

Minuta DAOP N° 02/2022

Análisis de la Situación Operacional de la  
Zona de Concepción



## Índice

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Antecedentes .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Análisis y Resultados .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>8</b>

## Minuta DAOP N° 02/2022

### Análisis de la Situación Operacional de la Zona de Concepción

#### 1 Introducción

El presente documento entrega los resultados de un análisis orientado a determinar las medidas operacionales a implementar en la Zona de Concepción para garantizar su operación de acuerdo con los estándares de seguridad y calidad de servicio establecidos en la normativa vigente, a consecuencia de la reciente indisponibilidad forzada de la línea 1x220 kV Hualqui - Lagunillas, cuya normalización provisoria estaría ejecutada durante la primera quincena de noviembre de 2022 y la normalización definitiva durante el mes de diciembre de 2022. Lo anterior, sumado al pronto retiro de servicio de la central Bocamina 2.

#### 2 Antecedentes

La Zona de Concepción se abastece desde S/E Charrúa por medio de las líneas 1x220 kV Charrúa - Concepción, 1x220 kV Charrúa - Hualpén, 1x220 kV Charrúa - Hualqui - Lagunillas y 1x154 kV Charrúa - Concepción, y cuenta con la generación local de las centrales: Cogeneradora Bío Bío, Escuadrón, Cogeneradora Arauco, Eólica Lebu, Bocamina 2, Coronel, Horcones y Newen, además de algunos PMGD.

Las capacidades de diseño de las instalaciones de transmisión más relevantes que abastecen la Zona de Concepción son las mostradas en la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1. Capacidades de diseño de las instalaciones de transmisión en la Zona de Concepción, relevantes para el análisis, según información publicada en la base de datos de información técnica vigente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>.

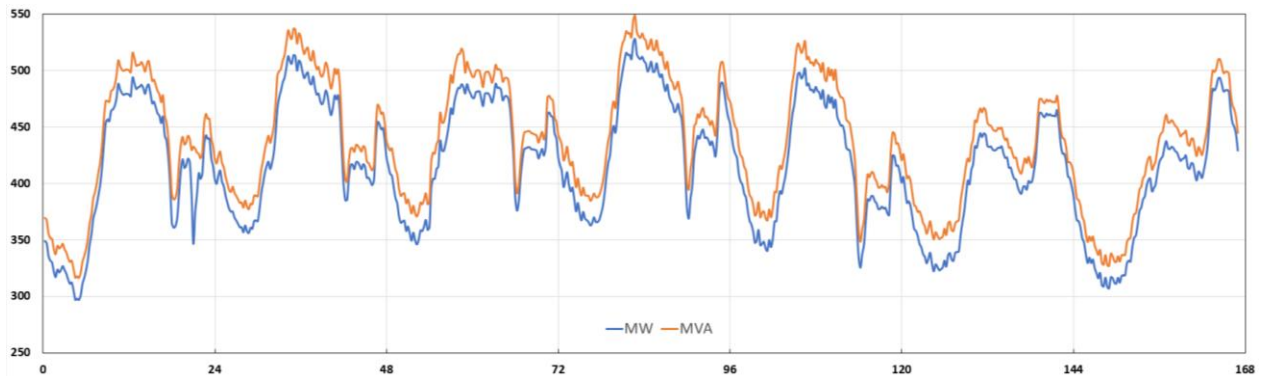
Línea	Límite	Capacidad térmica sin efecto sol [MVA]				Capacidad térmica con efecto sol [MVA]				Capacidad TT/CC [MVA] (*)		Equipos Serie [MVA]
		10°C	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C	30°C	Valor	Extremo	
Charrúa - Concepción 1x220 kV	Permanente	340	324	308	291	297	279	260	240	274	Charrúa	ATR 220/154 kV, 261 MVA
	15 minutos	387	369	349	329	336	315	293	269			
Charrúa - Hualpén 1x220 kV	Permanente	344	322	306	279	278	259	227	191	549	Charrúa	-
	15 minutos	387	375	348	319	322	292	257	216			
Charrúa - Concepción 1x154 kV	Permanente	201	194	186	179	184	176	168	159	192	Ambos	-
	15 minutos	216	208	200	191	196	188	179	169			

(\*) Incluye el 20% de sobrecarga permanente.

