

INVESTIGAÇÃO DO GRUPO DE PERITOS DA ENTSO-E AO APAGÃO IBÉRICO DE 28 DE ABRIL DE 2025

Balanço da investigação após reunião de 2 de setembro de 2025

No dia 28 de abril de 2025, às 11:33 (12:33 CEST), os sistemas de energia de Portugal e Espanha sofreram um apagão que afetou, igualmente, por um período muito curto, uma pequena área de França perto da fronteira com Espanha. Essa interrupção afetou diversos consumidores industriais e produtores de energia, com destaque para uma central de energia nuclear que se desligou na mesma altura do apagão na Península Ibérica. O restante sistema elétrico da Europa Continental não sofreu nenhuma perturbação significativa.

Após o incidente do apagão, em 12 de maio de 2025, em conformidade com a regulamentação europeia, a Rede Europeia de Operadores de Redes de Transporte de Eletricidade (ENTSO-E) criou um Painel de Peritos, para investigar as causas do incidente, produzir uma análise abrangente e fazer recomendações num relatório final que será publicado. Até ao momento, o grupo de peritos da ENTSO-E já reuniu 6 vezes. A última reunião foi a 2 de setembro de 2025 e as atualizações das informações encontram-se abaixo descritas.

1. O QUE HÁ DE NOVO EM RELAÇÃO À INVESTIGAÇÃO?

O Painel de Peritos do qual a ERSE - Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos - faz parte, informou, após a reunião de 2 de setembro, que, com base em todos os dados fornecidos pelos operadores da rede de transporte (ORT), operadores da rede de distribuição (ORD) e produtores, está agora em condições de finalizar o seu **relatório factual** abrangente, apresentando os factos e dados sobre este incidente sem precedentes no sistema elétrico.

O Painel de Peritos confirma a data de **3 de outubro** para publicar o relatório factual e definiu o seu calendário para as próximas etapas da investigação.

O relatório factual estabelecerá, com a maior precisão possível, as condições do sistema que prevaleciam em 28 de abril de 2025, bem como uma sequência detalhada dos eventos.

Factos adicionais recentemente analisados pelo Painel de Peritos, incluindo flutuações de carga, distribuição da matriz energética e nível de inércia antes do apagão, foram adicionados à [página da ENTSO-E dedicada ao apagão](#), que serve como portal de informação para as partes interessadas e o público ao longo da investigação.

2. CRONOLOGIA PRELIMINAR DOS EVENTOS

Uma cronologia preliminar, baseada nas informações conhecidas pela ENTSO-E até o momento, foi atualizada em relação à complexa sequência de eventos que antecederam o apagão. A descrição final da sequência de eventos será estabelecida pelo Painel de Peritos num relatório factual, seguido de uma análise aprofundada e recomendações no relatório final que será publicado.

i. Condições do sistema na manhã de 28 de abril (9:00 – 12:00 CEST)

Durante a noite de 27 para 28 de abril, o sistema elétrico ibérico operou normalmente, sem variações significativas no perfil de tensão. Aproximadamente a partir das 9:00 (CEST - Central European Summer Time), a variabilidade da tensão em Espanha começou a aumentar, mas sem variações significativas até às 10:30 (CEST). A partir das 10:30 (CEST), variações de tensão mais significativas começaram a ocorrer. A tensão no sistema de transporte permaneceu abaixo dos limites operacionais superiores.

Figura 1 – Evolução da tensão das 9:00 às 12:00 CEST nas principais de subestações de transporte de 400 kV em Espanha e Portugal. [fonte: Telemedidas a cada 4" da Red Eléctrica e REN]

