



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Grupo Red Eléctrica

**GT Especificaciones de Detalle para la
determinación de la capacidad de
acceso a la red**

17 septiembre 2020

Índice

1. Presentación y bienvenida
2. Aprobación del acta de la reunión anterior
3. Aspectos Generales
 4. Criterio Scc
 - Propuesta de REE
 - Comentarios recibidos
 - Debate
 5. Criterio dinámico
 - Propuesta de REE
 - Comentarios recibidos
 - Debate
 6. Criterio estático
 - Propuesta de REE
 - Comentarios recibidos
 - Debate
7. Próximos pasos

Documento de trabajo
no definitivo

👉 **Bienvenida y Presentación**

Publicación de información

Actividades

- Operación del sistema eléctrico >
- Planificación eléctrica >
- Acceso, conexión y puesta en servicio >
- > Cómo conectar tu instalación a la red
- > Normativa específica, guías y procedimientos
- > Preguntas frecuentes de acceso y conexión
- > Puesta en servicio
- > Plataforma de gestión telemática
- > Estado de las solicitudes
- > Capacidad de acceso
- > Subestaciones: Viabilidad y corrientes de cortocircuito
- Gestor de la red y transportista >
- Sistema eléctrico balear >
- Sistema eléctrico canario >
- Proyectos singulares >
- Demanda y producción en tiempo real >

¡Suscríbete a 'Red al día'!
Recibe nuestro boletín en tu correo

Capacidad de acceso



Capacidad de acceso para generación renovable, cogeneración y residuos

Red Eléctrica lleva a cabo un conjunto de **estudios de integración de la generación renovable, cogeneración y residuos (RCR)** en el sistema eléctrico español orientados a valorar y maximizar en lo posible la capacidad de integración de la generación RCR, garantizando la seguridad de suministro en escenarios futuros.

Las posibilidades de integración se valoran mediante estudios en distintos ámbitos, siendo los estudios de red realizados sobre la base de la planificación de la red de transporte vigente (en la actualidad, Horizonte 2020) los que resultan determinantes para la **valoración de la aceptabilidad de las solicitudes de acceso**. En este ámbito y en el contexto normativo actual, la capacidad de acceso para generación RCR no gestionable vendrá generalmente determinada por el criterio de potencia de cortocircuito.

> Posibilidades de integración en el sistema

Grupo de Trabajo de Especificaciones de Detalle para el Cálculo de la Capacidad de Acceso (GT_ED)

La Circular de Acceso y Conexión a publicar por la CNMC prevé la necesidad de unas Especificaciones de Detalle (ED) necesarias para desarrollar la metodología y condiciones del acceso y conexión, y que permitan asegurar la adecuada aplicación por parte del operador del sistema y los gestores de la red de distribución.

A tal efecto, bajo la supervisión de la CNMC y con presencia del MITECO, Red Eléctrica coordina el Grupo de Trabajo de "Especificaciones de Detalle de determinación de la capacidad de acceso a la red para generación" (GT_ED) orientado a proponer dicha normativa.

> Términos de Referencia [Próximamente]

> Notas de Reunión y Presentaciones [Próximamente]

> Entregables [Próximamente]

Y ya empezamos con las ED ...

👉 **Sobre la aplicación, definiciones y consideraciones generales sobre la capacidad**

Documento de trabajo
no definitivo

Objeto, Ambito y Consideraciones preliminares

Objeto: establecer los aspectos particulares de criterio y metodología, así como de información, para el cálculo de la capacidad de acceso a la red de transporte de instalaciones de generación con conexión directa a la red de transporte o con conexión en distribución con afección sobre la red de transporte y la operación del sistema

Ámbito de aplicación, a sujetos: OS y GRdT, Transportista o distribuidores propietarios de elementos de transporte, GRdD, titulares de instalaciones de generación

Instalación de generación: MGE {MGES, MPE} según Reglamento (UE) 2016/631 y RD647/2020

Potencia instalada según Art.3 del RD413/2014, excepto para fotovoltaica según Art. 3.h) del Real Decreto 244/2019

Acuerdo de Conexión: Contrato Técnico de Acceso

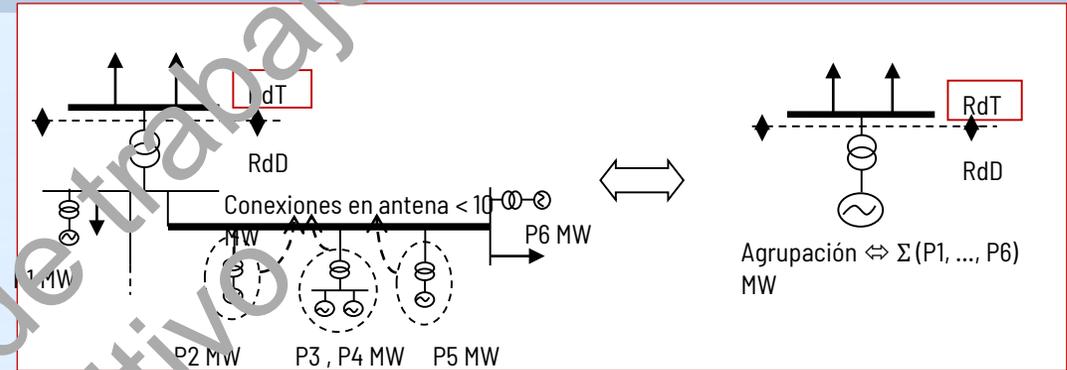
Nudo de la red de transporte susceptible de valoración de capacidad de acceso parque de subestación de una tensión determinada cuyo embarrado o conjunto de barras es perteneciente a la red de transporte existente o planificada con carácter vinculante, en los términos de la normativa vigente (procedimientos de operación P.0.12.2 y P.0.13.3)

Consideraciones generales de capacidad de acceso

Capacidad de acceso: Carácter nodal y, en su caso, zonal

Zona: conjunto de nudos con influencia mutua y que comparten limitación de uno o más criterios de capacidad de acceso, incluyendo red de distribución subyacente

Conectados a RdD (≥ 1 MW y afección >10 MW sobre nudo RdT)



Potencia instalada mínima para nueva salida a la red de transporte (previsible solución en planificación) según P0s

Capacidad de acceso de generación otorgada a una instalación será la **capacidad máxima** según Reglamento (UE) 2016/631, como la **máxima potencia que podrá inyectar dicha instalación** en el punto frontera de conexión física con la red de transporte. No es una capacidad garantizada.

- La valoración para cada uno de los criterios se llevará a cabo sobre un conjunto de escenarios representativos del año horizonte final del Plan vigente de desarrollo de la red de transporte, en condiciones de disponibilidad completa de red.
- La capacidad de acceso de un nudo o zona de la red para un tipo de generación será el mínimo de las capacidades resultantes de los criterios de potencia de cortocircuito, de comportamiento estático y de comportamiento dinámico **que le fueran de aplicación.**

CRITERIO	APLICA
4.2.1 Potencia de Cortocircuito	Sólo a MPE
4.2.2 Comportamiento Estático	MGES y MPE
4.2.3 Comportamiento Dinámico	MGES y MPE

Ahora tratamos de ...

👉 **Criterio Sec**

Documento de trabajo
no definitivo

ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

Aspectos que son necesario desarrollar en las EEDD.

Especificación de Detalle	
1	Ámbito de aplicación
2	Aplicabilidad del criterio WSCR para la valoración de la capacidad de acceso
3	Potencia de cortocircuito trifásica efectiva
4	Umbral de admisibilidad de WSCR, si no viniera definido en la Circular
5	Determinación de las ZIE. Umbral MIIF
6	Controles o diseños específicos en MPE
7	Escenario de aplicación
8	Influencia de la RdD subyacente para evaluación del criterio WSCR -> PENDIENTE DESARROLLAR PROPUESTA

ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

1. Ámbito de aplicación

- Criterio de aplicación para la valoración de la capacidad de acceso de MPE.
- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
6	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	Este criterio será de aplicación para la valoración de la capacidad de acceso de MPE.

Documento de trabajo
no definitivo



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

2. Aplicabilidad del criterio WSCR para la valoración de la capacidad de acceso (I)

- **Referencia:** Circular de Acceso y Conexión y GT_Scc
- Índice Ponderado de Potencia de Cortocircuito (WSCR, Weighted Short Circuit Ratio): relación ponderada entre la potencia de cortocircuito y las capacidades máximas de acceso de MPE en nudos de una misma ZIE
- No es de aplicación directa para determinar la capacidad máxima de acceso:
 - Infinitas soluciones (problema indeterminado)
 - **Necesidad de una hipótesis adicional → Reparto de capacidad proporcional a la Scc de los nudos que integran la ZIE**
- Se tendrán en cuenta consideraciones particulares
- Revisión anual

