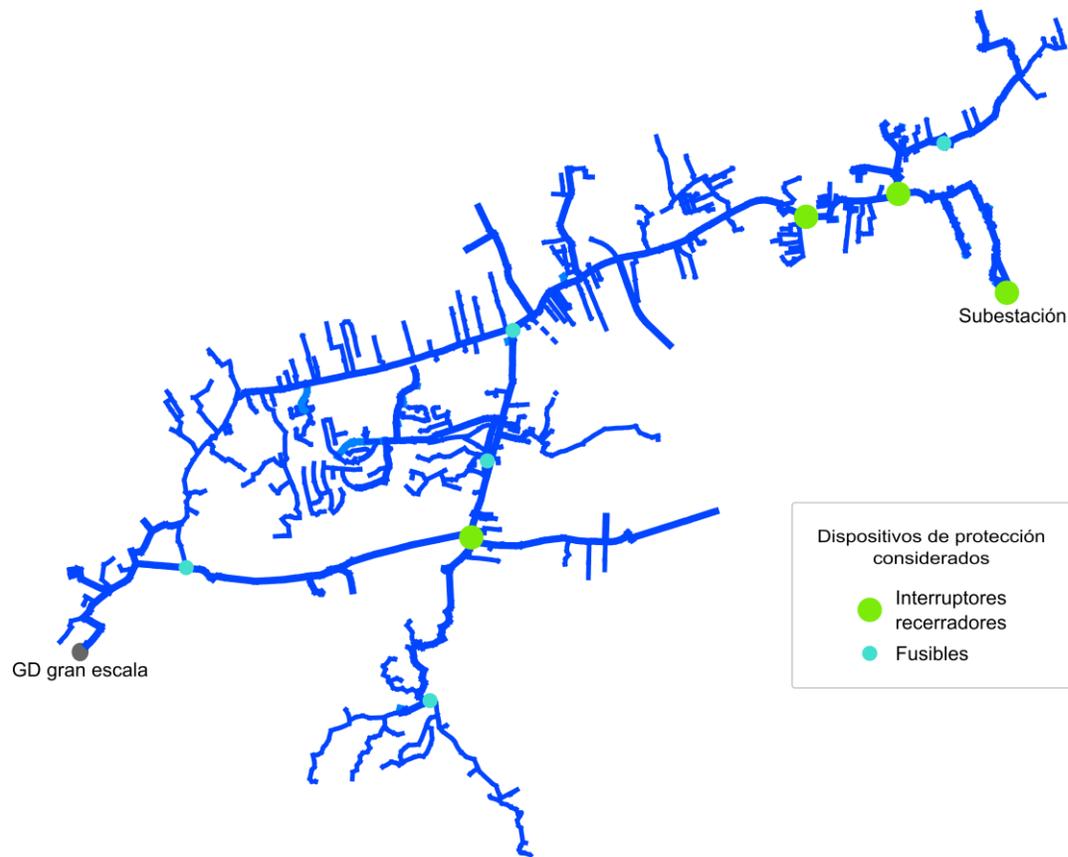


- Líneas MT sub.
- Líneas MT aéreas
- Transformadores
- Subestación



- Líneas BT
- Cargas
- Transformador MT/BT

El estudio de las redes eléctricas integradas (MT-BT) es el futuro



Circuito:

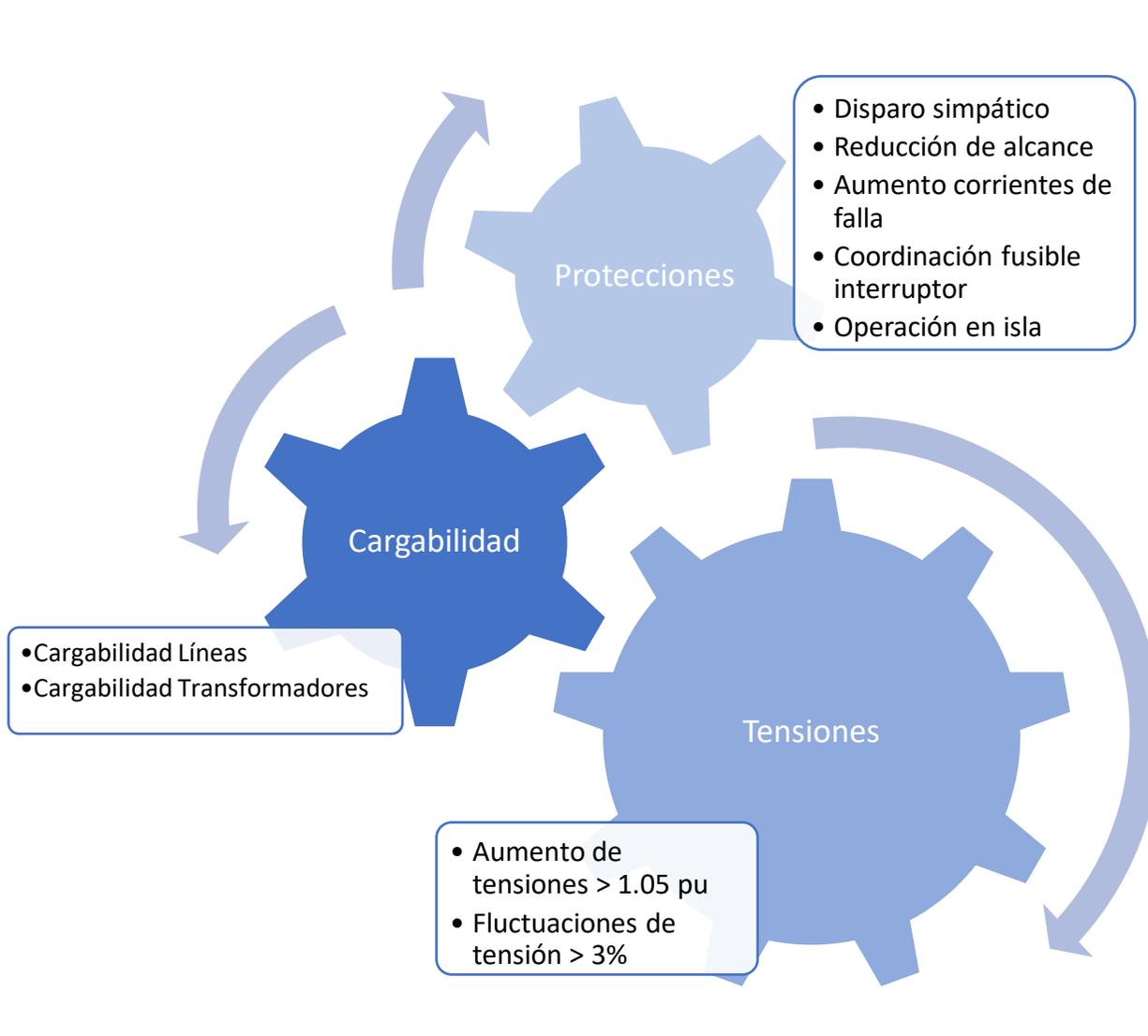
- Demanda máxima de potencia: 9.6 MVA
- Longitud: 23.5 km
- Número de clientes: 10153

Recordemos la definición de capacidad de alojamiento

- **Capacidad de Alojamiento (CA): cantidad de recursos distribuidos (RD) que se puede instalar en un circuito de distribución sin impactar la calidad y la confiabilidad del servicio y sin requerir adecuaciones de la red.**

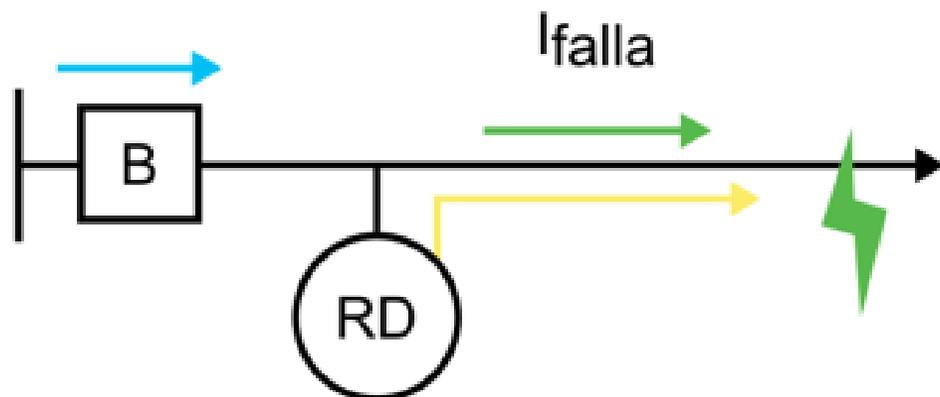
La capacidad de alojamiento se define a partir de estudios de impacto que consideran diversos criterios.