Respecto del transformador 220/154 kV de S/E Concepción, conectado en serie con la línea 1x220 kV Charrúa - Concepción, su capacidad de sobrecarga está supeditada a su protección de sobrecorriente de fases ajustada a una potencia equivalente de 359 MVA a tensión nominal.

Por otra parte, de acuerdo con los registros SCADA de la primera semana del mes de septiembre de 2022, la demanda de la Zona de Concepción fluctuó entre los 300 MW y los 550 MVA, concentrándose el pick en el horario del mediodía, según se muestra en el siguiente gráfico:

Gráfico 1. Registros de demanda SCADA de Zona de Concepción (MW y MVA) durante los días 05 al 11 septiembre de 2022.



### 3 Análisis y Resultados

Se analizaron las condiciones operacionales para preservar la seguridad y calidad de servicio de la Zona de Concepción, estando indisponible la línea 1x220 kV Hualqui - Lagunillas, para distintos escenarios de demanda. Lo anterior, con el objetivo de determinar demandas de corte con y sin generación local, de modo que ante contingencias simples no se produzca una propagación que afecte el suministro en la zona.

Mediante análisis de simulaciones estáticas y dinámicas, sin Bocamina 2, se obtuvo que las contingencias más críticas en esta zona corresponden a desconexiones intempestivas del sistema de transmisión de 220 kV. En efecto, dependiendo de la condición de temperatura ambiente que se presente, se producen sobrecargas inadmisibles en alguna de las líneas de 220 kV que queda en servicio.

Para evaluar el desempeño del sistema de transmisión en condición N-1, se analizaron las siguientes contingencias en la Zona de Concepción, estando fuera de servicio la línea 1x220 kV Hualqui - Lagunillas:

- Contingencia 1 (C1): Salida intempestiva de la línea 1x220 kV Charrúa - Concepción.
- Contingencia 2 (C2): Salida intempestiva de la línea 1x220 kV Charrúa - Hualpén.
- Contingencia 3 (C3): Salida intempestiva de la línea 1x220 kV Hualpén - Lagunillas.
- Contingencia 4 (C4): Salida intempestiva del transformador 220/154 kV de S/E Hualpén.
- Contingencia 5 (C5): Salida intempestiva del transformador 220/154 kV de S/E Lagunillas.
- Contingencia 6 (C6): Salida intempestiva de la barra 154 kV de S/E Hualpén.

A nivel de generación interna, las demandas de corte consideran lo siguiente:

- En servicio las centrales Coronel (45 MW), Horcones (20 MW) y Newen (10 MW).
- Central Bocamina 2 tanto fuera de servicio como también despachada a mínimo técnico.
- Centrales Escuadrón, Cogeneradora Bío Bío y Cogeneradora Arauco sin excedentes hacia el SEN.
- Central Eólica Lebu sin recurso primario.

La Tabla 2 siguiente resume los resultados obtenidos, identificando la contingencia simple más crítica, la instalación de transmisión que impone la limitación para el control de transferencias y las demandas de corte para operar con seguridad la Zona de Concepción.

Tabla 2. Demandas de corte para la Zona de Concepción en función de la temperatura ambiente. Considera disponibilidad de combustible diésel para las centrales Coronel, Horcones y Newen.

	Temperatura ambiente con presencia de sol				
	15°C	20°C	22°C	25°C	30°C
Contingencia simple más crítica	C2	C2	C2	C1	C1
Central Bocamina 2 [MW]	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Limitación para control de transferencias [MVA] (*)	274	274	274	257	216
Demanda de Corte [MW] (**)	440	440	440	410	350

(\*) Corresponde al menor valor entre el límite de sobrecarga admisible para 15 minutos y la capacidad de TT/CC indicados en la Tabla 1.

(\*\*) Valores obtenidos para una topología enmallada de la Zona de Concepción, con criterio N-1.

Cabe señalar que, con las condiciones operacionales del presente mes de septiembre, central Bocamina 2 en servicio a mínimo técnico, la Zona de Concepción puede ser abastecida sin generación local adicional (diésel), manteniendo el criterio de seguridad N-1.