Índice WSCR

$$WSCR = \frac{\sum_i^N Scc_i \cdot P_{MPE_i}}{(\sum_i^N P_{MPE_i})^2}$$

Capacidades de acceso de MPE

$$P_{MPE j} = k \cdot \frac{Scc_j}{WSCR}$$

$$k = \frac{\sum_i^N Scc_i^2}{(\sum_i^N Scc_i)^2}$$



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

2. Aplicabilidad del criterio WSCR para la valoración de la capacidad de acceso (II)

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	<p>Índice Ponderado de Potencia de Cortocircuito (WSCR, Weighted Short Circuit Ratio): Relación ponderada entre la Scc y las capacidades máximas de acceso de MPE en nudos de una misma ZIE, según la siguiente expresión:</p> $WSCR = \frac{\sum_i^N Scc_i \cdot P_{MPE_i}}{(\sum_i^N P_{MPE_i})^2}, \text{ siendo:}$ <p>Scc_i: Potencia de cortocircuito trifásica efectiva en MVA del nudo i perteneciente a la ZIE. N: Número de nudos que constituyen la ZIE. P_{MPE_i}: Capacidad máxima en MW de MPE conectados o con permiso de acceso otorgado al nudo i perteneciente a la ZIE.</p>
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	<p>La capacidad de acceso de los nudos de una ZIE se distribuirá en función de su Scc, tal y como se indica en la siguiente expresión, pudiéndose utilizar a este respecto consideraciones particulares de dichos nudos (viabilidad físico-técnica de habilitar nuevas salidas para generación, ...) y se revisará anualmente por el operador del sistema. Así la capacidad de acceso (en MW) del nudo j, sería:</p> $\frac{\sum_i^N Scc_i^2}{(\sum_i^N Scc_i)^2} \cdot \frac{Scc_j}{WSCR}, \text{ siendo:}$ <p>Scc_j: Potencia de cortocircuito trifásica efectiva en MVA del nudo j perteneciente a la ZIE. N: Número de nudos que constituyen la ZIE a la que pertenece el nudo j.</p>



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

3. Potencia de cortocircuito trifásica efectiva

- **Referencia:** NERC "Integrating InverterBased Resources into Low Short Circuit Strength Systems Reliability Guideline December 2017" o AEMO "System Strength"

2.4 Short Circuit Ratio (SCR)

SCR is the synchronous three phase fault level (in MVA) divided by the rated output of an IBR generating system (in MW or MVA) measured at the generating system's connection point.

Weighted Short Circuit Ratio⁷ (WSCR)

The weighted short circuit ratio (WSCR) has been recently applied in Texas to assist in defining operational limits for the transmission of power from inverter-based resources across key power system interfaces. WSCR is defined as:

$$WSCR = \frac{\sum_i^N SCMV A_i * P_{RMW_i}}{(\sum_i^N P_{RMW_i})^2}$$

where $SCMV A_i$ is the short circuit capacity at bus i without current contribution from non-synchronous generation and P_{RMW_i} is the MW output of non-synchronous generation to be connected at bus i . N is the number of wind plants fully interacting with each other and i is the wind plant index.

- Se tendrá en cuenta únicamente la Scc trifásica aportada por generadores síncronos
- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	Índice Ponderado de Potencia de Cortocircuito [...], según la siguiente expresión: $WSCR = \frac{\sum_i^N Scc_i \cdot P_{MPE_i}}{(\sum_i^N P_{MPE_i})^2}$, siendo: Scc _i : Potencia de cortocircuito trifásica efectiva en MVA del nudo i perteneciente a la ZIE.
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	[...] Así la capacidad de acceso (en MW) del nudo j , sería: $\frac{\sum_i^N Scc_i^2}{(\sum_i^N Scc_i)^2} \cdot \frac{Scc_j}{WSCR}$, siendo: Scc _j : Potencia de cortocircuito trifásica efectiva en MVA del nudo j perteneciente a la ZIE.

- Tras nuevo análisis por parte de REE se propone incluir en las ED una definición más explícita al concepto de Scc efectiva, para no dejar lugar a dudas de cómo evaluarlo.



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

4. Umbral de admisibilidad de WSCR (I), si no viniera definido en la propia circular AyC.

- **Referencia:** GT_Scc Entregable_3_Conclusiones_GT_Scc_vf y consulta a fabricantes (a determinar por la CNMC - Circular AyC-)
- En función de la adecuación tecnológica de los MPE, se establecen los siguientes

ZIE en la que **todos** los MPE en servicio y con permiso de acceso otorgado cumplen con los requisitos técnicos del Reglamento (UE) 2016/602

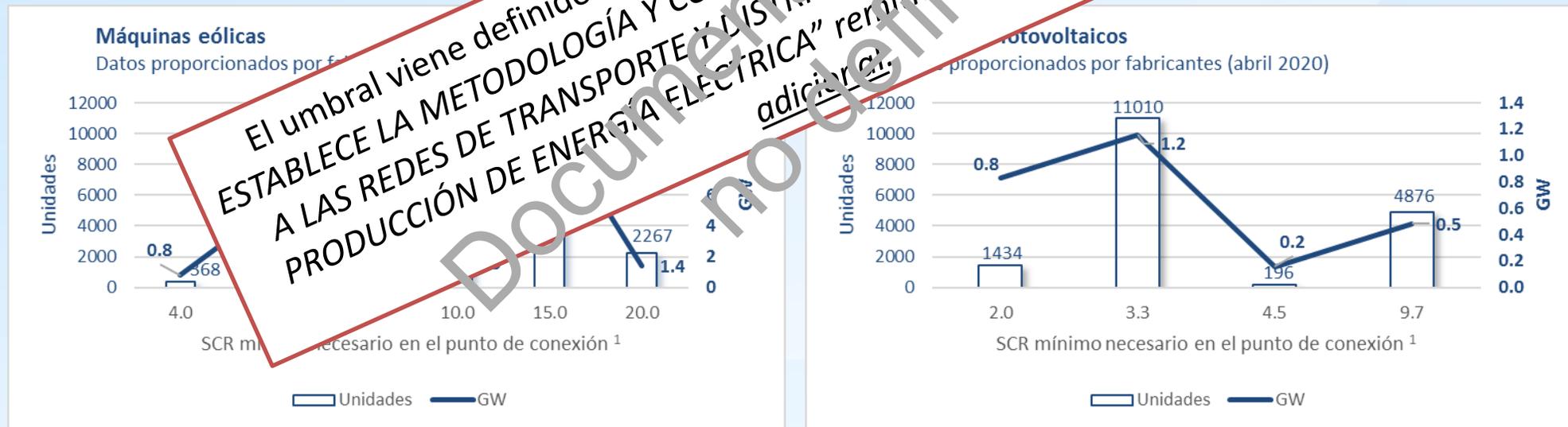
No

Si

Valores WSCR

Recomendado 15/6

(*)



Nota: valores de SCR estimados en el punto de conexión del parque con el sistema eléctrico

ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

4. Umbral de admisibilidad de WSCR (II), si no viniera definido en la propio circular AyC.

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

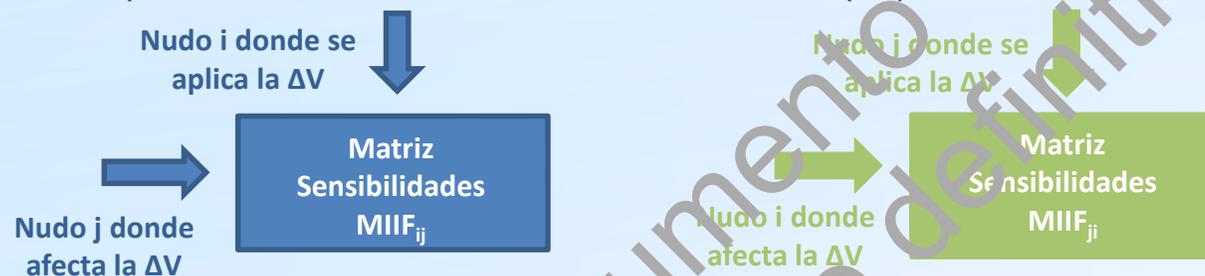
Pág.	Apartado	Texto						
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	<p>En función de la adecuación tecnológica de los MPE, se establecen los siguientes límites de WSCR:</p> <table border="1"><thead><tr><th>ZIE en la que todos los MPE en servicio y con permiso de acceso otorgado cumplen con los requisitos técnicos del Reglamento (UE) 2016/131</th><th>WSCR</th></tr></thead><tbody><tr><td>No</td><td>20¹</td></tr><tr><td>Sí</td><td>6</td></tr></tbody></table> <p>Nota 1: El valor aquí indicado es el comunicado por las asociaciones sectoriales de renovables en el grupo de trabajo creado al efecto de revisión de criterio vigente de acceso (GT_Scc) como seguro para los MPE existentes. Consultas posteriores del OS a fabricantes de máquinas eólicas y FV indican que, conforme a la información aportada, la gran mayoría de máquinas eólicas e inversores fotovoltaicos instalados en nuestro sistema tendrían teóricamente un funcionamiento estable con un valor de 15.</p>	ZIE en la que todos los MPE en servicio y con permiso de acceso otorgado cumplen con los requisitos técnicos del Reglamento (UE) 2016/131	WSCR	No	20 ¹	Sí	6
ZIE en la que todos los MPE en servicio y con permiso de acceso otorgado cumplen con los requisitos técnicos del Reglamento (UE) 2016/131	WSCR							
No	20 ¹							
Sí	6							



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

5. Determinación de las ZIE. Umbral MIIF (I)

- **Referencia:** Cigre WG B4.41 (2008) "Systems with multiple DC infeed"
- Zona de Influencia Eléctrica (ZIE): Conjunto de nudos de la red de transporte eléctricamente próximos en los que la variación de tensión en un nudo tiene una influencia significativa en la tensión del resto de nudos, para lo que se utilizará el Factor de Interacción Múltiple (MIIF, Multi Infeed Interaction Factor)
- El factor MIIF puede variar en función del nudo donde se aplique la variación de tensión



- La matriz MIIF del sistema se obtiene con el valor más restrictivo obtenido entre $MIIF_{ij}$ y $MIIF_{ji}$
- Nudos del sistema fuertemente unidos tienen un $MIIF \geq 0,98$ (análisis y experiencia)
- Agrupaciones de nudos dan lugar a las ZIE
- Gestión de intersecciones