(algunos) Criterios para estudiar la capacidad de alojamiento



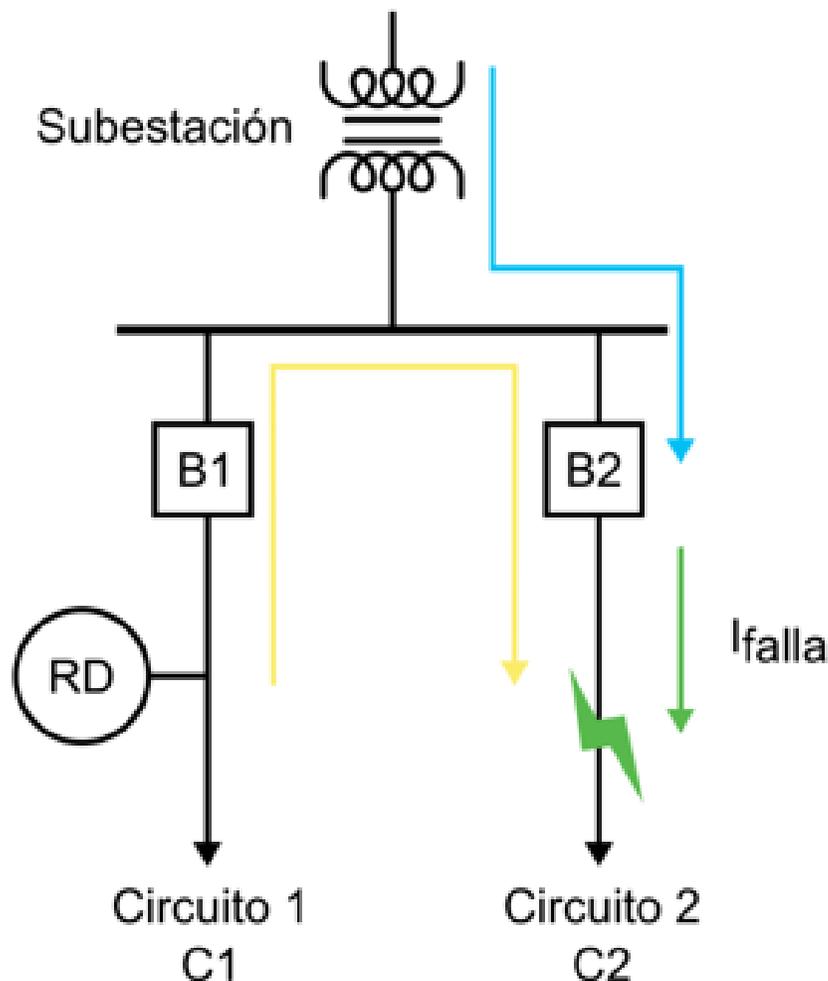
Ejemplos de criterios que se deben de analizar en un estudio de Capacidad de Alojamiento

Criterios de Protecciones – Reducción de alcance



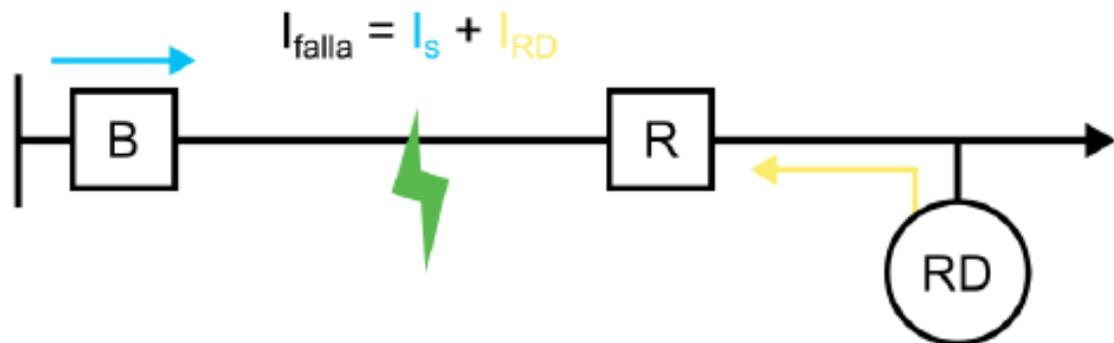
- Elemento de protección tiene una zona de cobertura definida para la cual detecta o interrumpe corrientes de falla.
- Se experimenta una reducción de alcance cuando la contribución de falla por los RD reduzca la corriente vista por la protección.
- Consecuencias: retardo de disparo, incapacidad de detección.

Criterios de Protecciones – Disparo Simpático

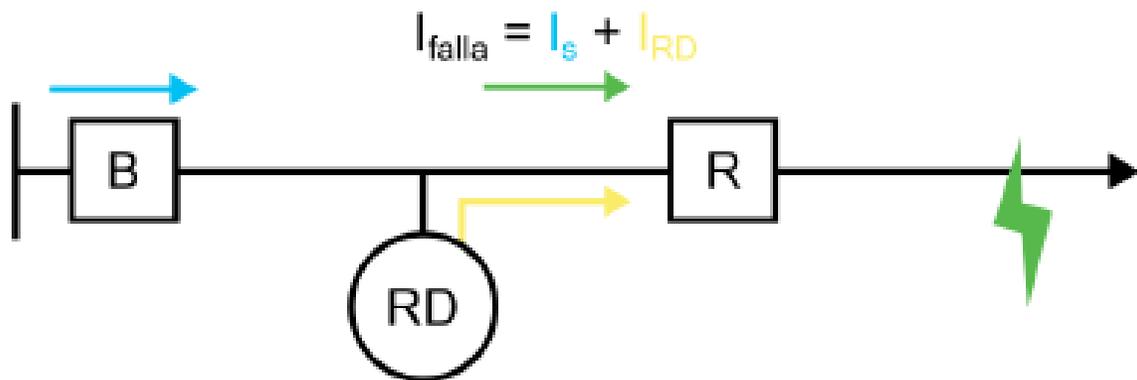


- Sucede cuando el aporte de falla de los RD provoca disparos indebidos en el interruptor correspondiente cuando ocurre una falla en otro circuito
- Se puede presentar cuando la corriente de aporte del RD es mayor que la corriente pick-up **por falla a tierra** de la protección.