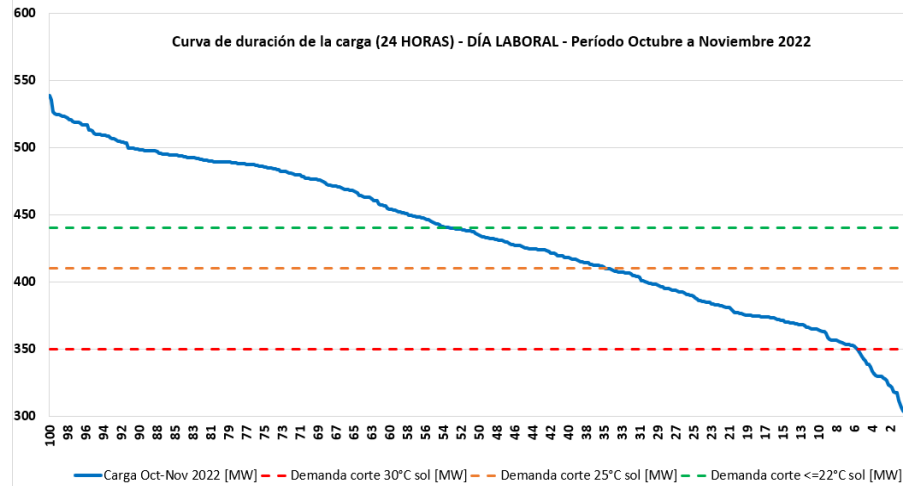
Por otra parte, en ausencia de la central Bocamina 2, habrá horarios durante el día con demandas en la zona mayores a las demandas de corte indicadas en la Tabla 2, en los cuales no se podrá seguir operando con criterio de seguridad N-1. En este caso, se deberán adoptar medidas de mitigación por medio de la ejecución de maniobras operacionales que permitan radializar las cargas abastecidas por los transformadores de poder 220/154 kV de las SS/EE Concepción, Hualpén y Lagunillas. Dichas maniobras operacionales de mitigación consisten en lo siguiente:

- Separar el sistema de 154 kV entre las SS/EE Concepción y Hualpén, dependiendo de la demanda interna, de manera de dejar un subsistema abastecido desde las líneas de 220 y 154 kV Charrúa - Concepción, y otro subsistema abastecido desde las líneas Charrúa - Hualpén y Hualpén - Lagunillas 220 kV. **La medida operacional consiste en instruir la apertura de la línea 2x154 kV Hualpén - San Vicente en el extremo San Vicente.**
- Separar el sistema de 66 kV entre las SS/EE Concepción y Coronel, dependiendo de la demanda interna. **La medida operacional consiste en instruir la apertura cruzada de la línea 2x66 kV Ejército - Coronel.**

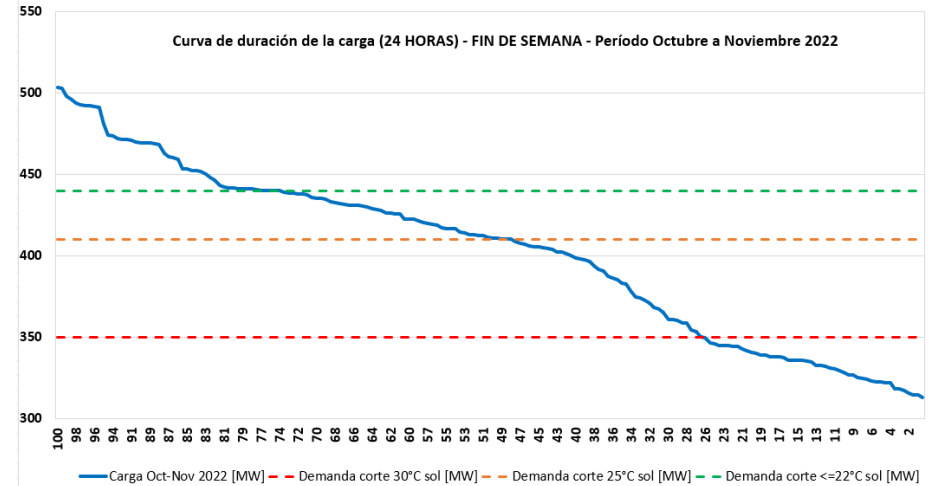
Para efectos de mantener enmallada la Zona de Concepción, con ausencia de central Bocamina 2, las demandas deben ser menores a las demandas de corte indicadas en la Tabla 2 y adicionalmente se requiere el despacho, por control de transferencias, de las centrales térmicas (diesel) Coronel, Horcones y Newen. Los gráficos siguientes muestran el porcentaje del tiempo estimado que sería necesario despachar generación con diésel en esta zona, para una proyección de demanda de los meses de octubre y noviembre 2022.