Índice MIIF

$$MIIF_{ij} = \frac{\Delta V_j}{\Delta V_i}$$

$$MIIF_{ij} \neq MIIF_{ji}$$



Matriz MIIF del sistema eléctrico

$$\max (MIIF_{ij} , MIIF_{ji})$$

$$\begin{pmatrix} 1 & \dots & MIIF_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ MIIF_{N,1} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

$n \times n$

Umbral MIIF

$$MIIF \geq 0,98$$

ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

5. Determinación de las ZIE. Umbral MIIF (II)

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
6	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	<p>Con objeto de contemplar la influencia eléctrica mutua entre nudos cercanos y entre MPE conectados a ellos, se definen:</p> <p>Zona de Influencia Eléctrica (ZIE): conjunto de nudos de la red de transporte eléctricamente próximos en los que la variación de tensión en un nudo tiene una influencia significativa en la tensión del resto de nudos, para lo que se utilizará el Factor de Interacción Múltiple (MIIF, Multi Infeed Interaction Factor):</p> $MIIF_{ij} = \frac{\Delta V_j}{\Delta V_i}, \text{ siendo:}$ <p>ΔV_i: Variación de tensión (kV o p.u.) en el nudo i ΔV_j: Variación de tensión (kV o p.u.) inducida en el nudo j como consecuencia de la variación de tensión del nudo i</p> <p>Se considera que dos nudos de la red de transporte pertenecen a la misma ZIE si su índice $MIIF \geq 0,08$.</p>



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

6. Exención de aplicación del criterio Scc a MPE. Controles o diseños específicos en MPE

- **Referencia:**
- Aplicación singular del criterio WSCR a aquellos MPE que acrediten la disponibilidad de controles o diseños específicos que justifiquen una menor necesidad de Scc
- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
7	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	El operador del sistema podrá eximir de la aplicación o realizar una aplicación singular del criterio WSCR a aquellos MPE para los que en la solicitud de acceso se acredite la disponibilidad de controles o diseños específicos que justifiquen una menor necesidad de Scc en la red de transporte para asegurar un funcionamiento estable (e.g., control grid forming). Esta consideración requerirá su acreditación efectiva previamente a la puesta en servicio.



ED para RdT. Criterios de potencia de cortocircuito

7. Escenario de aplicación (II)

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
7 y 8	4.2.1 Capacidad de Acceso por Potencia de Cortocircuito	La determinación de la capacidad de acceso por Scc y la definición de ZIE se evaluará a partir de escenarios del año horizonte de la planificación vigente representativos de situaciones de baja Scc en el sistema, al objeto de reducir el riesgo de interacciones entre controles de MPE o potenciar mal funcionamiento de los equipos o del propio sistema. Se entenderán como escenarios representativos de baja Scc aquellos que reflejen perfiles de Scc con probabilidad de ser superada del orden del 5% (i.e., percentil 5), lo que en la práctica puede asimilarse a escenarios con generación síncrona mínima (must-run síncrono). Para evaluar la capacidad de acceso a partir de escenarios de generación síncrona mínima, deberán postularse suficientes escenarios representativos de operación que reflejen de manera topológicamente equilibrada distintas hipótesis de distribución verosímil de la generación síncrona mínima necesaria en el sistema en el año horizonte de la planificación vigente.



Ahora tratamos de ...

👉 **Criterio dinámico**

Documento de trabajo
no definitivo

ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

Aspectos que son necesarios desarrollar en las EEDD.

Especificación de Detalle	
1	Ámbito de aplicación
2	Criterios de admisibilidad dinámica
	2.1 Criterio de la máxima desconexión de generación (SEPE)
	2.2 Criterio del máximo deslastre de demanda (TNPI)
	2.3 Criterio de la pérdida de sincronismo entre generadores
	2.4 Criterio del régimen permanente final
	2.5 Criterio de la desconexión de las líneas de interconexión España-Francia (SEPE)
	2.6 Criterio del amortiguamiento de las oscilaciones
3	Limitaciones de capacidad zonales
4	Escenarios de estudio

ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

1. Ámbito de aplicación

- Criterio de aplicación para la valoración de la capacidad de acceso de MGES y MPE.
- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
8	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	Este criterio será de aplicación para la valoración de capacidad de acceso de MGES y de MPE.

Documento de trabajo
no definitivo

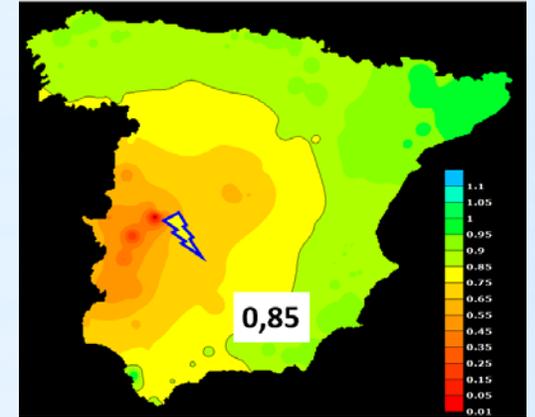


ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.1 Criterio de la máxima desconexión de generación

• Referencias:

- P.O. 13.1. Criterios de desarrollo de la red de transporte: capacidad máxima de generación, máxima desconexión de generación admisible
- Criterios generales de protección: tipo de falta (trifásica franco a tierra), tiempo instantáneo de despeje de falta (100 ms), tiempo de actuación de la protección de fallo de interruptor (250 ms)
- Este criterio aplica solo al SEPE. No aplica a los TNP.
- Ante faltas en el sistema es muy probable que se produzca la desconexión de generación.
- Es lógico y esperable la desconexión de generación cercana a la falta (principalmente por mínima tensión, sobretensión, sobre velocidad, pérdida de sincronismo o aislamiento del defecto).
- Sin embargo, también se produce la desconexión de generación, alejada de la falta, que no presenta la capacidad para soportar hueco de tensión (FRTC). Esta generación corresponde a eólica y fotovoltaica existente de España y Portugal, y a generación futura Tipo A.
- La desconexión de generación sin FRTC supone grandes desequilibrios instantáneos entre la generación y la demanda, lo cual incrementa el riesgo para la seguridad del sistema, y recorta las capacidades de acceso de la mayoría de los nudos de la RdT



Extensión del hueco de tensión.

ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.1 Criterio de la máxima desconexión de generación

SSEE SB, DB y TB:

Capacidad total por nudo

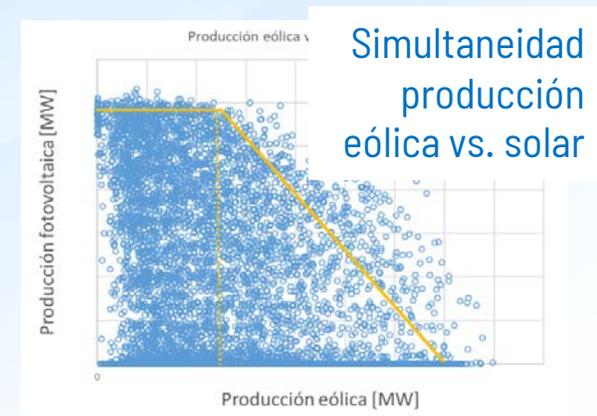
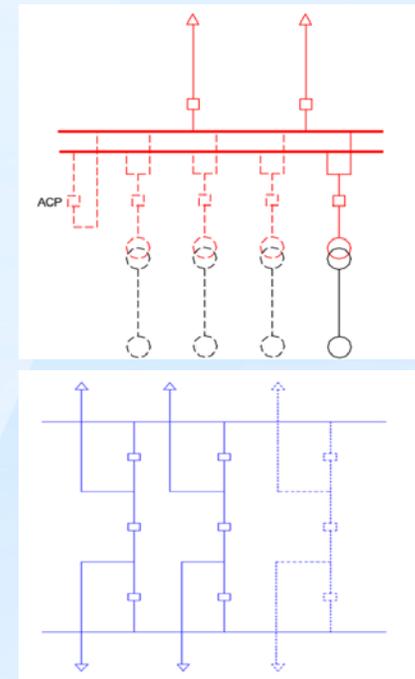
$$\begin{aligned} \text{Cap.}_{100 \text{ ms}} &= 1.300 \text{ MW} - \sum P_{\text{desconectada}} \\ \text{Cap.}_{250 \text{ ms}} &= 3.000 \text{ MW} - \sum P_{\text{desconectada}} \\ \text{Cap. Nudo} &= \min(\text{Cap.}_{100 \text{ ms}}, \text{Cap.}_{250 \text{ ms}}) \end{aligned}$$

SSEE IM y AN:

Capacidad total por nudo y por calle

$$\begin{aligned} \text{Cap.}_{100 \text{ ms}} &= 1.300 \text{ MW} - \sum P_{\text{desconectada}} \\ \text{Cap.}_{250 \text{ ms}} &= 3.000 \text{ MW} - \sum P_{\text{desconectada}} \\ \text{Cap. Calle} &= \text{Cap.}_{100 \text{ ms}} \\ \text{Cap. Nudo} &= \text{Cap.}_{250 \text{ ms}} \end{aligned}$$

- La aplicación de este criterio implica conocer la topología de la subestación donde se simula la falta. A efectos prácticos y con carácter general, puede concluirse:
 - Subestaciones de "barra simple" y "doble barra": la falta de 100 ms (con la desconexión asociada máxima admisible de 1.300 MW), es el criterio limitante a la hora de valorar la capacidad de acceso.
 - Subestaciones de "interruptor y medio" y "anillo", la falta limitante es la de 250 ms (con la desconexión asociada máxima de 3.000 MW), si bien existe una limitación de capacidad de acceso máxima alcanzable a nivel de calle de 1.300 MW.
- Para la desconexión de generación local (muy cercana a la falta) se contabiliza como pérdida de generación el 100% de la potencia instalada. Para el resto se considera < 100%, en función de **coeficientes de simultaneidad de producción eólica vs. solar**.