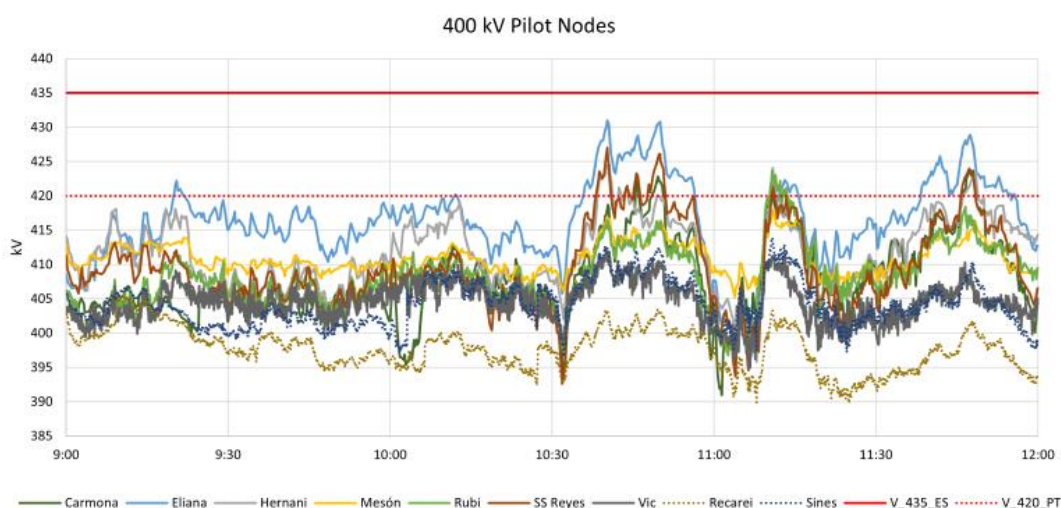


Figura 2 - Localização das subestações onde foi realizada a medição de tensão

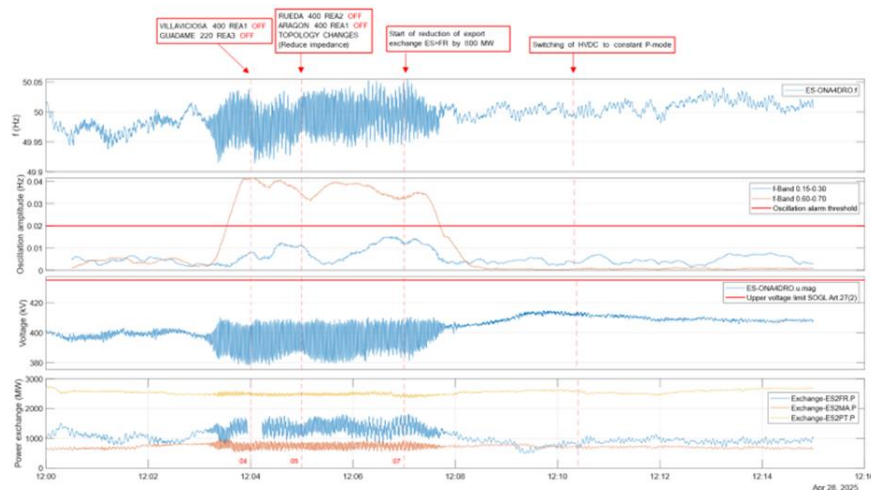


ii. Condições do sistema antes do incidente (12:00 – 12:30 CEST)

Durante a meia hora que antecedeu o apagão, dois períodos principais de oscilações (oscilações de potência, tensão e frequência) foram observados na Área Síncrona da Europa Continental.

A primeira ocorreu entre as 12:03 e 12:07 CEST. A análise preliminar das informações disponíveis indica que se tratou de uma oscilação local forçada (ou seja, induzida por uma fonte externa, uma central elétrica), com frequência dominante de 0,64 Hz, afetando principalmente os sistemas elétricos espanhol e português. Como mostrado na Figura 3, a oscilação forçada também excita o modo interárea Este-Centro-Oeste (0,21 Hz) com pequena amplitude.

Figura 3 – Dados característicos das primeiras oscilações (fonte: Taxa de amostragem WAMS 100 ms na subestação Carmona de 400 kV) e contramedidas



A análise desta primeira oscilação sugere que se trata de um modo de oscilação local entre dois grupos de geração no sistema da Península Ibérica, um no nordeste de Espanha e outro no sudoeste de Espanha e de Portugal.

Para amortecer essas oscilações, os operadores nas salas de controle dos Operadores da Rede de Transporte (ORT) relevantes tomaram diversas medidas de mitigação (definidas nos protocolos de operação estabelecidos):

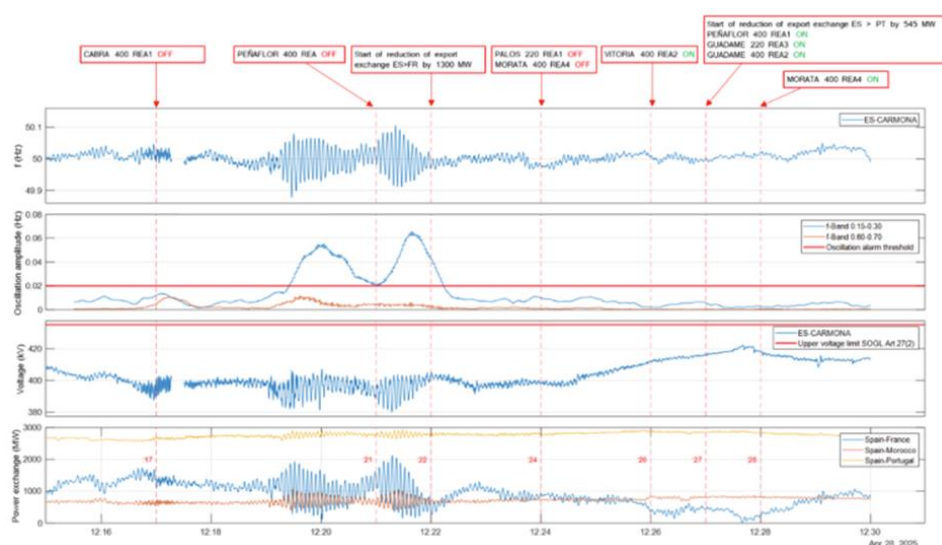
- as linhas foram ligadas para diminuir a impedância do sistema e melhorar a estabilidade dos geradores;
- o modo de operação da interligação em corrente contínua (HVDC) entre Espanha e França foi alterado para potência fixa, pois esta é uma medida eficaz para mitigar oscilações;
- o trânsito de energia na interligação entre Espanha e França foi reduzido, como medida adicional para diminuir o ângulo de potência do centro de inércia ibérico em relação ao restante sistema energético da Europa Continental.