Gráficos 2, 3, 4 y 5: Curvas de duración de la demanda proyectadas para la Zona de Concepción y demandas de corte, horizonte Octubre - Noviembre 2022. Escenario con disponibilidad de diésel para las centrales Coronel, Horcones y Newen. Bocamina 2 fuera de servicio.

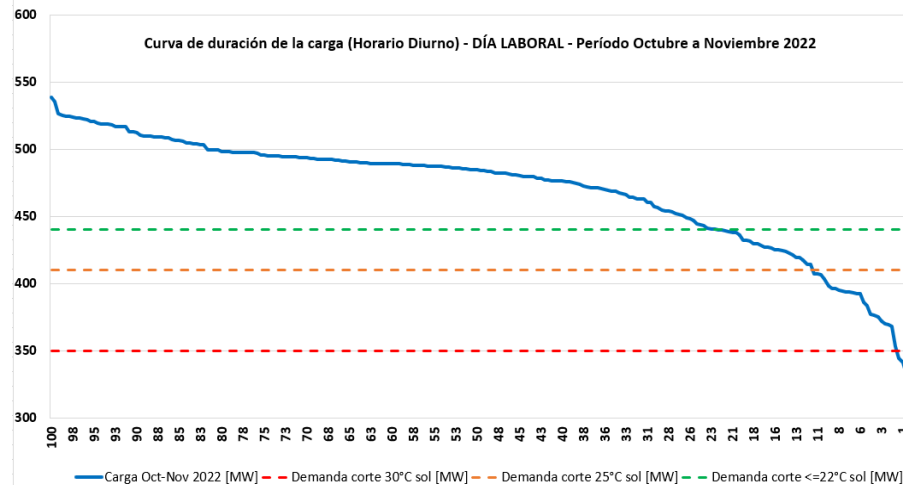
Horarios de días laborales (24 horas)



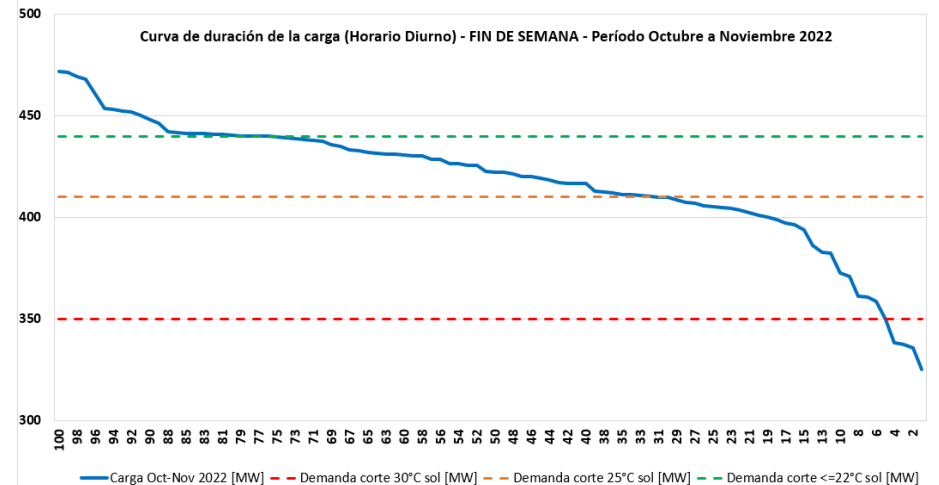
Horarios de fines de semana (24 horas)