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.1 Criterio de la máxima desconexión de generación

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Con carácter general, para el sistema eléctrico peninsular español se considerarán inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad aquellas simulaciones dinámicas en las que se produzca alguno de los siguientes fenómenos: (...)</p> <ul style="list-style-type: none">Desconexiones de generación superiores a 3.000 MW ante faltas de 250 ms³. <p>Nota 3: 250 ms es el mínimo tiempo de despeje con actuación correcta del sistema de protecciones pero con fallo de interruptor (N-1 de elemento sin redundancia) de acuerdo a la metodología de los tiempos críticos establecida en los "Criterios Generales de Protección". Se utiliza de acuerdo al P.O.13.1 para la evaluación de la capacidad máxima de producción por nudo/zona como fallo de modo común con capacidad de provocar la desconexión de toda la generación de un mismo nudo o nudos eléctricamente próximos.</p>
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<ul style="list-style-type: none">Algún nudo de la red presenta un tiempo crítico de despeje de defecto inferior a 100 ms⁴. En la práctica, esto se asimila a desconexiones de generación superiores a 1.300 MW (máxima desconexión admisible por diseño de reservas del sistema) ante faltas mantenidas 100 ms. <p>Nota 4: 100 ms es el mínimo tiempo de despeje para las protecciones de acuerdo a la metodología de los tiempos críticos establecida en los "Criterios Generales de Protección".</p>



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.1 Criterio de la máxima desconexión de generación

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>(...)</p> <p>Atendiendo a los dos últimos puntos, a efectos prácticos y con carácter general, puede concluirse:</p> <ul style="list-style-type: none">La <u>capacidad de acceso total</u> de una subestación, atendiendo únicamente a los dos puntos mencionados, corresponde a la máxima desconexión de generación admisible ante falta menos la suma de la potencia desconectada en otras subestaciones tras la aplicación de la falta<u>Subestaciones de barra simple y doble barra</u>: la falta de 100 ms (con la desconexión asociada máxima admisible de 1.300 MW), es el criterio limitante a la hora de valorar la capacidad de acceso.<u>Subestaciones de interruptor y medio y anillo</u>: la falta limitante es la de 250 ms (con la desconexión asociada máxima de 3.000 MW), si bien existe una limitación de capacidad de acceso máxima alcanzable a nivel de calle de 1.300 MW.Para subestaciones con configuraciones distintas se aplicará la misma metodología adaptando las contingencias postulables según los "Criterios generales de protección".



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.2 Criterio del máximo deslastre de demanda

• Referencias:

- P.O. 13. Criterios de planificación de las redes de transporte de los sistemas eléctricos insulares y extrapeninsulares: capacidad máxima de generación:

“Desde el punto de vista de la estabilidad dinámica del sistema, todas las nuevas subestaciones, deben cumplir el criterio de máxima capacidad de producción (...) por nudo o zona eléctrica, para lo cual, ninguna falta eléctrica en embarrados despiada en los tiempos más reducidos que permita el sistema de protección, provocará: (...)

- La pérdida de más del 10% de la demanda por actuación directa de los sistemas de deslastre de cargas por frecuencia.”

• Aplicación para el cálculo de la capacidad de acceso:

1. Determinar la máxima pérdida de generación admisible en cada sistema: aquella que provoca el incumplimiento del criterio del 10% ($G_{10\%}$)
2. Cálculo de la capacidad de acceso total en cada nudo, atendiendo a este criterio:

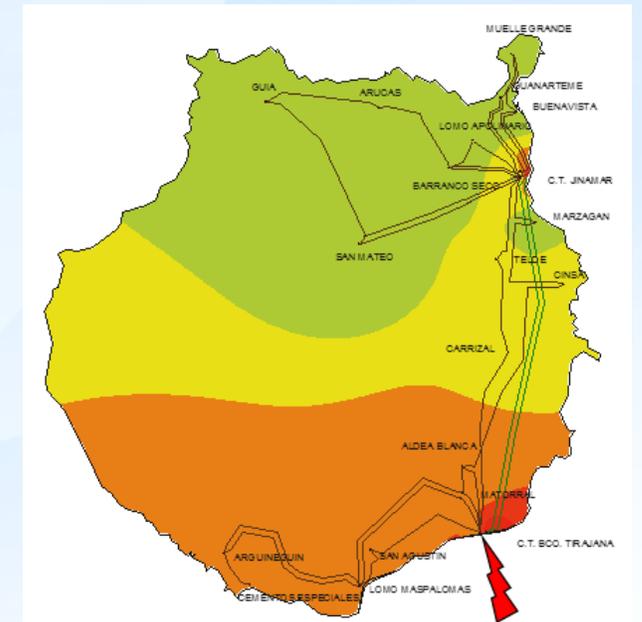
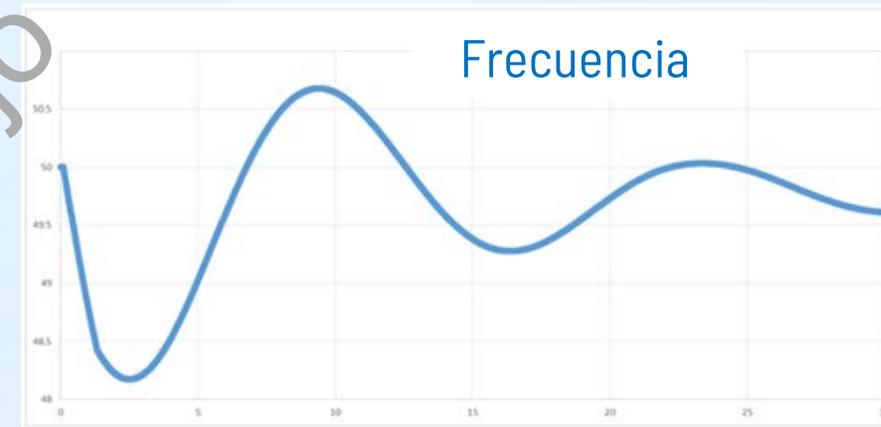
SSEE SB, DB y TB:
Capacidad por nudo

$$\text{Cap. Nudo} = G_{10\%} - \sum P_{\text{desconectada}}$$

SSEE IM y AN:
Capacidad por nudo y por calle

$$\begin{aligned}\text{Cap. Calle} &= G_{10\%} - \sum P_{\text{desconectada}} \\ \text{Cap. Nudo} &= n * \text{Cap. Calle}\end{aligned}$$

$n = n^{\circ}$ de calles disponibles para generación



Extensión del hueco de tensión

ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.2 Criterio del máximo deslastre de demanda

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Con carácter general, para los sistemas eléctricos de los territorios no peninsulares se considerarán inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad aquellas simulaciones dinámicas en las que se produzca alguno de los siguientes fenómenos:</p> <p>(...)</p> <ul style="list-style-type: none">Pérdida de más del 10% de la demanda por actuación directa de los sistemas de deslastre de carga por frecuencia.
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Adicionalmente, en los territorios no peninsulares, para minimizar el riesgo para la estabilidad del sistema y las restricciones en la operación, la capacidad de acceso para una salida de subestación de la red de transporte (o que pudiera desconectarse por fallo simple de un elemento de las instalaciones de conexión) estará sujeta a los límites resultantes de los correspondientes estudios de estabilidad de frecuencia realizados por el operador del sistema para cada uno de los subsistemas eléctricos no peninsulares.</p>

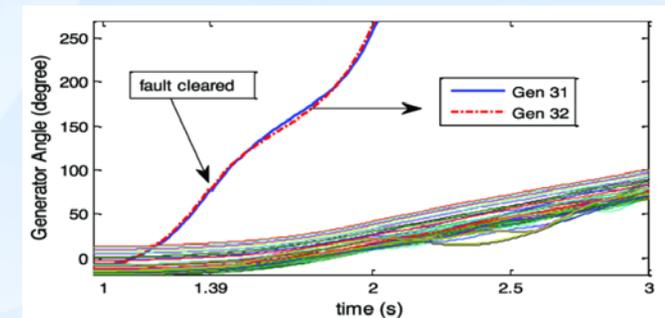
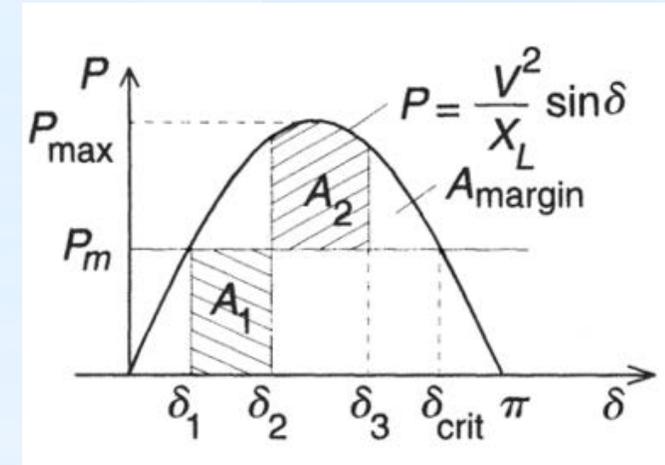


ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.3 Criterio de pérdida de sincronismo entre generadores de distintas áreas

• Referencias:

- P.O. 13.1. Criterios de desarrollo de la red de transporte: capacidad máxima de generación
- Ante falta en algunos nudos de la red, uno o varios generadores se pueden acelerar. En el peor de los casos, los grupos pueden llegar a una sobrevelocidad excesiva que suponga la desconexión de los mismos por **pérdida de sincronismo**.
- Las posibilidades de pérdida de sincronismo de un generador aumentan con los siguientes factores:
 - Elevada producción en el nudo o zona
 - Tiempos largos de aplicación de la falta
 - Impedancia elevadas de evacuación
- La pérdida de sincronismo y desconexión de uno o varios grupos frente al resto del sistema es aceptable, siempre que la desconexión total de generación no supere los límites máximos admisibles (1.300 MW / 3.000 MW).
- Sin embargo **no se considera admisible la pérdida de sincronismo de un conjunto de generadores frente a otro**. Este fenómeno puede llevar a fuertes oscilaciones de potencia entre las líneas de conexión de las distintas zonas en las que están ubicados los generadores. Para evitar este fenómeno podría ser necesario **restringir la capacidad de acceso**.