Além disso, foram realizadas manobras de reactâncias para recuperar a tensão, que atingiu transitoriamente valores baixos durante a oscilação.

Vários produtores de eletricidade ligados ao sistema de transporte espanhol confirmaram que essas oscilações eram claramente visíveis nas suas centrais.

A segunda oscilação ocorreu entre as 12:19 e 12:22 CEST. Tratou-se de uma oscilação interárea, com frequência dominante de 0,21 Hz, correspondendo ao conhecido modo continental Este-Centro-Oeste.

Figura 4 – Dados característicos das segundas oscilações e aumento de tensão (fonte: Taxa de amostragem WAMS de 100 ms na subestação de Carmona de 400 kV) e contramedidas

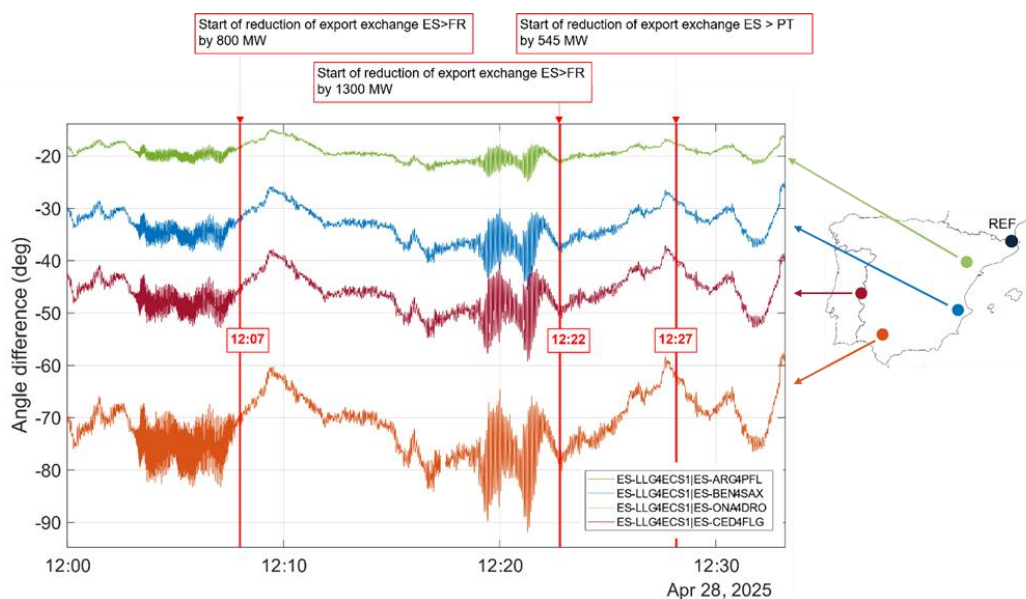


A análise da segunda oscilação demonstra claramente a natureza de uma oscilação interárea em que toda a Península Ibérica oscila de forma coerente e com amplitude semelhante contra todo o sistema continental europeu. Esta segunda oscilação foi efetivamente mitigada por meio de novas medidas de compensação, que reduziram novamente os trânsitos de energia entre Espanha e França, e também com o acoplamento de diversas linhas de transporte no sul de Espanha.

A Figura 5 permite visualizar a evolução da diferença dos ângulos de tensão em vários locais do sistema ibérico (em comparação com um local de referência na fronteira entre França e Espanha) após as 12:00 CEST. O efeito global das contramedidas aplicadas após as primeiras oscilações é visível às 12:10 CEST, quando os ângulos de tensão entre diferentes locais em Espanha foram significativamente reduzidos; o efeito inevitável do fecho das linhas foi um aumento da potência reativa injetada no sistema e, consequentemente, um aumento das tensões.

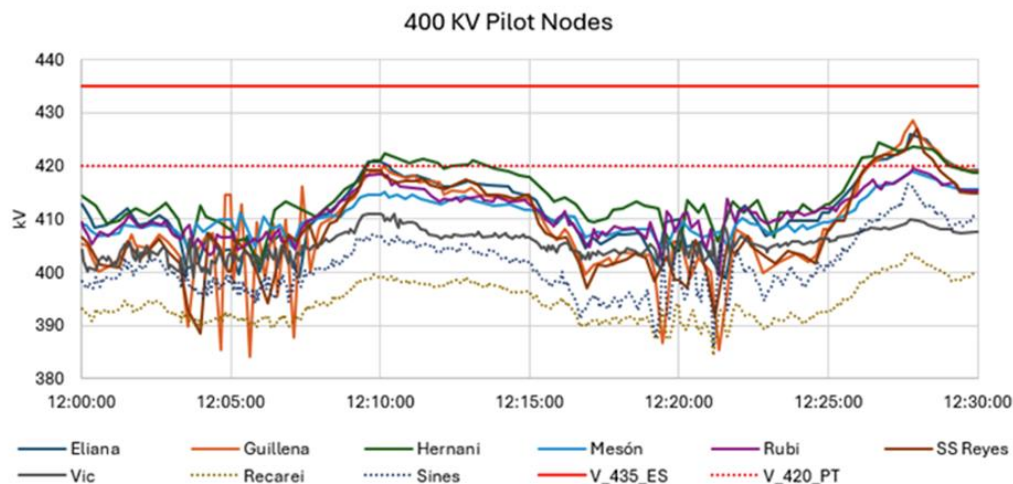
Após esta primeira ação, os ângulos de tensão do sistema às 12:15 CEST retornaram aos valores anteriores à primeira oscilação devido ao aumento das trocas entre Espanha e França, invalidando a ação de compensação anterior. O aumento do ângulo criou novamente as condições para a segunda oscilação.