Horarios diurnos de días laborales (de 08:00 a 20:00 horas)



Horarios diurnos de fines de semana (de 08:00 a 20:00 horas)



De los gráficos anteriores se puede indicar lo siguiente:

- En días laborales, para no superar la demanda de corte impuesta por la capacidad operacional de la línea 1x220 kV Charrúa - Concepción (274 MVA por TT/CC), se requiere del despacho de unidades diésel (Coronel, Horcones y Newen) durante el 53% del tiempo en los meses de octubre y noviembre, con lo cual se opera con criterio de seguridad N-1 la Zona de Concepción. Para el resto del tiempo, se deberán instruir los cambios topológicos (radializar) señalados anteriormente.
- En cambio, en fines de semana, donde la demanda de la Zona de Concepción es menor que en días laborales, se podría operar durante más horas con criterio de seguridad N-1 si se dispone de diésel. En efecto, para no superar la demanda de corte impuesta por la capacidad operacional de la línea 1x220 kV Charrúa - Concepción (274 MVA por TT/CC), se requiere del despacho de unidades diésel (Coronel, Horcones y Newen) durante el 75% del tiempo en los meses de octubre y noviembre. Para el resto del tiempo, se deberán instruir los cambios topológicos (radializar) señalados anteriormente.

Finalmente, mientras se mantenga enmallada la Zona de Concepción, es decir cumpliendo con el criterio de seguridad N-1, se debe monitorear el cumplimiento de las siguientes relaciones:

- $T_x(\text{Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV}) + 0,7 * T_x(\text{Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV}) < \text{Capacidad Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV [MVA]}$
- $T_x(\text{Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV}) + 0,65 * T_x(\text{Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV}) < \text{Capacidad Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV [MVA]}$

➤ **Demandas de la Zona de Concepción que no requieren generación de las centrales (diésel) Coronel, Horcones y Newen, para operar con criterio N-1.**

La Tabla 3 siguiente muestra los resultados obtenidos, sin el despacho de centrales que operan con diésel, identificando la contingencia simple más crítica, la instalación de transmisión que impone la limitación para el control de transferencias y las demandas de corte para operar con seguridad en la Zona de Concepción.

Tabla 3. Demandas de corte para la Zona de Concepción en función de la temperatura ambiente. Sin el despacho de las centrales Coronel, Horcones y Newen.

	Temperatura ambiente con presencia de sol				
	15°C	20°C	22°C	25°C	30°C
Contingencia simple más crítica	C2	C2	C2	C1	C1
Central Bocamina 2 [MW]	F/S	F/S	F/S	F/S	F/S
Limitación para control de transferencias [MVA] (*)	274	274	274	257	216
Demanda de Corte [MW] (**)	355	355	355	330	270

(\*) Corresponde al menor valor entre el límite de sobrecarga admisible para 15 minutos y la capacidad de TT/CC indicados en la Tabla 1.

(\*\*) Valores obtenidos para una topología enmallada de la Zona de Concepción, con criterio N-1.

La Tabla 3 muestra que, estando Bocamina 2 fuera de servicio, y con la indisponibilidad de la línea 220 kV Hualqui-Lagunillas, sólo en un 8% de las horas de día laboral se podrá operar sin el despacho de las centrales Coronel, Horcones y Newen.

## 4 Conclusiones

Esta minuta ha presentado los resultados de un análisis para determinar las medidas operacionales a implementar en la Zona de Concepción, con el objetivo de garantizar su operación conforme con los estándares de seguridad y calidad de servicio establecidos en la normativa vigente, a consecuencia de la reciente indisponibilidad forzada de la línea 1x220 kV Hualqui - Lagunillas, cuya normalización provisoria estaría ejecutada durante la primera quincena de noviembre de 2022 y la normalización definitiva durante el mes de diciembre de 2022. Lo anterior, sumado al pronto retiro de servicio de la central Bocamina 2.