Criterios de Protecciones – Aumento de corriente de falla



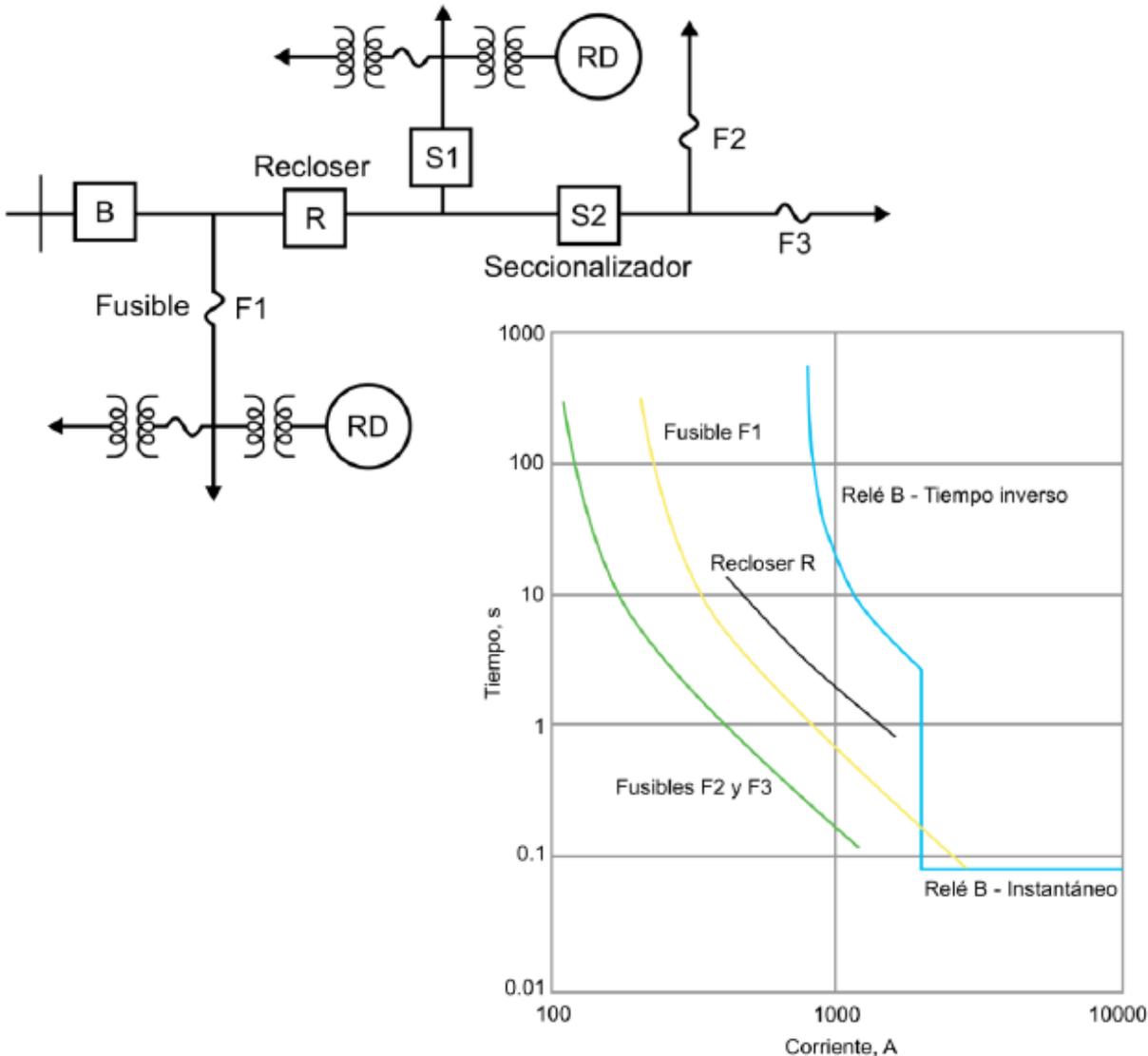
A) GD aguas debajo de la falla



B) GD aguas arriba de la falla

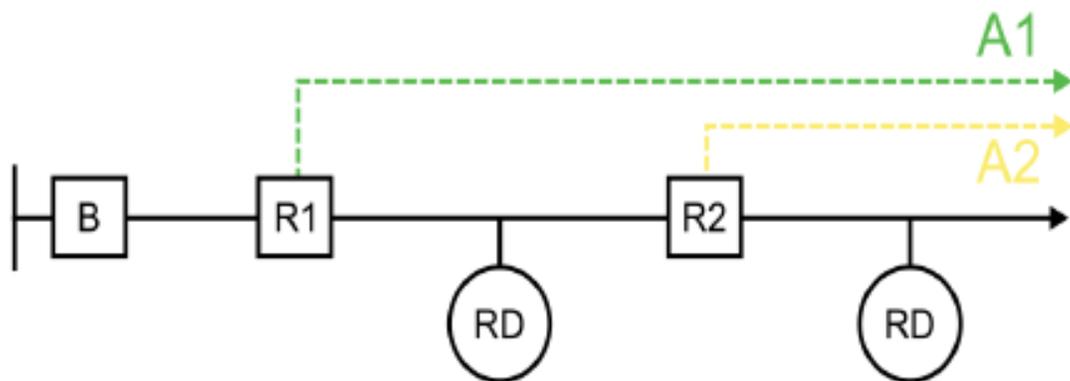
- Depende de la ubicación del RD.
- Caso 1) B detecta la corriente de subestación y R una corriente inversa.
- Caso 2) B detecta la corriente de subestación y R la de subestación más GD.
- Estudio debe detectar corriente de falla **máxima permitida**.

Criterios de Protecciones – Coordinación fusible - interruptor



- A presencia de RD, las corrientes de falla pueden variar, lo cual afecta al esquema de coordinación.
- Se puede proponer un límite de CA, tal que la diferencia entre el aumento de corriente de falla en el fusible y el aumento de corriente en el interruptor sea equivalente a **un valor específico**.

Criterios de Protecciones – Operación de Isla



- Dependiendo del accionamiento de las protecciones, se puede dar la operación en isla.
- **¿Cómo evitarlo?** Asegurar que la CA aguas debajo de las protecciones sea menor al **50%** del flujo de potencia en el momento donde ocurre la falla.

Metodologías de estimación de capacidad de alojamiento



Comparación de Métodos

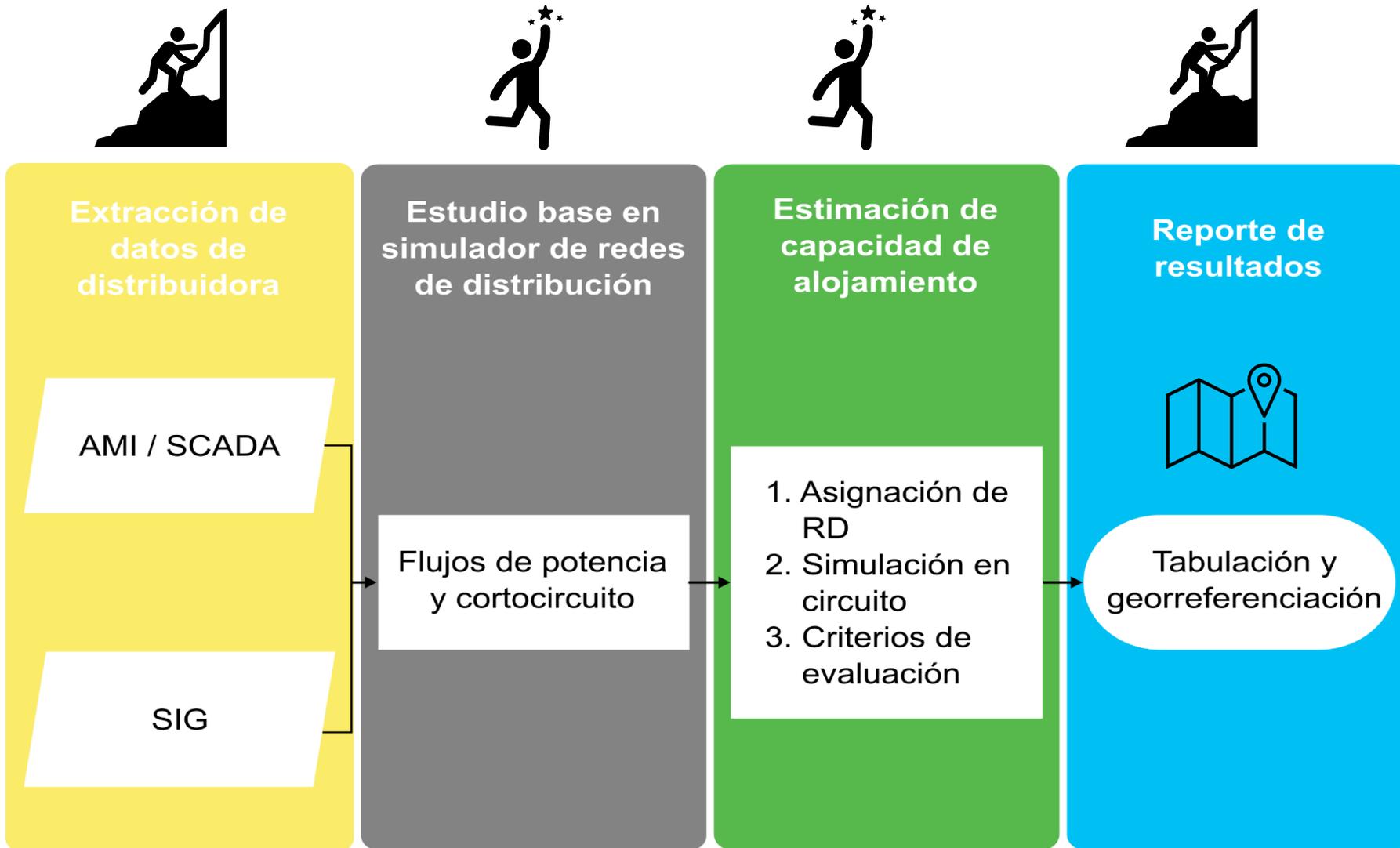
Categoría	Criterio	Estocástico	Iterativo	Simplificado	Híbrido
Tensión	Sobretensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Baja tensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Desviación de tensión en el primario	✓	✓	✓	✓
	Desviación de tensión del regulador	✓	✗	✗	✓
	Sobretensión en el secundario	✓	✗	✗	✗
Térmico	Carga RD (demanda)	✗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

Retos de la Metodología a proponer

- Si bien es cierto, cada metodología tiene sus cualidades y ventajas con respecto a las otras, existen ciertas incertidumbres que deben de ser resueltas.
- Una nueva metodología puede basarse en las anteriores, pero priorizando aspectos como la exactitud, dejando de lado los métodos heurísticos y la minimización de tiempos.
- Otro aspecto importante es la consideración de las **redes de BT**, que es donde se notan la mayor cantidad de impactos.