Figura 5 – Evolução da diferença do ângulo de tensão após as 12:00 CEST, e o efeito das contramedidas, em 4 locais da Península Ibérica (fonte: dados da PMU da Red Eléctrica)



Após a segunda oscilação, a tensão permaneceu na faixa de 390–420 kV, antes de aumentar novamente, mas ainda abaixo de 435 kV. Naquele momento, as trocas internacionais programadas de Espanha – todas na direção de exportação – eram de 1.000 MW para França, 2.000 MW para Portugal e 800 MW para Marrocos.

Figura 6 - Evolução da tensão das 12:00 às 12:30 CEST nas principais subestações de transporte de 400 kV em Espanha e Portugal. [fonte: Telemidas a cada 4" da Red Eléctrica e REN]



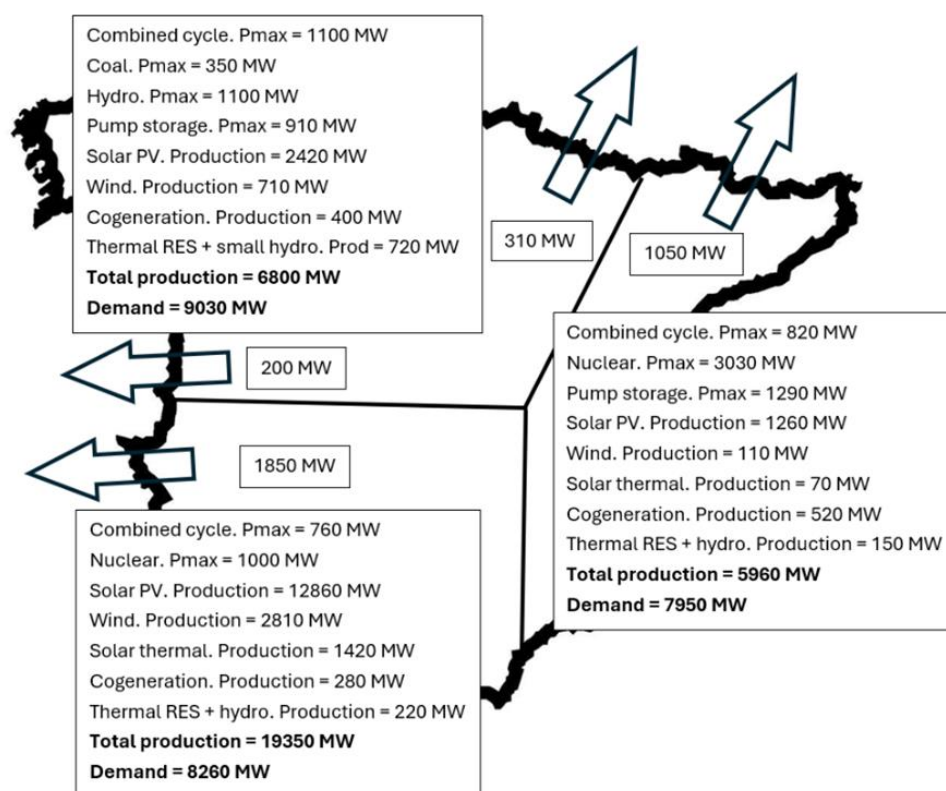
A carga fornecida pela rede espanhola na manhã de 28 de abril mostra um aumento temporário de cerca de 1 000 MW entre as 11:07 e as 11:10, conforme ilustrado na figura 7. Além disso, observa-se entre as 12:07 e as 12:15 outro aumento na carga de aproximadamente 600 MW, e ainda outro aumento de aproximadamente 500 MW entre as 12:25 e 12:29. Com base nos dados disponíveis, o Painel de Peritos presume que estes fenómenos se devem à perda de pequenas unidades de produção (não telemidas), ligadas à rede de distribuição.

Figura 7- Carga fornecida pela rede espanhola entre as 09:00 e as 12:30 CEST



A figura seguinte ilustra o mix de produção e a distribuição heterogénea da geração em Espanha antes do incidente, dividindo a rede espanhola em três áreas equivalentes em termos de procura. A partir dos valores mencionados na figura, pode-se observar que o sudoeste de Espanha está a «empurrar» a eletricidade na direção centro-norte e leste.