Los resultados muestran que hacia los meses de octubre y noviembre de 2022, estando fuera de servicio la central Bocamina 2, con la línea 1x220 kV Hualqui - Lagunillas indisponible por falla, y dependiendo de la disponibilidad del resto de los recursos de generación local (centrales térmicas Coronel, Horcones y Newen; recurso eólico en la central Lebu; excedentes de generación en las centrales Escuadrón, Cogeneradora Bío Bío y Cogeneradora Arauco), así como también de las condiciones de temperatura ambiente en la Zona de Concepción, hay algunas horas del día con demandas en la zona menores a las demandas de corte indicadas en las Tablas 2 y 3, donde es posible operar con criterio de seguridad N-1, esto es:

		T° ambiente con presencia de sol				
		< 15°C	20°C	22°C	25°C	30°C
<b>CON</b> generación de las centrales Coronel, Horcones y Newen	<b>Demanda de Corte Zona de Concepción [MW]</b>	440	440	440	410	350
	<b>Estimación de horas al día <u>con generación diésel</u>, para operar con criterio de seguridad N-1 (octubre a noviembre)</b>	13	13	13	2,5	0
	<b>Días laborales</b>					
	<b>Fines de semana</b>	18	18	18	7	1
		< 15°C	20°C	22°C	25°C	30°C
<b>SIN</b> generación de las centrales Coronel, Horcones y Newen	<b>Demanda de Corte Zona de Concepción [MW]</b>	355	355	355	330	270
	<b>Estimación de horas al día <u>sin generación diésel</u>, para operar con criterio de seguridad N-1 (octubre a noviembre)</b>	2	2	2	0	0
	<b>Días laborales</b>					
	<b>Fines de semana</b>	6	6	6	1	0

A modo de referencia, en términos de combustible diésel, una hora de generación de las centrales Coronel, Horcones y Newen a plena carga equivale a 23,24 m<sup>3</sup> según el siguiente detalle:

- Coronel (45 MW) → 12,06 m<sup>3</sup> de diésel / hora.
- Horcones (20 MW) → 8,26 m<sup>3</sup> de diésel / hora.
- Newen (10 MW) → 2,92 m<sup>3</sup> de diésel / hora.



Hacia los meses de octubre y noviembre de 2022, mientras la operación de la Zona de Concepción sea enmallada, con la aplicación del criterio de seguridad N-1 en base a las demandas de corte anteriormente indicadas, se deberá considerar el cumplimiento de las siguientes relaciones (datos de capacidad según Tabla 1):

- $Tx(\text{Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV}) + 0,7 * Tx(\text{Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV}) < \text{Capacidad Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV [MVA]}$
- $Tx(\text{Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV}) + 0,65 * Tx(\text{Charrúa} - \text{Concepción } 220 \text{ kV}) < \text{Capacidad Charrúa} - \text{Hualpén } 220 \text{ kV [MVA]}$

Por su parte, para los escenarios operacionales donde la demanda de la Zona de Concepción supere las demandas de corte, o bien no se cumpla con las relaciones indicadas anteriormente, por ejemplo, por indisponibilidad de alguna generación local, se deberán adoptar **medidas de mitigación por medio de la ejecución de maniobras operacionales** que permitan radializar las cargas abastecidas por los transformadores de poder 220/154 kV de las SS/EE Concepción, Hualpén y Lagunillas. Dichas maniobras operacionales de mitigación consisten en lo siguiente:

- Separar el sistema de 154 kV entre las SS/EE Concepción y Hualpén, dependiendo de la demanda interna, de manera de dejar un subsistema abastecido desde las líneas de 220 y 154 kV Charrúa - Concepción, y otro subsistema abastecido desde las líneas Charrúa - Hualpén y Hualpén - Lagunillas 220 kV. **La medida operacional consiste en instruir la apertura de la línea 2x154 kV Hualpén - San Vicente en el extremo San Vicente.**
- Separar el sistema de 66 kV entre las SS/EE Concepción y Coronel, dependiendo de la demanda interna. **La medida operacional consiste en instruir la apertura cruzada de la línea 2x66 kV Ejército - Coronel.**

De esa manera, frente a una contingencia simple en alguna de las instalaciones de transmisión de la Zona de Concepción, si bien tendrá como consecuencia la pérdida del suministro eléctrico del subsistema que se abastece desde dicha instalación en falla, se evita que su efecto se propague hacia otras instalaciones y, en consecuencia, la pérdida de suministro de la totalidad de esta zona.