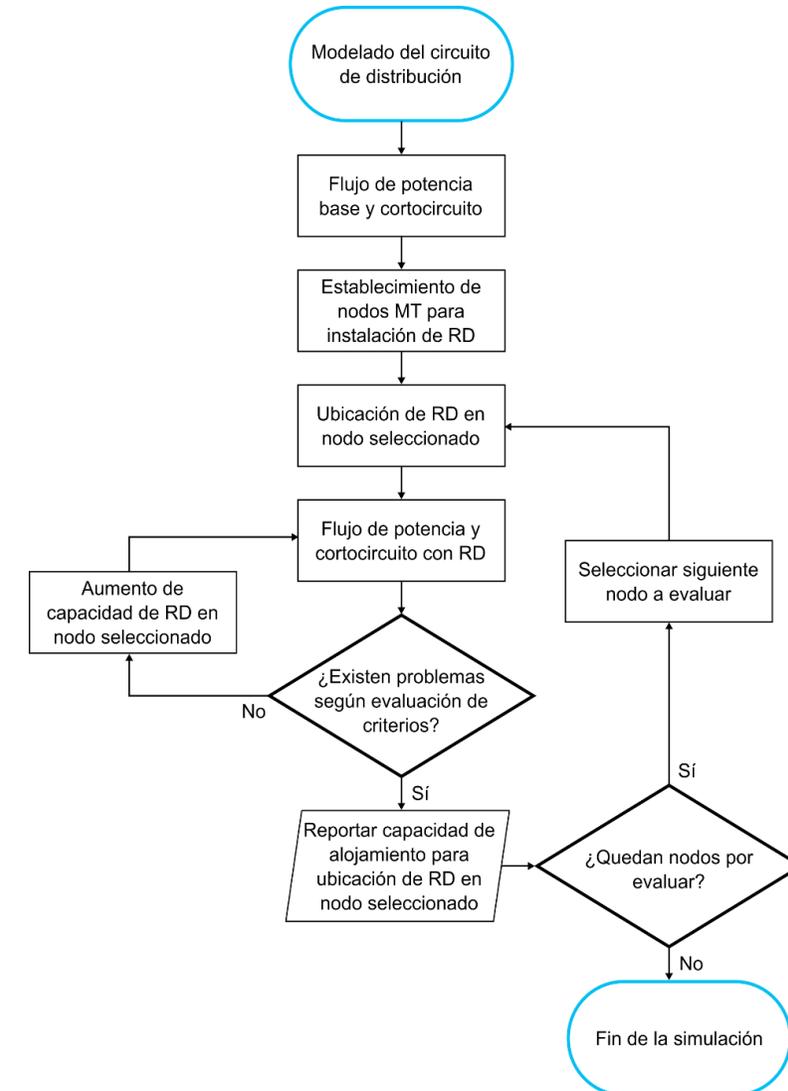
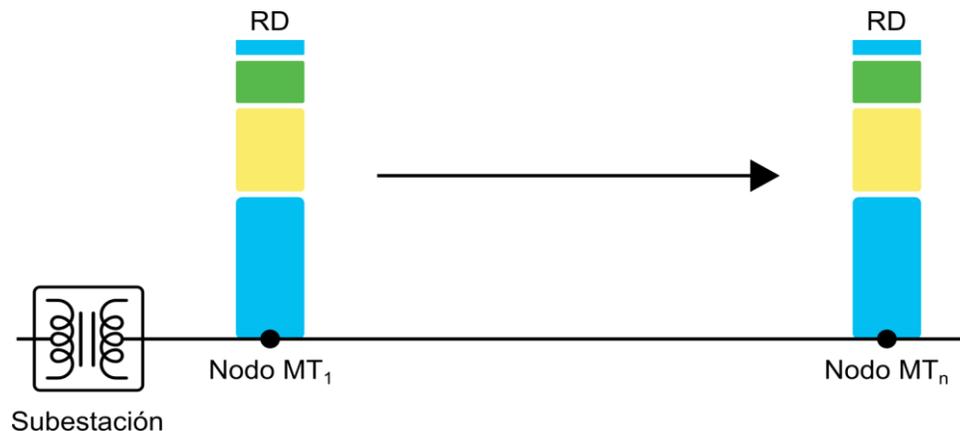


Cada país/empresa debe desarrollar su metodología



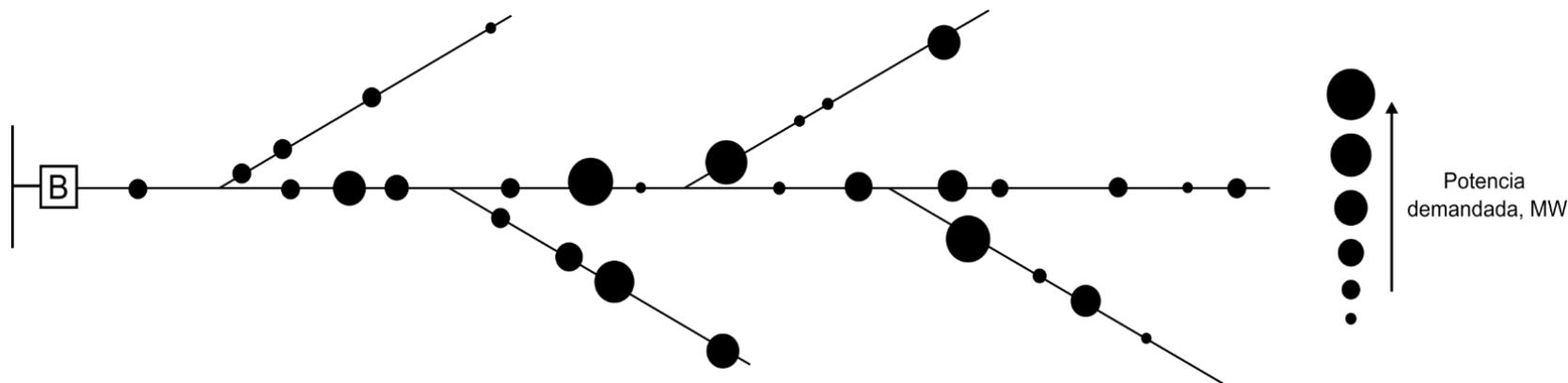
Metodología Propuesta: Gran Escala

- Basado en el iterativo.
- Se le asigna los RD por medio de un transformador a nodos trifásicos, de manera individual hasta que incumpla con algún criterio.
- Se continúa con el siguiente nodo que se encuentre a una distancia especificada.



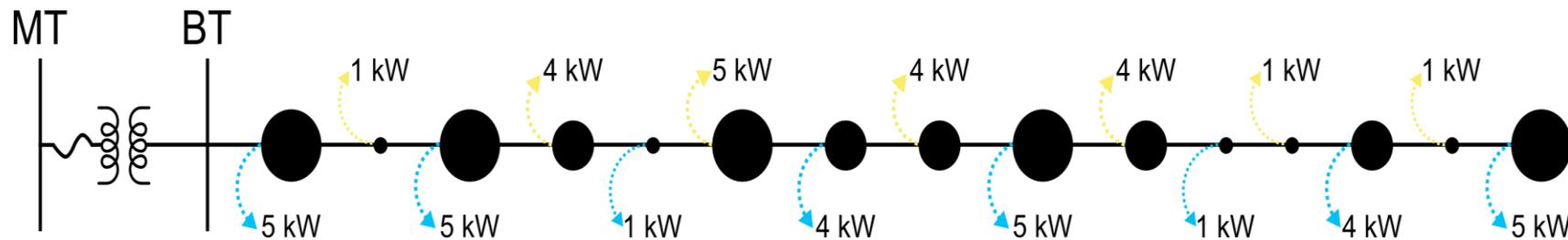
Metodología Propuesta: Pequeña Escala

- Se basa en la distribución de carga de cada uno de los secundarios, y a su vez, en la demanda de cada una de las cargas de los secundarios.
- Para determinar la demanda de los transformadores (en kVA), se ocupa una simulación inicial del estado original del circuito.



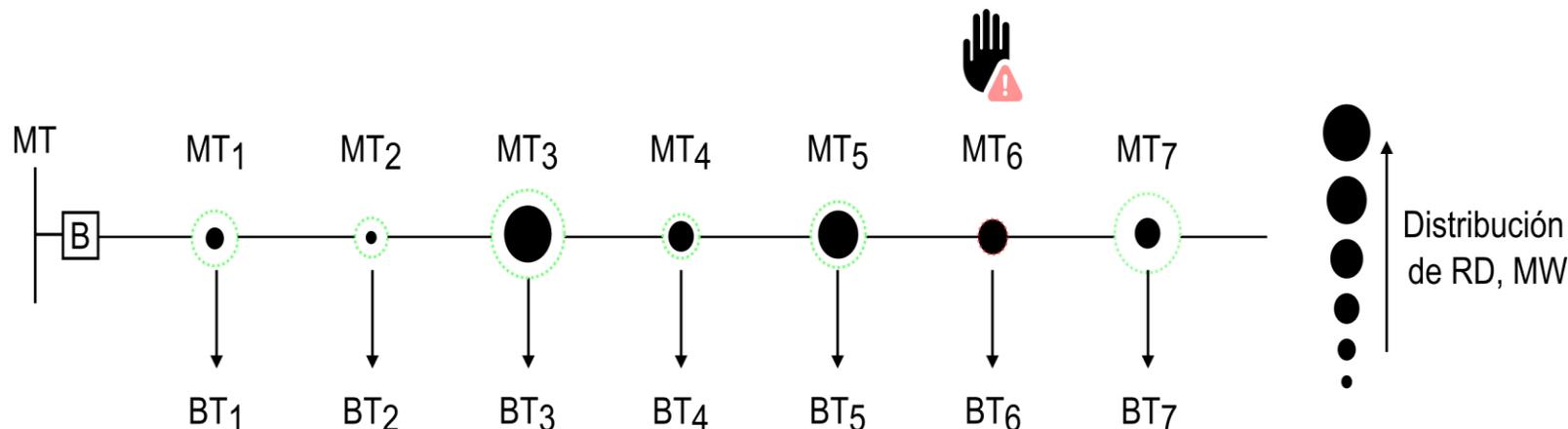
Metodología Propuesta: Pequeña Escala

- La demanda de cada transformador se multiplica por el porcentaje de penetración de la simulación correspondiente.
- Luego, ese valor obtenido se pondera con respecto al atributo del consumo mensual de las cargas. Este valor es el que se le asigna a las cargas correspondientes como potencia instalada.