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.3 Criterio de pérdida de sincronismo entre generadores de distintas áreas

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	Pérdida de sincronismo entre áreas de generación coherente, excepto el caso de los generadores que individualmente pierdan el sincronismo frente al resto del sistema eléctrico.

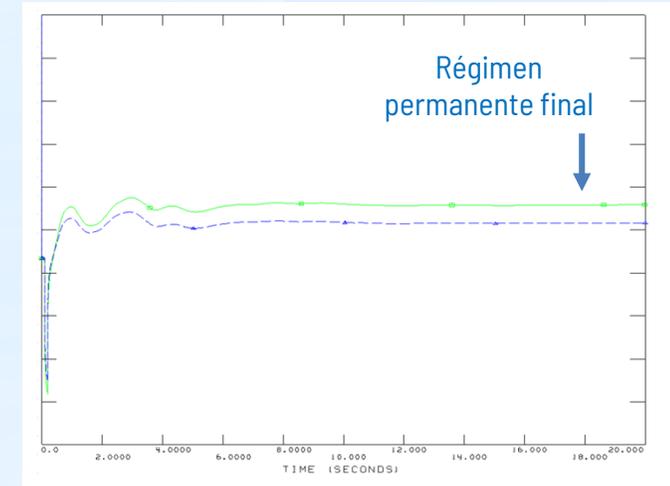
Documento de trabajo
no definitivo



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.4 Criterio del régimen permanente final

- **Referencias:**
 - P.O. 13.1. Criterios de desarrollo de la red de transporte: criterios de fiabilidad
- Uno de los criterios para considerar una simulación admisible, es que tras el régimen transitorio, el sistema alcance un régimen permanente admisible, es decir, que cumpla con los criterios de sobrecargas y tensiones propias de los estudios estáticos.
- Propuesta redacción Especificación de Detalle



Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	Con carácter general, para el sistema eléctrico peninsular español se considerarán inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad aquellas simulaciones dinámicas en las que se produzca alguno de los siguientes fenómenos: (...) El régimen permanente final no cumple con los criterios seguridad y funcionamiento del sistema para comportamiento estático establecidos en los procedimientos de operación para fallo múltiple. No obstante, no se considerarán inadmisibles aquellas violaciones que puedan eliminarse mediante acciones paliativas de la operación evitándose la posible pérdida de suministro extensiva o en cascada.



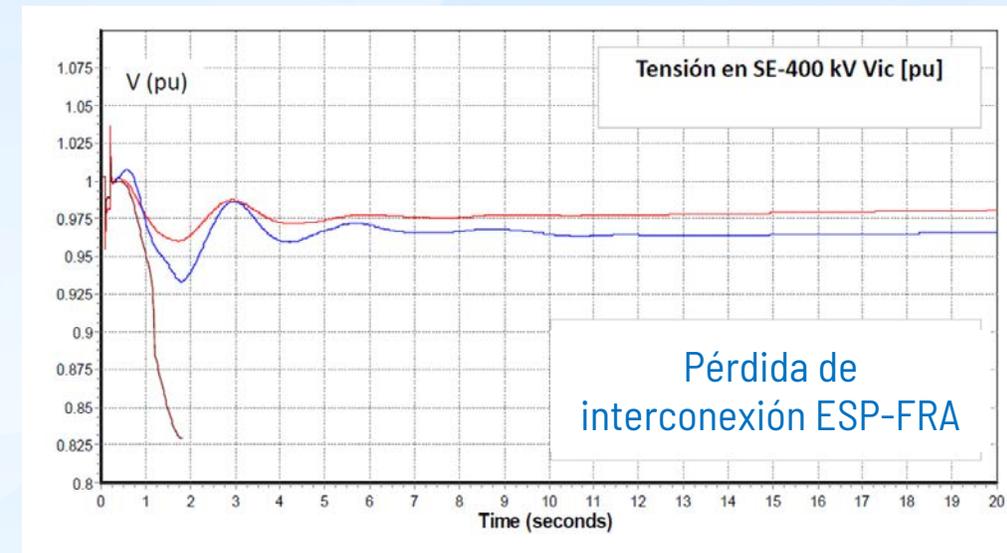
ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.5 Criterio de la pérdida de las líneas de interconexión España-Francia

- **Referencias:**

- P.O. 13.1. Criterios de desarrollo de la red de transporte: capacidad máxima de generación
- Criterios generales de protección
- Characteristics of the France-Spain Interconnection

- El sistema eléctrico francés, unido al resto del sistema europeo interconectado, presta un apoyo muy importante frente a perturbaciones en el sistema eléctrico peninsular. Por lo que mantener esta interconexión en condiciones de grandes perturbaciones es de especial interés.
- La pérdida de las líneas de interconexión con Francia puede deberse a un aumento del flujo de potencia, provocado por la desconexión de generación en la península, lo que puede llevar a fenómenos no admisibles como sobrecargas, subtensiones y pérdida de sincronismo.



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.5 Criterio de la pérdida de las líneas de interconexión España-Francia

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Con carácter general, para el sistema eléctrico peninsular español se considerarán inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad aquellas simulaciones dinámicas en las que se produzca alguno de los siguientes fenómenos: (...)</p> <ul style="list-style-type: none">Desconexión de alguna línea de interconexión España-Francia, por implicar el incumplimiento de los dos primeros aspectos antes mencionados.



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

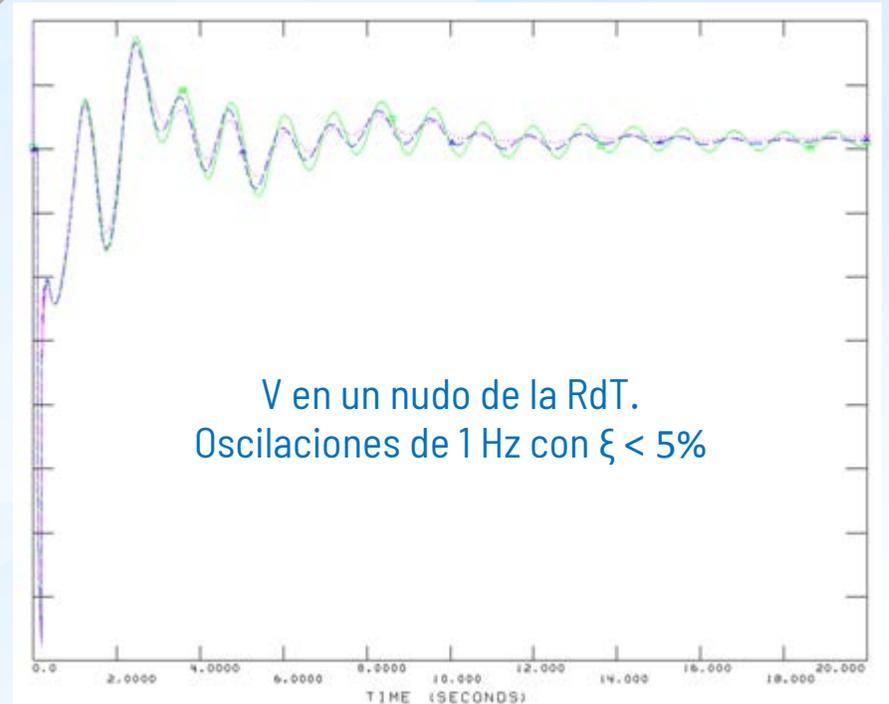
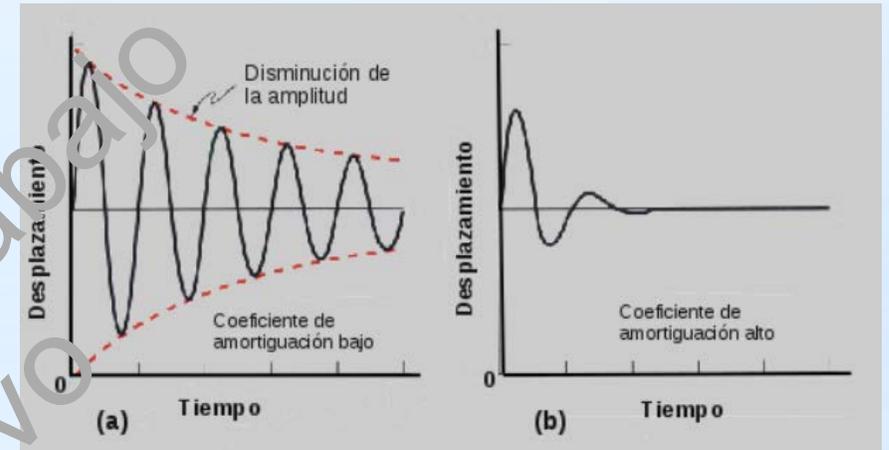
2.6 Criterio del amortiguamiento de oscilaciones

- **Referencias:**

- P.O. 13.1. Criterios de desarrollo de la red de transporte: Comportamiento dinámico
- "Se comprobará que al final de la simulación las oscilaciones de potencia de todos los generadores presenten un coeficiente de amortiguamiento superior al 5%. Donde el coeficiente de amortiguamiento se define como:

$$\xi = \frac{-\sigma}{\sqrt{(\sigma^2 + \omega^2)}} * 100$$

Siendo " σ " el coeficiente de atenuación del término exponencial del modo de oscilación, y " ω " su pulsación (2π *frecuencia).