Figura 8 - Distribuição geográfica da produção e carga em Espanha às 12:32 CEST



Os valores correspondentes de inércia (H_{tot}) e energia cinética (KE) foram estimados da seguinte forma:

Espanha		Portugal		Península Ibérica	
KE (MWs)	Htot (s)	KE (MWs)	Htot (s)	KE (MWs)	Htot (s)
94 529	2,14 – 2,64	21 884	2,45 – 2,95	117 604	2,19 – 2,69

Vale a pena sublinhar que o cálculo da inércia é afetado por uma incerteza significativa, principalmente pelas seguintes razões:

- A inércia total equivalente é uma linearização de um processo afetado por várias não linearidades;
- A inércia nominal dos geradores, turbinas e outras peças rotativas é, em vários casos, estimada e não calculada com precisão;
- A contribuição das cargas pode variar numa ampla gama, dependendo do tipo de cargas, agregações, etc;

É por isso que a inércia total é expressa como um intervalo plausível e não como um único número.

iii. Sequência de eventos durante o incidente

- Entre as 12:32:00 e as 12:32:57 CEST

A figura abaixo mostra a evolução da tensão e da posição de troca de energia ativa líquida de Espanha a partir das 12:32 CEST. Ela indica que, por volta do momento em que a posição de troca de energia ativa líquida de Espanha começou a diminuir, a tensão começou a aumentar. O Painel de Peritos estima uma perda de mais de 500 MW de numerosas unidades de produção eólica e solar ligadas às redes de distribuição em Espanha, como o principal fator desta evolução. A causa destas falhas permanece desconhecida, devido à observabilidade limitada dos níveis de tensão média/baixa – tanto em granularidade espacial como temporal.

Figura 9: Evolução da tensão na subestação de Carmona e da posição de troca de potência ativa líquida da Espanha no minuto anterior ao apagão (fonte: dados PMU da Red Eléctrica)



Os dados preliminares atualmente disponíveis indicam a seguinte sequência de eventos que ocorreram após o aumento de tensão descrito entre os minutos 12:32:00 e os 12:32:57 (CEST). Antes dos eventos descritos abaixo, a tensão na rede de transporte estava abaixo do limite operacional superior.

- 
- Às 12:32:57, 12:33:16 e 12:33:17 CEST

Foram observados disparos de produção nas regiões de Granada, Badajoz e Sevilha, totalizando numa estimativa inicial os 2.200 MW.

O primeiro evento deveu-se ao disparo de um transformador de geração, devido a um problema no lado de menor tensão, na região de Granada, que conectava diferentes instalações de geração (fotovoltaica, eólica e termo-solar) à rede de transporte e que estava a injetar 355 MW. O disparo do transformador e, consequentemente, a perda das opções de alimentação também explicam as desconexões de algumas das unidades de geração conectadas a esse transformador devido a sobrefrequência, enquanto outras desligaram devido a sobretensão, conforme relatado pelos operadores das centrais.