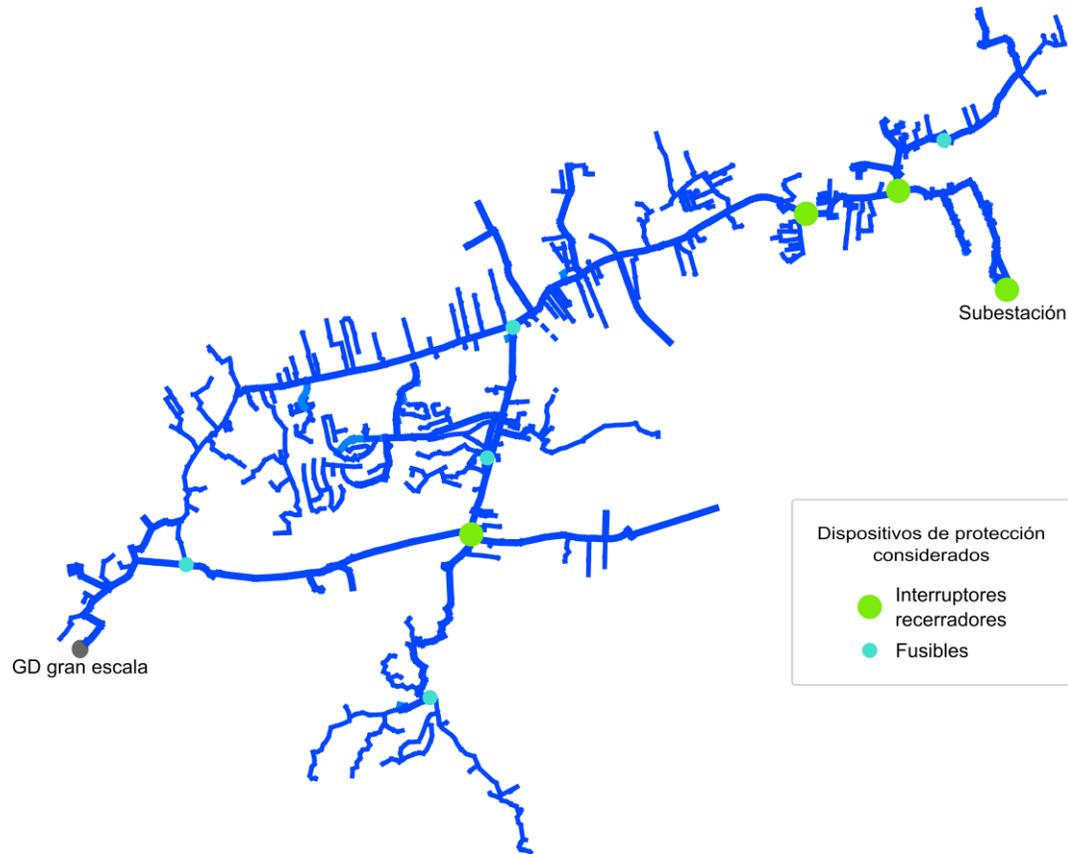


Metodología Propuesta: Pequeña Escala

- Conforme se va incrementando el porcentaje de penetración de RD, en cada iteración se irá evaluando también que no se violen los criterios de tensión, protecciones o cargabilidad.
- Por ejemplo, si se infringe al menos uno de los criterios en un secundario, el algoritmo deja de atribuirle más capacidad de RD, pero no a los que no han presentado problemas. Termina hasta que todos los secundarios hayan presentado un problema o se haya llegado al límite de RD establecido.



Evaluación de la Metodología

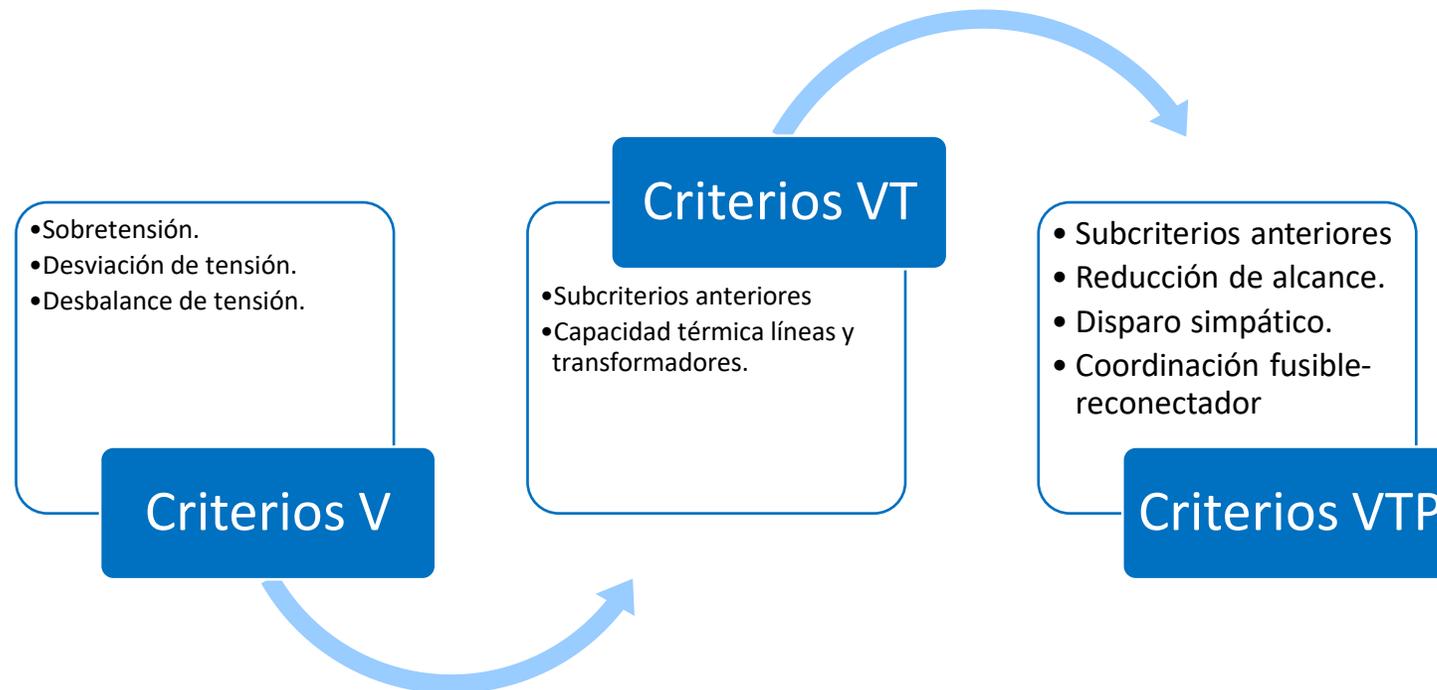


Circuito 1:

- Demanda máxima de potencia: 9.6 MVA
- Longitud: 23.5 km
- Número de clientes: 10153

Evaluación de la Metodología

- Se evaluaron tres tipos de criterios en las dos formas de estudio (pequeña y gran escala).
 - Criterios de tensión: **V**
 - Criterios de tensión y térmico: **VT**
 - Criterios de tensión, térmico y protecciones: **VTP**