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

2.6 Criterio del amortiguamiento de oscilaciones

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Con carácter general, para el sistema eléctrico peninsular español se considerarán inadmisibles desde el punto de vista de la estabilidad aquellas simulaciones dinámicas en las que se produzca alguno de los siguientes fenómenos: (...)</p> <ul style="list-style-type: none">Amortiguamiento inferior al 5% en las oscilaciones de potencia de algún generador.

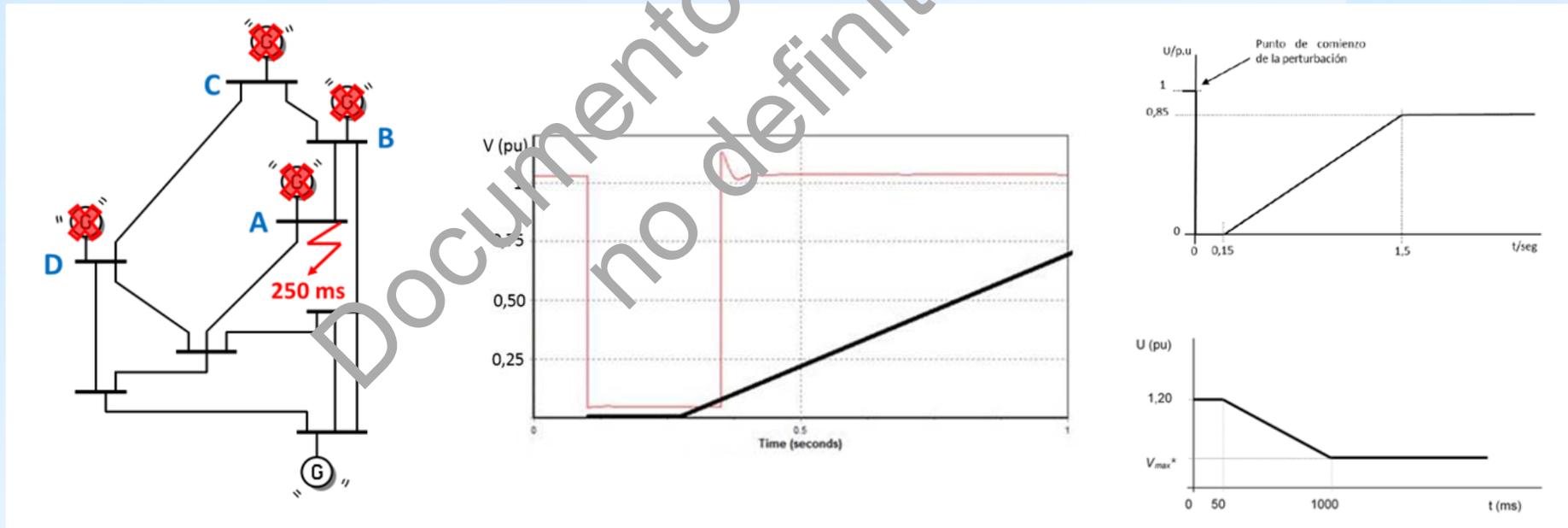


ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

3. Limitaciones zonales

- En términos generales, la aplicación de todos los criterios de admisibilidad tendrá carácter zonal. Los nudos pertenecientes a la misma zona comparten capacidad de acceso.
- Caso particular de determinación de zona: si tras la aplicación de falta en un nudo se produce la desconexión de generadores conectados a otros nudos, estos nudos forman parte de la misma zona (criterio objetivo y de análisis sistemático).

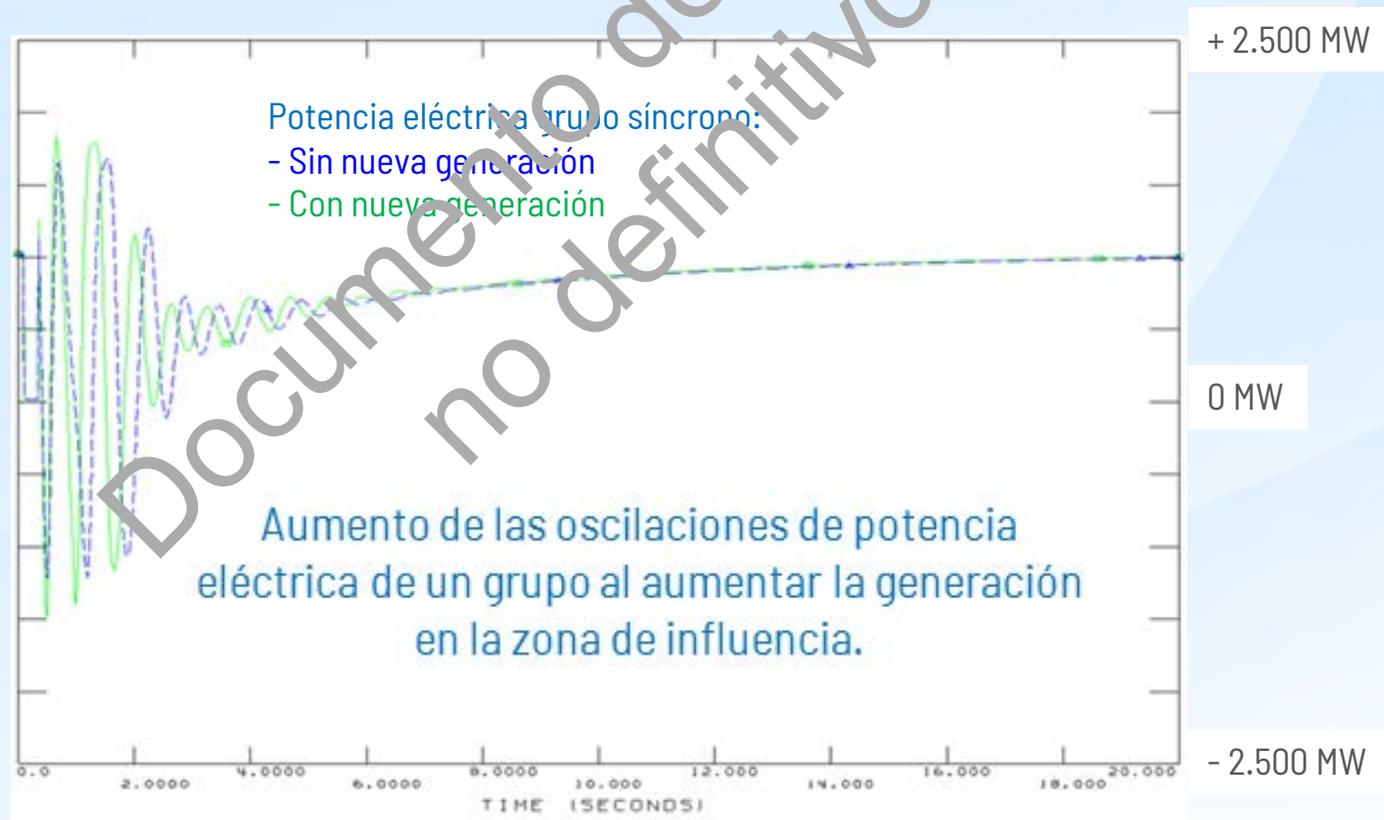
Para la desconexión por mínima tensión o sobretensión de MPE solo contabilizan los que cuenten con la capacidad FRT requerida en la OM TED/749/2020 (para estudios en el SEPE) o P.O. 12.2-SENP vigente (para estudios en los TNP).



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

3. Limitaciones zonales

- Adicionalmente: realización de estudios específicos para determinar el impacto de la incorporación de nueva generación sobre la estabilidad del sistema. Especialmente en zonas donde se hayan identificado previamente situaciones de riesgo para la estabilidad.
- Ejemplo: aumento de las oscilaciones de potencia de grupos síncronos al incorporar nueva generación en nudos cercanos.