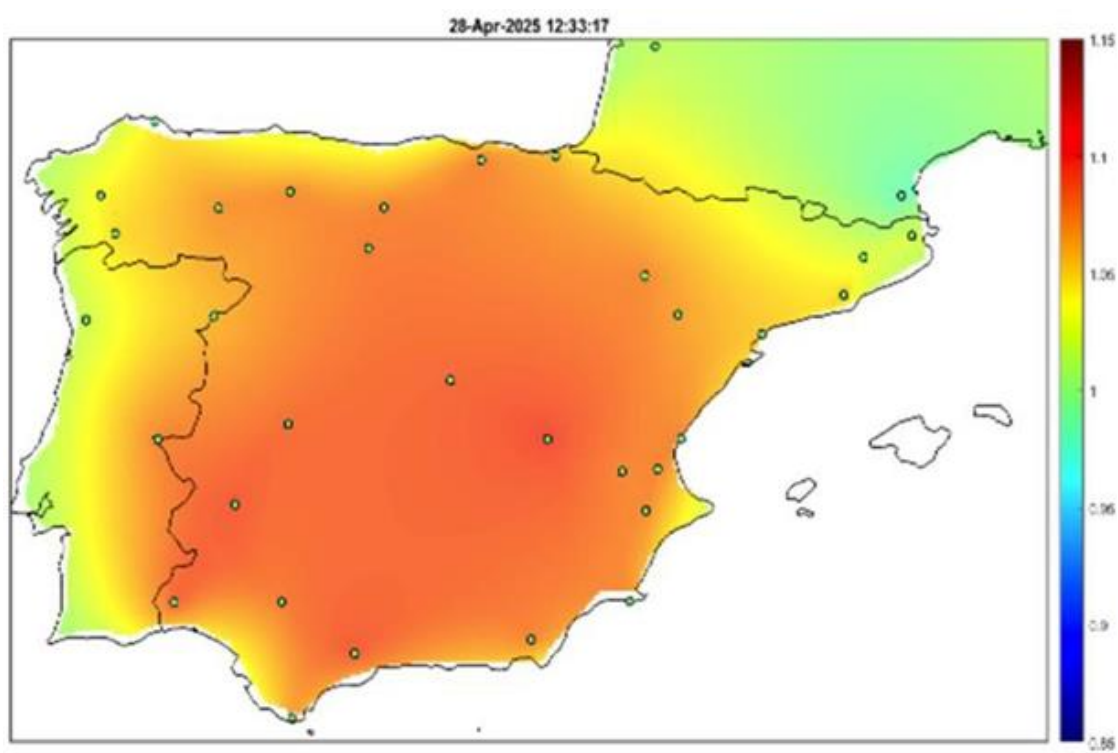
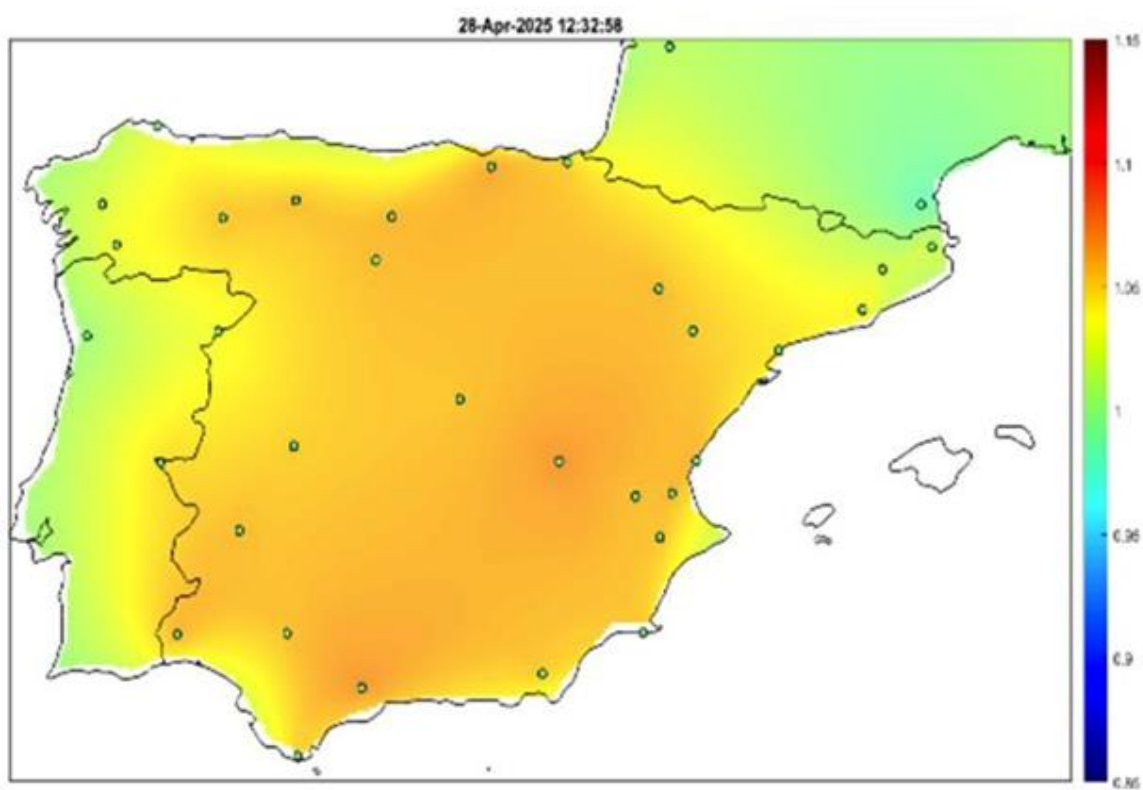
O segundo evento incluiu a desligação de instalações fotovoltaicas e termo-solares conectadas a duas subestações de transporte de 400 kV, na área de Badajoz, com uma injeção interrompida total de cerca de 725 MW.

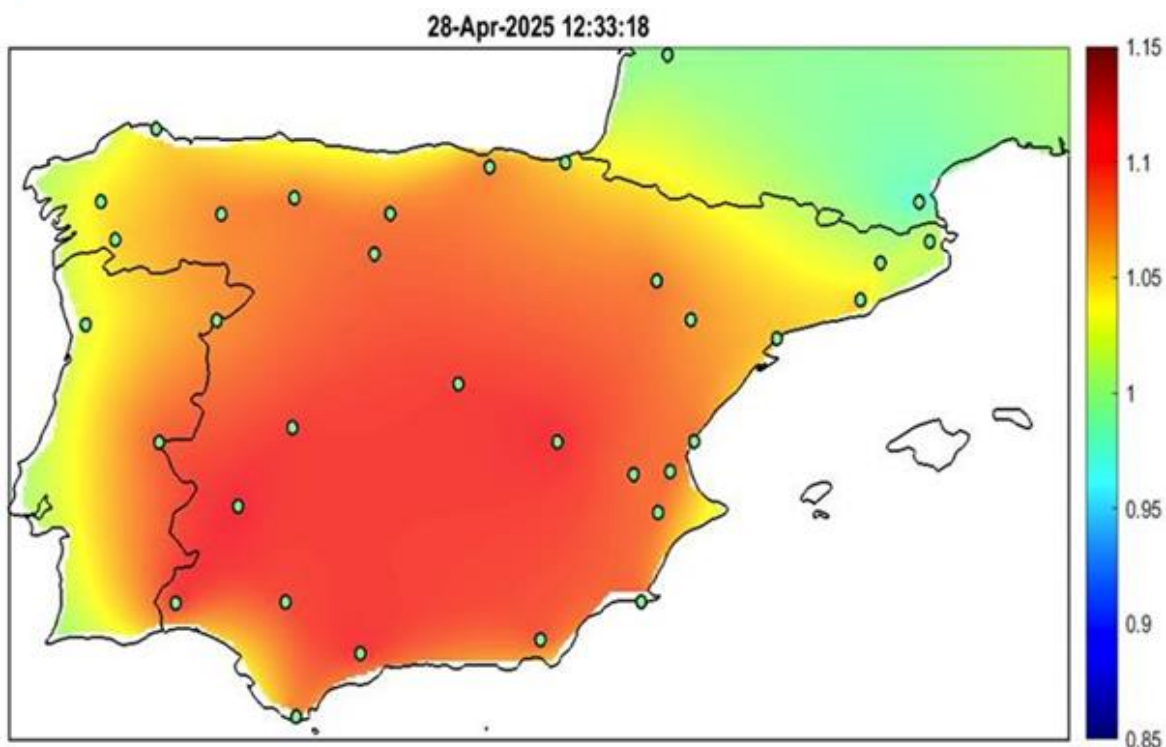
O terceiro evento incluiu a desligação de diversos geradores em diferentes áreas, em menos de um segundo: parques eólicos em Segóvia e Huelva, fotovoltaicos em Badajoz, Sevilha, Cáceres e Huelva e termo-solares em Badajoz, e outros geradores em diferentes locais, num total de mais de 1100 MW, como estimado pela variação de frequência. A partir desta quantidade, o Painel de Peritos conseguiu identificar 930 MW de perda de geração com base nos dados fornecidos pelos produtores e pelos equipamentos de monitorização da Red Eléctrica.