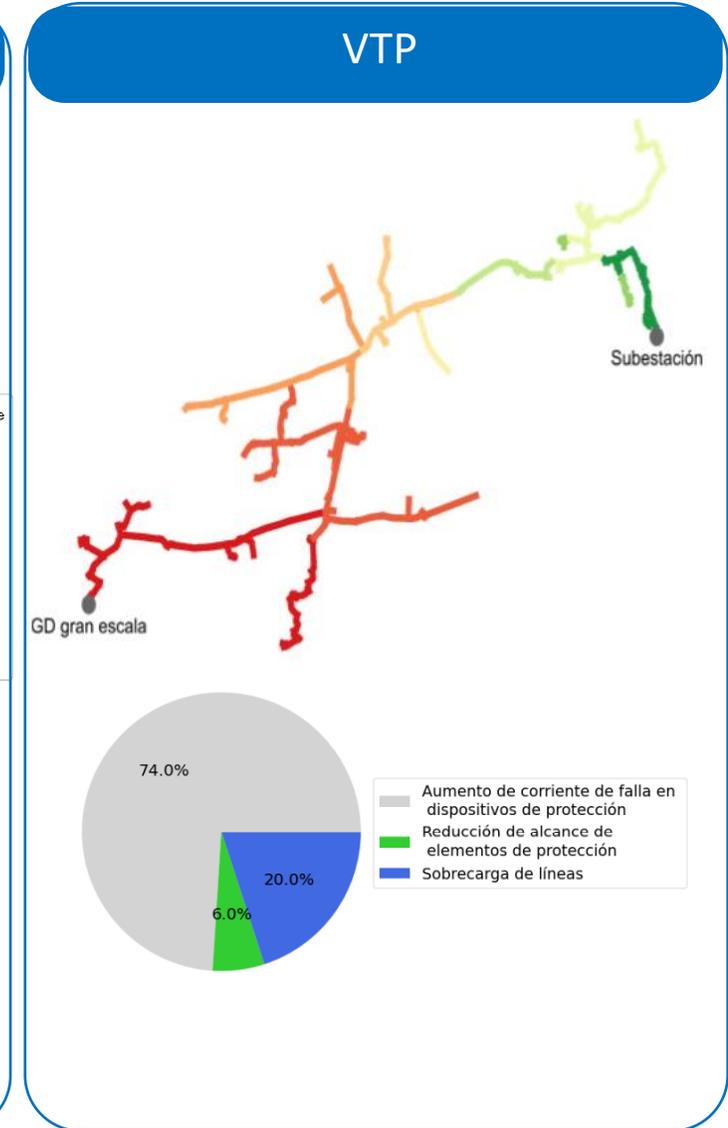
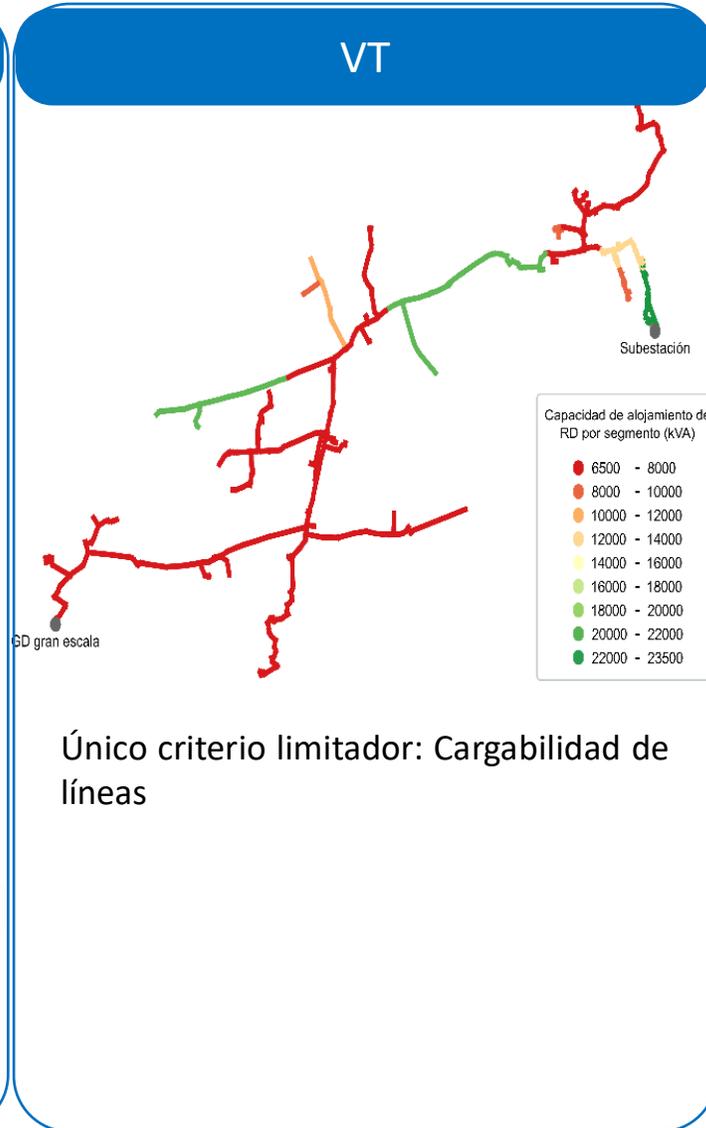
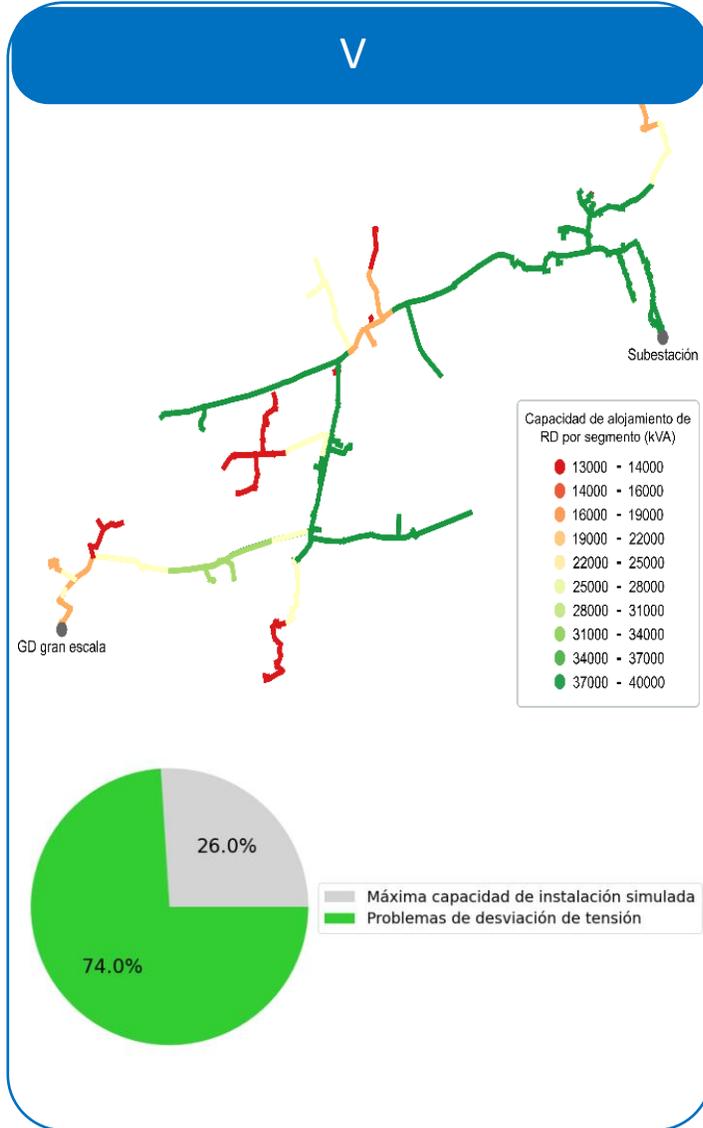