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

3. Limitaciones zonales

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
9	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>PROPUESTA PRELIMINAR PARA INCLUIR EN ED:</p> <p>Los criterios para determinar la capacidad de acceso por dinámico tienen carácter nodal (para determinar capacidades de acceso por nodo) y zonal (para determinar capacidades de acceso por zonas).</p> <p>A efectos de cálculo de la capacidad de acceso por dinámico, se define "zona por dinámico" como el conjunto de nudos con influencia similar significativa sobre uno o varios de los criterios de admisibilidad dinámica para la valoración de la capacidad de acceso. De manera particular, para el sistema eléctrico peninsular español, dos o más nudos pertenecerán a una misma "zona por dinámico" si tras la aplicación de un defecto trifásico en uno de ellos, las tensiones residuales por la aplicación de la falta o las sobretensiones transitorias tras despeje de defecto registradas en el resto de nudos, provocaran la desconexión de generadores con capacidades técnicas conforme a la OM TED/749/2020. En el caso de los sistemas de los territorios no peninsulares, la referencia a la orden TED, debe ser entendida como referencia al PO 12.2-SEPE vigente.</p>



ED para RdT. Criterios de comportamiento dinámico

4. Escenarios de estudio

Aceptado



Pág.	Apartado	Texto
10	4.2.3 Capacidad de Acceso por Comportamiento Dinámico	<p>Para determinar la capacidad de acceso por comportamiento dinámico se postularán escenarios representativos de la operación en el horizonte de la planificación vigente que reflejen adecuadamente las problemáticas principales y permitan analizar las potenciales situaciones de mayor riesgo asociadas a la estabilidad dinámica del sistema, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones. Con carácter general, los escenarios postulados cumplirán con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none">• <u>Generación síncrona acoplada</u>: se considerará escenarios del año horizonte final de la planificación vigente representativos de baja generación síncrona acoplada; en particular, escenarios de generación síncrona mínima.• <u>Intercambios con Francia</u>: se podrán considerar escenarios importadores y exportadores; en particular, los valores máximos de importación y de exportación considerados en los casos del año horizonte final de la planificación vigente, por representar las situaciones de mayor riesgo potencial para la estabilidad del sistema.• <u>Producción de generación renovable</u>: se considerará una producción elevada basada en estadísticas reales de producción en los niveles de producción contemplados en los escenarios de planificación.• <u>Demanda</u>: se consideraran valores de demanda de forma que la penetración de la generación renovable (la cobertura de la demanda con renovables) sea elevada, especialmente con generación eólica y fotovoltaica y que sean coherentes con las condiciones anteriores establecidas.• <u>Capacidades y requisitos técnicos de los grupos generadores</u>: se considerarán las características reales de la generación en servicio y el cumplimiento estricto de la normativa vigente para los generadores futuros, es decir, sin considerar capacidades técnicas superiores a las mínimas requeridas en esa normativa. <p>Adicionalmente se podrán evaluar escenarios representativos con elevada concentración zonal de generación, en aras de poder analizar fenómenos dinámicos derivados de estas circunstancias, que no queden reflejadas mediante el análisis de escenarios de baja generación síncrona acoplada.</p>

Ahora tratamos de ...

👉 **Criterio estático**

Documento de trabajo
no definitivo

ED para RdT. Criterio estático

Aspectos que son necesario desarrollar en las EEDD.

Especificación de Detalle	
1	Selección de casos de estudio
2	Determinación de zona o agrupación de nudos
3	Método de cálculo de la capacidad de acceso por comportamiento estático

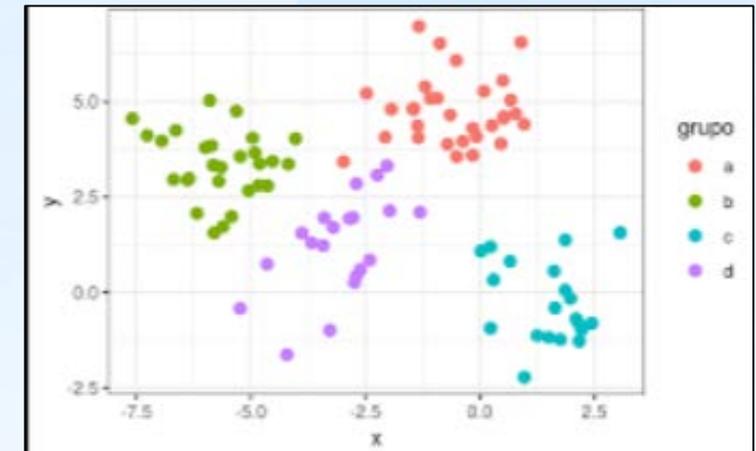
La capacidad de acceso por **comportamiento estático** será la **capacidad máxima de generación** que puede inyectarse en un **nudo** o en una zona compuesta por una **agrupación de nudos** sin que se produzcan sobrecargas ni en situaciones N, ni en N-X no admisibles según los criterios de seguridad recogidos en los POs en una proporción de horas elevada.

ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

1. Selección de casos de estudio

- La selección de casos de estudio se realizará sobre los casos de la **Planificación vigente**:
 - Actualmente → H2015-2020
 - Futuro → H2021-2026 y sucesivas planificaciones
- **Método de clusterización K-Means** aplicado a las series de 8760 datos horarios de
 - Producción Renovable (Eólica + Solar + Hidráulica ReR + Resto no gestionable)
 - Resto Producción (Térmica + Hidráulica gestionable)
 - Demanda
 - Intercambios internacionales

Método que da como **resultado N casos**, cada uno con una **probabilidad asociada**



Se propone que N esté entre **100 y 150 casos de funcionamiento** representativos de la operación a lo largo del año horizonte de estudio, cada uno con su probabilidad asociada.

ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

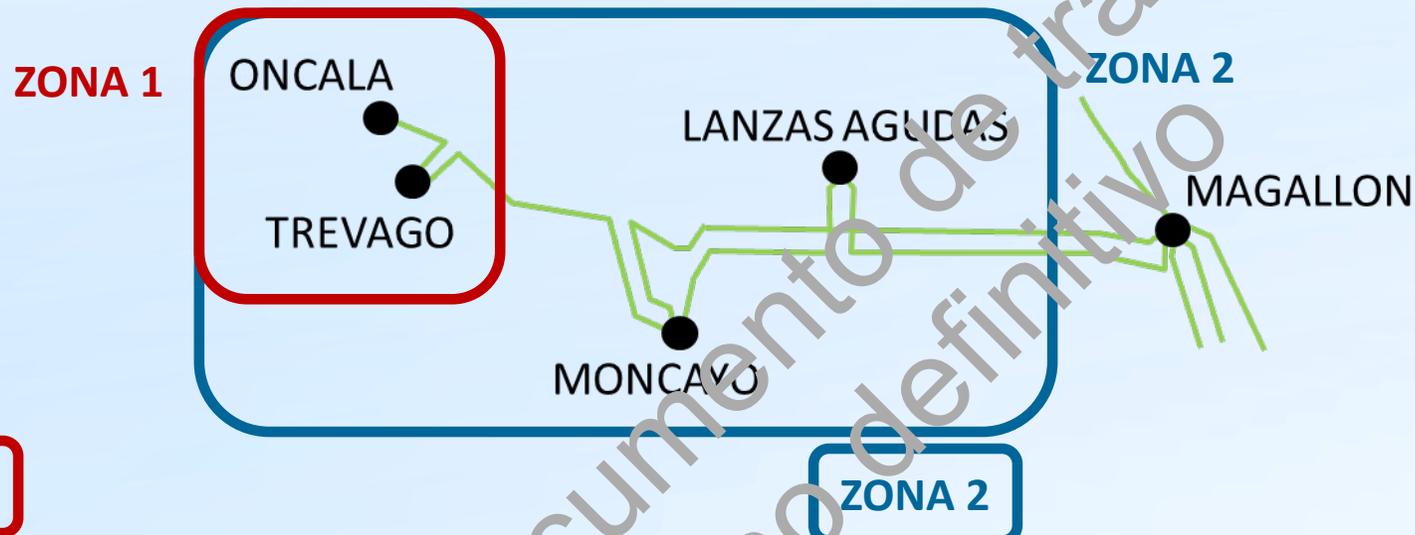
Pág.	Apartado	Texto
8	4.2.2 Capacidad de Acceso por Comportamiento Estático	<p>La capacidad de acceso (MW) por comportamiento estático en un nudo o zona para una determinada situación se determinará como la producción máxima de la generación conectada a ellos que no origina sobrecargas en las ramas de la red de transporte que sean inadmisibles según los criterios de seguridad y funcionamiento del sistema establecidos en el PO 1.1, ni en situaciones N (disponibilidad de las N ramas de la red de transporte) ni en situaciones N-X (indisponibilidad de X ramas de la red de transporte).</p> <p>Para las situaciones de disponibilidad N-X se evaluarán asimismo las posibilidades derivadas de la aplicación de sistemas y mecanismos de reducción automática de generación tras contingencia.</p> <p>(...)</p> <p>La determinación de la capacidad de acceso por comportamiento estático se evaluará sobre un conjunto de casos obtenidos de la simulación de la operación del sistema en todas las horas del año horizonte de la planificación vigente, de forma que sea representativo de la operación a lo largo de un año completo, y permita una caracterización probabilística suficientemente robusta de la capacidad de acceso.</p>



ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

2. Determinación de zona o agrupación de nudos

- Conjunto de nudos con una sensibilidad similar a una determinada sobrecarga en la red y que, en consecuencia, compartirán una capacidad de acceso común por comportamiento estático



ZONA 1

Nudos: Oncala 220 kV y Trévago 220 kV

Limitación: N a 390 MW.

Elemento limitador: L/Trévago-Moncayo 220 kV

ZONA 2

Nudos: Oncala 220 kV, Trévago 220 kV, Moncayo 220 kV y Lanzas Agudas 220 kV

Limitación: N-1 a 380 MW (con mecanismos reducción generación 664 MW).

Elemento limitador: L/Moncayo-Lanzas Agudas 220 kV

Contingencia: L/Moncayo-Magallón 220 kV

Para las situaciones de disponibilidad N-X se evaluarán asimismo las posibilidades derivadas de la aplicación de sistemas y mecanismos de reducción automática de generación tras contingencia.

ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

2. Determinación de zona o agrupación de nudos

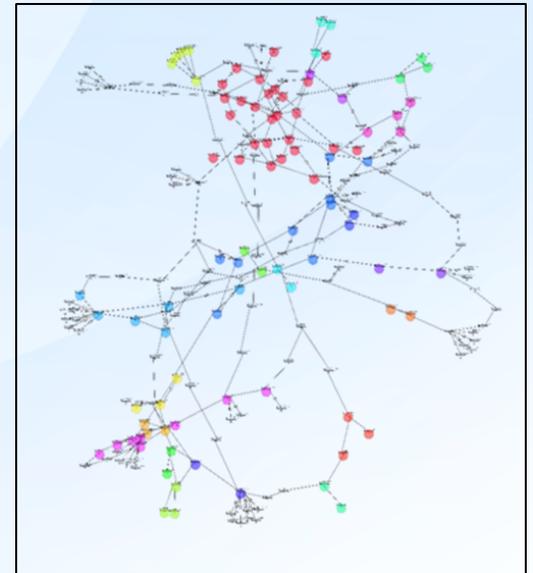
○ Se proponen como agrupaciones de nudos:

- Conjunto de nudos en antena
- Nudos no mallados en un eje
- Nudos de distinta tensión (400 kV-220 kV) conectados mediante unidad de transformación
- Para el resto de nudos se propone un método de agrupación de nudos basados en el clusterizado de la matriz PTDF (matriz de sensibilidades del flujo en las ramas ante cambios en las inyecciones de potencia de nudos).

- **Método de clusterización DBSCAN** porque no requiere como dato de entrada el número de clústeres → Determina el número de nudos de la zona o agrupación

Parámetros necesarios a definir:

- **Densidad mínima del clúster:** Número mínimo de elementos de una agrupación. Se propone establecer **2 nudos** como mínimo
- **Distancia de los elementos:** Determina las diferencias máximas entre los nudos en las sensibilidades frente a un elemento limitante. Tiene relevancia en el tamaño de los clústeres. **Determinación aún en estudio**



ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
8	4.2.2 Capacidad de Acceso por Comportamiento Estático	A estos efectos, se define zona como el conjunto de nudos con una sensibilidad similar a una determinada sobrecarga en la red y que, en consecuencia, compartirán una capacidad de acceso común por comportamiento estático.

Documento de trabajo
no definitivo



ED para RdT. Criterios de comportamiento estático



3. Método de cálculo de la capacidad de acceso por comportamiento estático

Proceso iterativo y automatizado

❑ **Para cada caso** se calcula la máxima producción para cada nudo y zona a efectos de los criterios de comportamiento estático

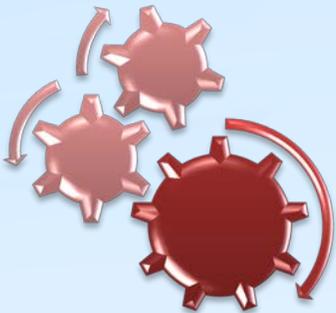
❖ Para cada nudo o agrupación de nudos

1. Se seleccionan las **contingencias a analizar** → Todas las N-X del sistema completo o de la zona de influencia
2. Se selecciona el **sistema vigilado** → Sistema completo o zona de influencia
3. Se comprueba si existen **sobrecargas en N o en N-X**

Si existen sobrecargas: se ha alcanzado el límite de evacuación del nudo, zona o región y finaliza el proceso

- Capacidad de evacuación
- Caso N o N-X en el que se obtiene la capacidad de evacuación más limitante
- Elemento limitante, es decir, el que se sobrecargaría en N o N-X si la generación a evacuar fuera mayor

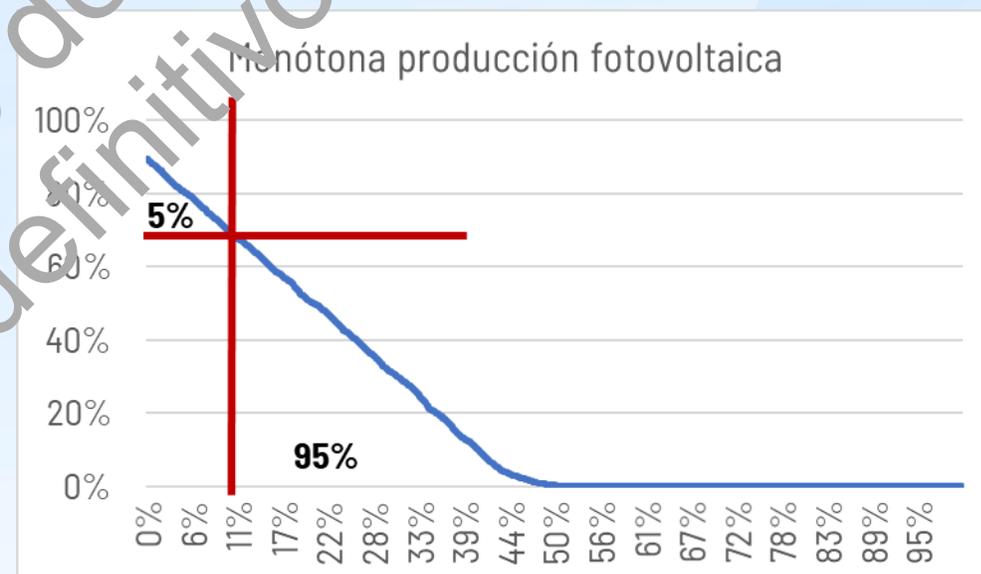
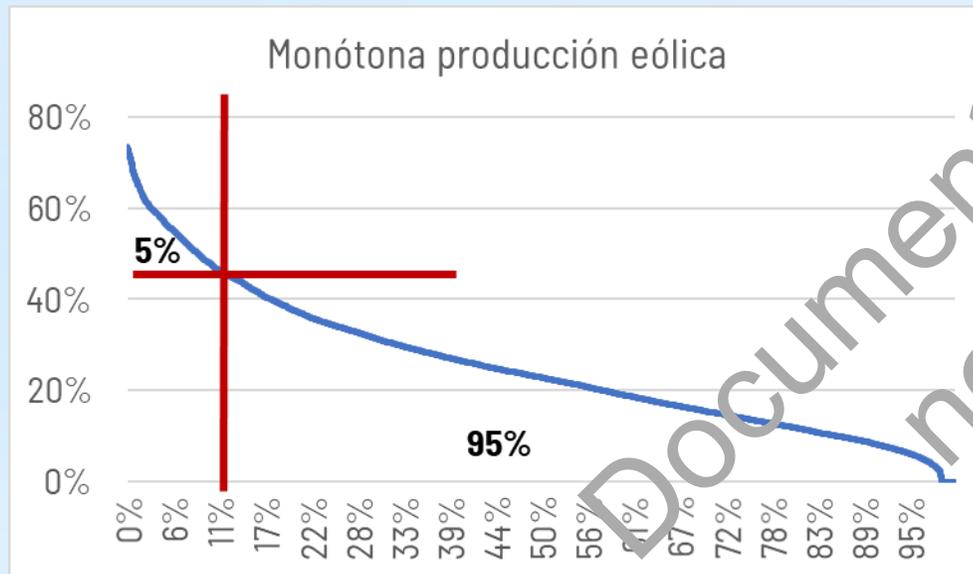
No existen sobrecargas: se aumenta la producción del nudo o agrupación y se reduce la misma producción en el resto de nudos.



ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

3. Método de cálculo de la capacidad de acceso por comportamiento estático

- La **capacidad de acceso** por comportamiento estático de cada nudo y agrupación de nudos, corresponde con el valor cuya **probabilidad de ser superada** sea igual a un **valor umbral (10%)** obtenido mediante la monótona de las capacidades de acceso por comportamiento estático de cada uno de sus caso y su probabilidad de ocurrencia.
- El valor umbral se encuentra relacionado con el **límite del 5% de vertido de energía** establecido en el Art. 13.5 del Reglamento (UE) 2019/943.



ED para RdT. Criterios de comportamiento estático

- Propuesta redacción Especificación de Detalle:

Pág.	Apartado	Texto
8	4.2.2 Capacidad de Acceso por Comportamiento Estático	La capacidad de acceso por comportamiento estático de cada nudo o zona se corresponderá con una probabilidad estimada de ser superada del 10% en el escenario de estudio (estimación no vinculante que no considera las restricciones de producción que pudieran derivarse de indisponibilidades por mantenimiento).



Y ahora acabamos con ...

👉 **Próximos pasos**

Documento de trabajo
no definitivo

GT Especificaciones de Detalle. Próximos pasos

< 6 Sep 20	Remisión de Comentarios Propuesta _{REE} de ED _T
10 Sep 20	Reunión SG_CG
17 Sep 20	Reunión SG_CGyGEN
8 Oct 20	Reunión SG_CG
15 Oct 20	Reunión SG_CGyGEN
5 Nov 20	Reunión SG_CG
12 Nov 20	Reunión SG_CGyGEN
26 Nov 20	Reunión SG_CG
3 Dic 20	Reunión SG_CGyGEN - Cierre GT



- **Reunión SG_CGyGEN**
- **Comentarios a la propuesta de REE**
 - <30 septiembre
- **Primera propuesta preliminar de ED para RdD**
 - Fecha????
- **Objetivos tentativos para la reunión 15 Octubre**
 - Cerrar propuesta criterio Scs_RdT
 - Discusión y avance en acuerdos de criterio estáticos_RdT y dinámico_RdT
 - Presentación y discusión de propuesta ED_RdD



RED
ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

Comprometidos con la energía inteligente

Gracias por su atención

www.ree.es

Documento de trabajo