As causas desses três eventos ainda estão sob investigação.

Não foram observados desligamentos de produção em Portugal e França nesse período. Como resultado desses eventos, observou-se um aumento de tensão em Espanha, levando a um aumento semelhante também em Portugal, e a frequência diminuiu.

Figures 10a, 10b e 10c – Mapas térmicos da tensão na rede de transporte a 400 kV em valores por unidade (p.u.) em cada segundo depois do disparo dos três conjuntos de geradores (fonte: dados PMU da Red Eléctrica, REN e RTE)





- Entre 12:33:18 e 12:33:21 CEST

A tensão na região sul de Espanha aumentou drasticamente e, conseqüentemente, também em Portugal. A sobretensão desencadeou perdas de produção em cascata, o que causou a queda da frequência do sistema elétrico espanhol e português.

- Às 12:33:19 CEST

Os sistemas de energia de Espanha e de Portugal começaram a perder sincronia com o Sistema Europeu.

- Entre 12:33:19 e 12:33:22 CEST

Os Planos de Deslastre Automático e de Defesa do Sistema de Espanha e Portugal, elaborados de acordo com o Regulamento (UE) 2017/1485 da Comissão, de 2 de agosto de 2017, que estabelece regras sobre a operação do sistema de transporte de eletricidade (SO GL), foram ativados, mas não conseguiram evitar o colapso do sistema elétrico ibérico.

- Às 12:33:20

A linha de Corrente Alternada entre Espanha e Marrocos disparou devido à subfrequência.

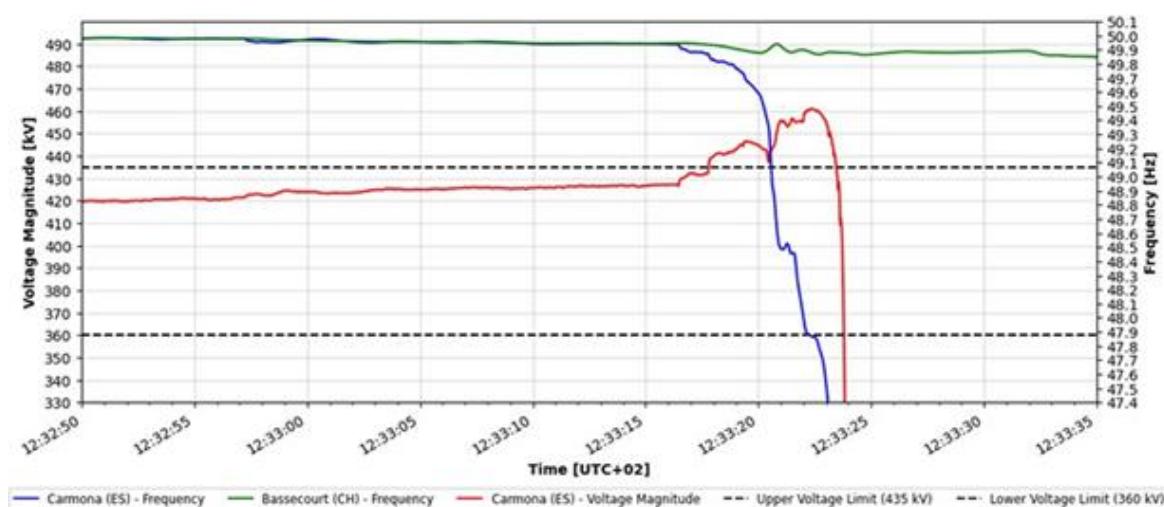
- Às 12:33:21 CEST

As linhas aéreas de Corrente Alternada entre França e Espanha foram desconectadas por dispositivos de proteção contra perda de sincronismo.