Evaluaci3n de la Metodolog3a

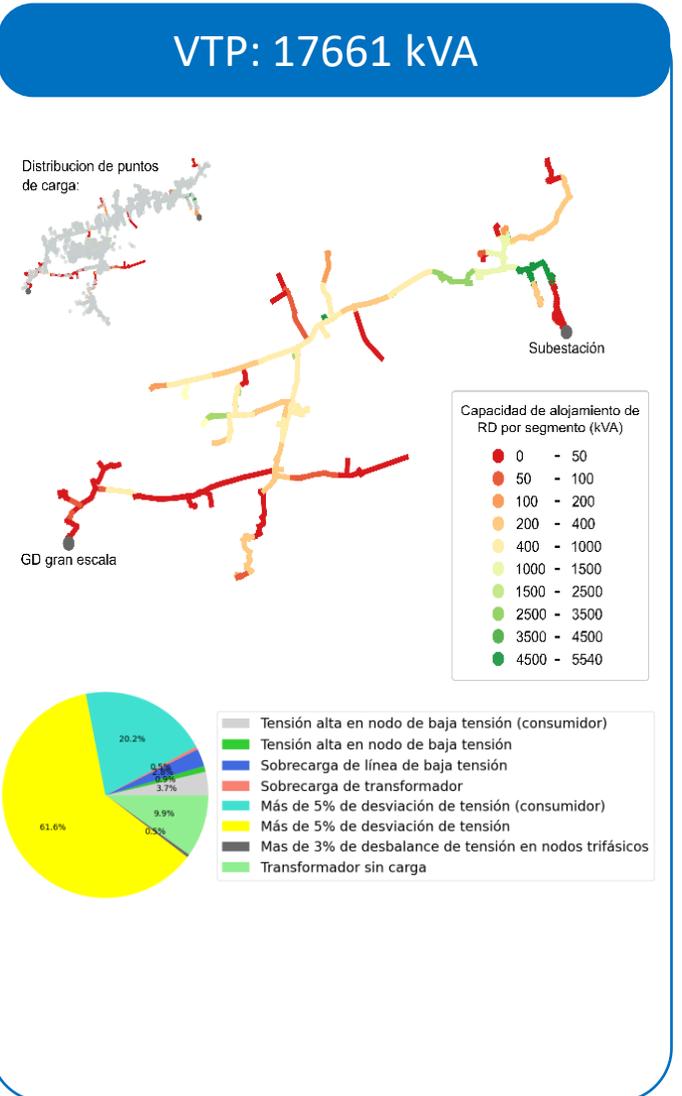
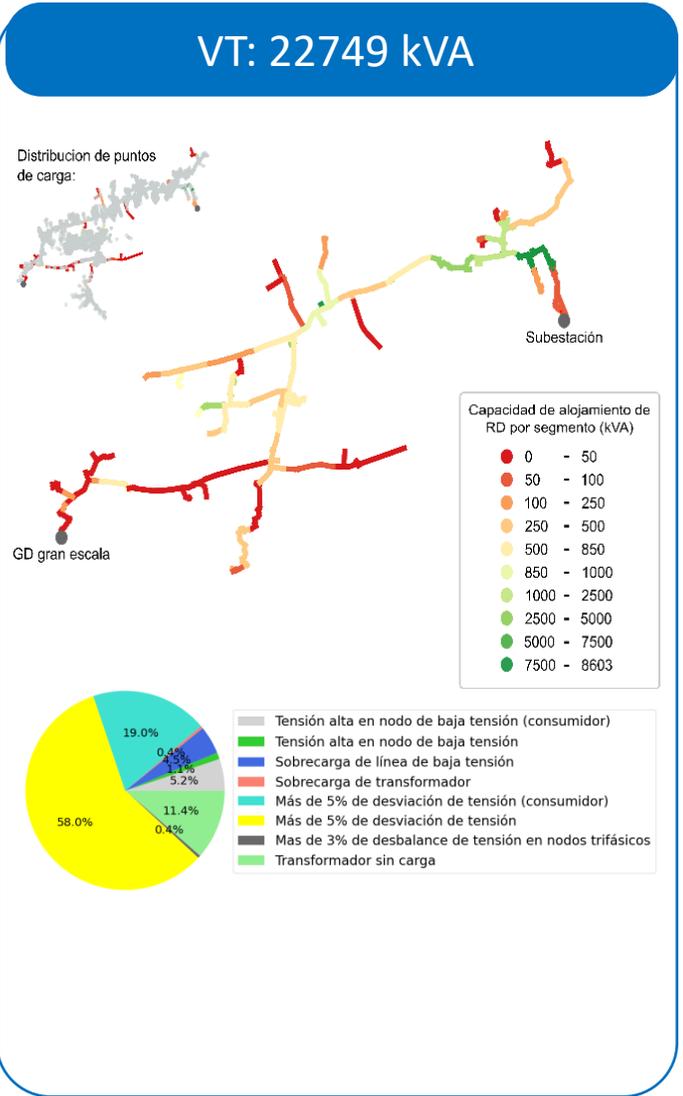
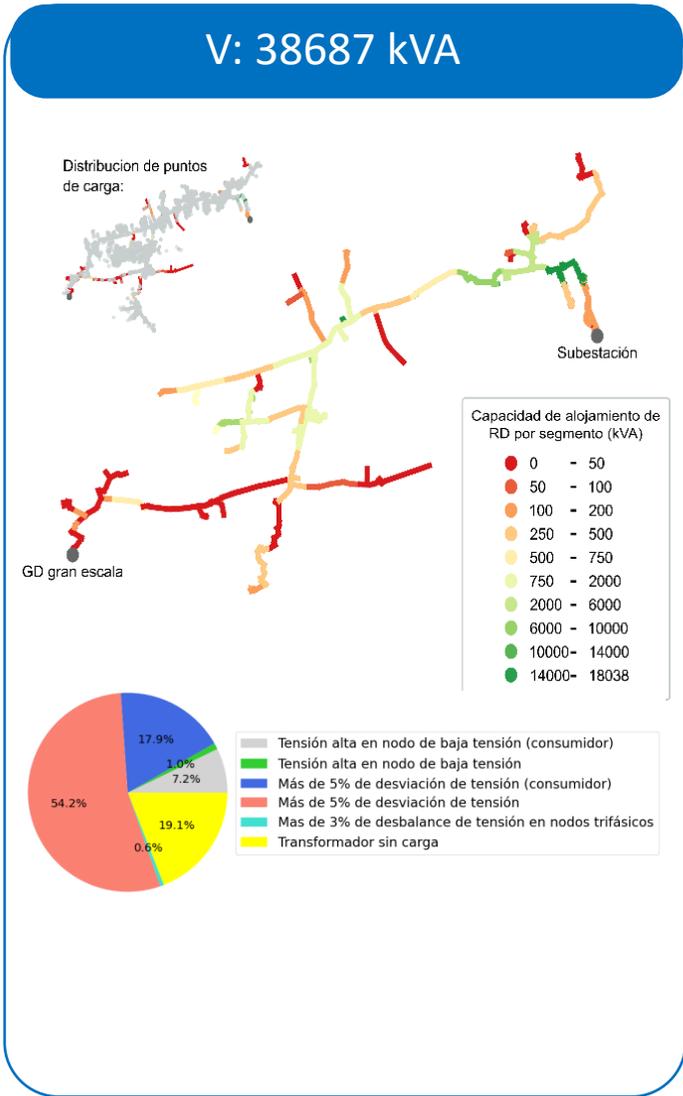
Clasificaci3n	Par3metro	Valor
Criterios de tensi3n	Sobretensi3n	1.05 p.u.
	Desviaci3n de tensi3n en baja tensi3n	5 %
	Desviaci3n de tensi3n en media tensi3n	3 %
	Regulaci3n de tensi3n	½ del ancho de banda de regulaci3n
	Desbalance de tensi3n en nodos trif3sicos	3 %
Criterios t3rmicos	Sobrecarga en l3neas	Mayor a 100 %
	Sobrecarga en transformadores	Mayor a 100 %
Criterios de dispositivos de protecci3n	Aumento de corriente de falla	10 %
	Coordinaci3n Interruptor reconectador-fusible	100 A
	Reducci3n de alcance	10 %
	Disparo simp3tico	No evaluado – sin informaci3n espec3fica por circuito
	Tipos de falla evaluados	<ul style="list-style-type: none"> • ABCG: trif3sica a tierra • AB: Bif3sica entre l3nea A y B • BC: Bif3sica entre B y C • AC: Bif3sica entre A y C • AG: Monof3sico l3nea A a tierra • BG: Monof3sico l3nea B a tierra • CG: Monof3sico l3nea C a tierra.

Par3metros de simulaci3n en integraci3n de RD de peque1a escala	Paso m3ximi de instalaci3n en transformadores (circuitos secundarios) en integraci3n de RD de peque1a escala	10 kVA
	M3xima instalaci3n total permitida	40 MVA
	Aporte a corriente de corto circuito de los RD, con respecto corriente nominal	120 %
Par3metros de simulaci3n en integraci3n de RD de gran escala	Paso de instalaci3n en integraci3n de RD de gran escala	500 kVA
	Distancia entre puntos de evaluaci3n en integraci3n de RD de peque1a escala	Circuito 6: 250 m Circuito 5: 5000 m Resto de circuitos: 1000 m
	Aporte a corriente de corto circuito de los RD, con respecto corriente nominal	120%

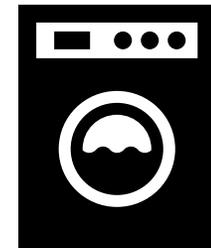
Resultado circuito 1 – Gran Escala Concentrado



Resultado circuito 1 – Pequeña Escala Concentrado

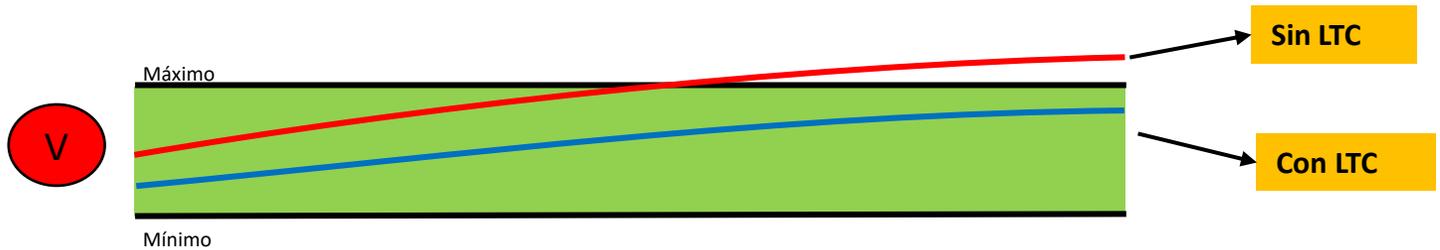
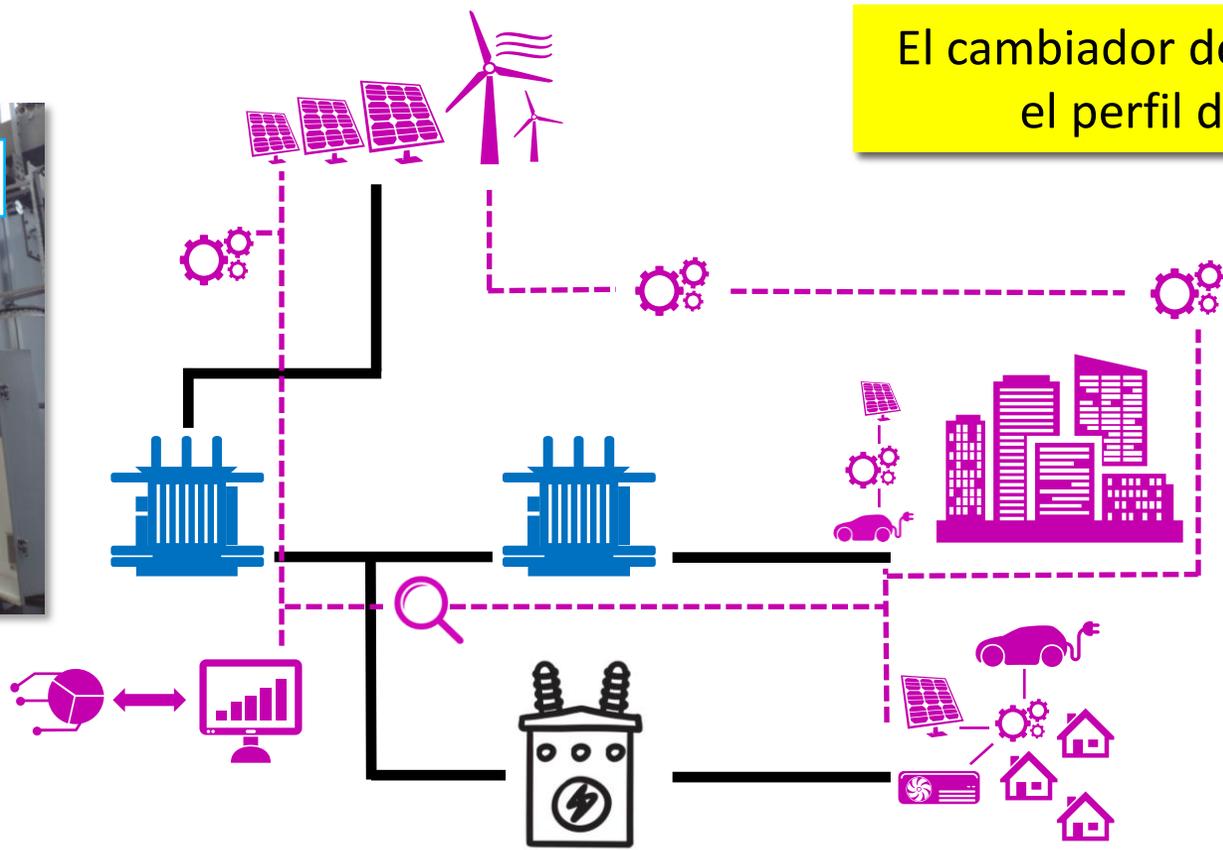


Oportunidades para aumentar la capacidad de alojamiento de nuestros circuitos



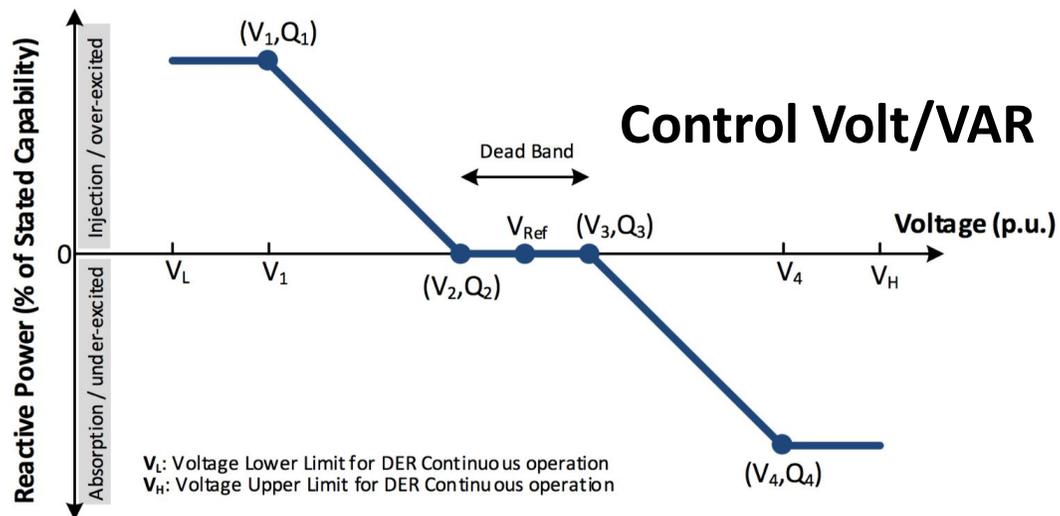
Podemos usar algunos de los existentes activos en la transición hacia esquemas avanzados

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



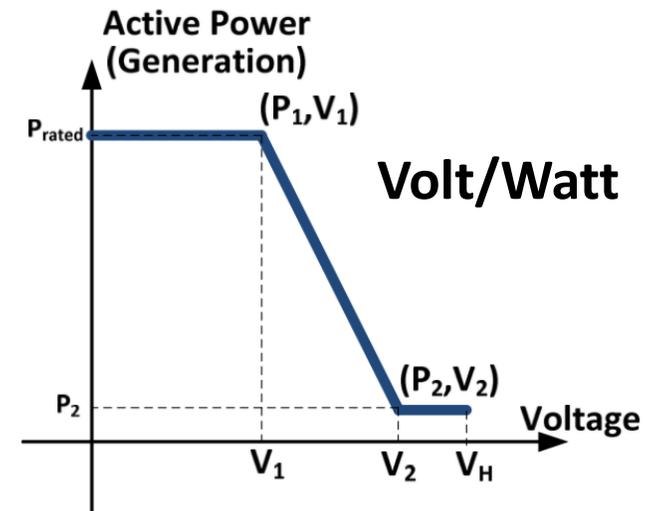
[Advanced Control of OLTC-Enabled LV Networks with PV Systems and Electric Vehicles](#)

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

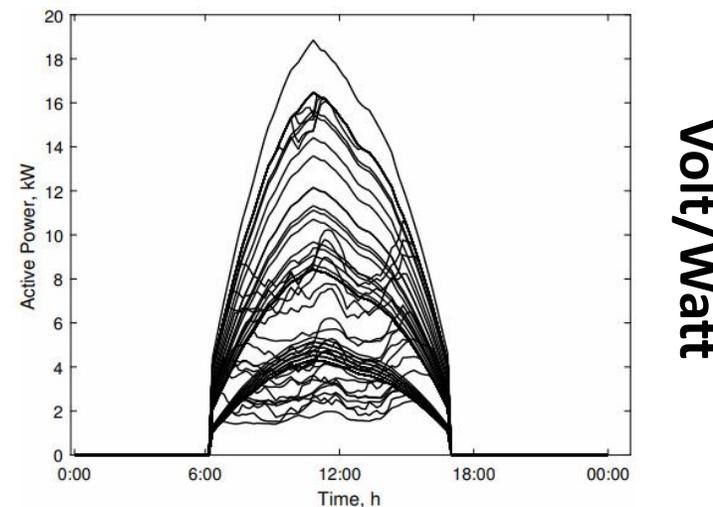
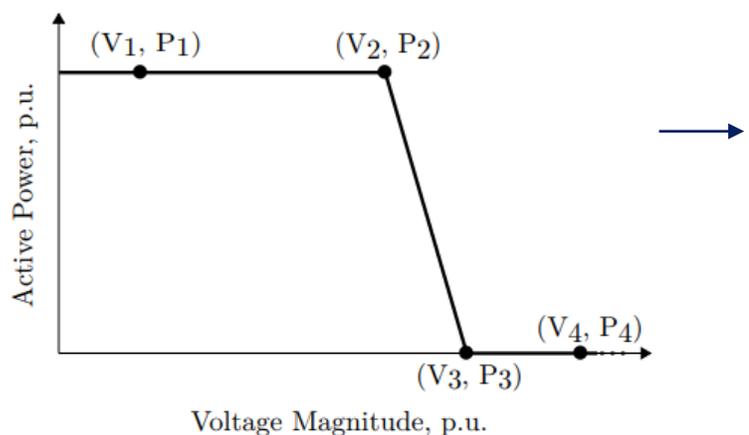
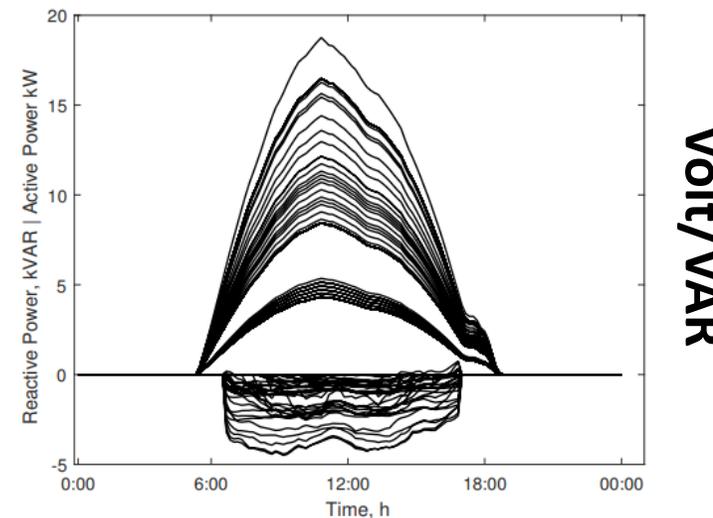
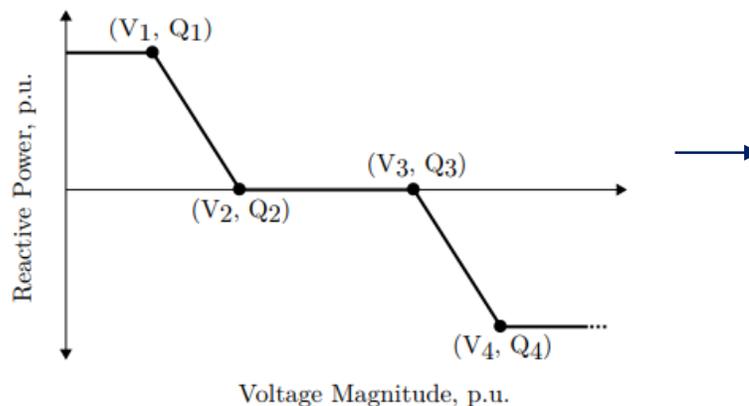


El control **Volt/VAR** consiste en cambiar la potencia reactiva de salida del inversor ante cambios en la tensión.

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



Los ajustes a los inversores se pueden hacer de forma inteligente para reducir el impacto sobre los usuarios



Conclusiones

- A la hora de hacer un estudio de capacidad de alojamiento, es necesario tomar en cuenta diferentes factores: tensi3n, cargabilidad y protecciones.
- Se propone una herramienta de tipo h3brida que tome aspectos de estudios previos para desarrollar el c3lculo de Capacidad de Alojamiento.
- Se demuestra la necesidad de contar con una herramienta que tome en cuenta los efectos de baja tensi3n.
- Los resultados obtenidos muestran que el criterio de protecciones es el m3s restrictivo de los tres.

Muchas gracias por su atención

Dr. Jairo Quirós-Tortós
Consultor
jairoquirostortos@ieee.org

Ing. Orlando Pereira
Consultor
ogpg2006@gmail.com