- Às 12:33:24 CEST

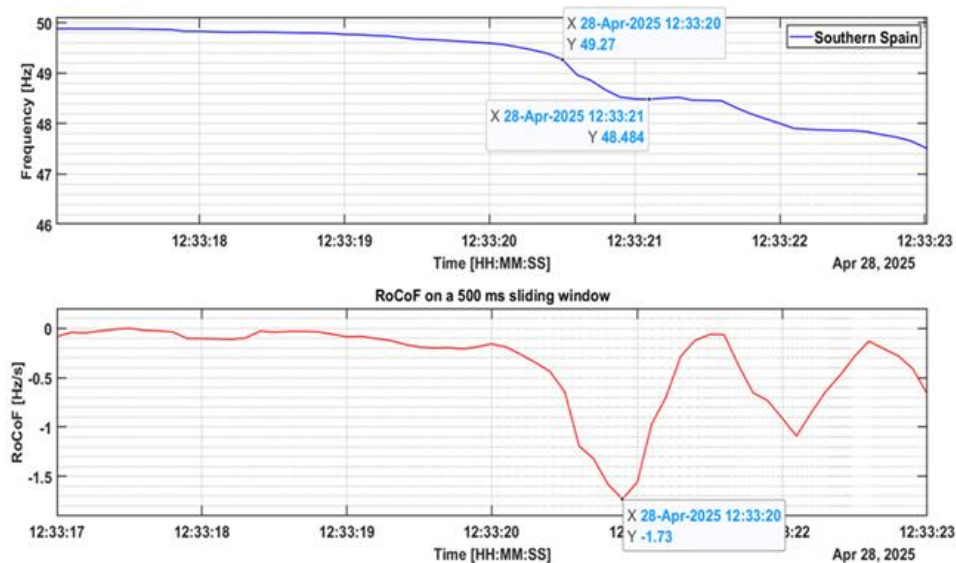
Todos os parâmetros do sistema elétrico espanhol e português entraram em colapso, e a interligação em corrente contínua entre França e Espanha parou de transportar energia.

Figure 11 – Evolução da frequência e tensão na subestação de Carmona (Espanha) e da frequência no resto da Europa continental (subestação de Bassencourt, Suíça) durante o incidente (fontes: Red Eléctrica, Swissgrid)



A evolução da Taxa de Variação de Frequência (RoCoF) nos momentos anteriores ao apagão está ilustrada na Figura 12. Indica que a RoCoF na área se manteve dentro do intervalo absoluto de 1 Hz/s até às 12:33:20.400, quando a frequência mínima já rondava os 49 Hz. Depois disso, o valor absoluto da RoCoF ultrapassou os 1 Hz/s, quando as condições do sistema já estavam degradadas.

Figure 12 – Evolução da frequência e RoCoF segundos antes do apagão (fonte: PMU data da Red Eléctrica)



3. REINÍCIO DO SISTEMA

Após o incidente, os Operadores das Redes de Transporte (ORT) afetados, no caso de Portugal, a REN,



ativaram imediatamente os respetivos planos de recuperação do sistema elétrico.

O reinício do sistema elétrico em algumas regiões de Portugal e de Espanha foi facilitado, entre outros, por processos de *blackstart* (arranque autónomo) em algumas centrais, bem como pelas interligações existentes com França e Marrocos.

Em Portugal, o reinício do sistema ficou a cargo de duas centrais com capacidade de arranque autónomo: Castelo de Bode (central hidroelétrica) e Tapada do Outeiro (central de ciclo combinado a gás natural).

De acordo com a ENTSO-E, o rápido restabelecimento do fornecimento em Espanha e Portugal demonstrou a preparação e a eficiência dos operadores de redes de transporte afetados, a Red Eléctrica e a REN, com o apoio e a colaboração da operadora de redes de transporte francesa RTE e da empresa de serviços públicos marroquina ONEE. Tal foi possível graças ao trabalho conjunto e à cooperação entre os operadores de redes de transporte desenvolvidos ao longo dos anos, tanto entre os centros de controlo como no seio da ENTSO-E. Além disso, a monitorização e a coordenação em tempo real do estado dos sistemas elétricos europeus foram asseguradas pela plataforma European Awareness System, uma ferramenta desenvolvida por todos os operadores de redes de transporte no seio da ENTSO-E.

As principais etapas realizadas pelos ORT para o processo de restauração foram as seguintes:

- Às 12:35 e 12:43 CEST

A REN solicitou o arranque em modo *blackstart* para a central hidroelétrica de Castelo de Bode e para a central de ciclo combinado a gás natural da Tapada do Outeiro (grupo 2).

- Às 12:44 CEST

Uma primeira linha de 400 kV entre França e Espanha foi reenergizada (parte ocidental da fronteira).

- Às 12:45 CEST

A central hidroelétrica de Castelo do Bode, a operar em modo *blackstart*, foi ligada ao barramento de 220 kV da subestação vizinha da REN.

- Às 13:04 CEST

A interligação entre Marrocos e Espanha foi reestabelecida.

Desde o início da recuperação até aproximadamente às 13:30 CEST várias centrais hidroelétricas em Espanha com capacidade de *blackstart* iniciaram os seus processos de arranque autónomo para reiniciar o sistema.

- Às 13:35 CEST

A parte oriental da interligação França-Espanha foi reenergizada.

- 
- Às 16:11 CEST e às 17:26 CEST

A REN tinha estabelecido duas ilhas de recuperação do sistema e estava a progredir e a restaurar rapidamente o abastecimento da procura nestas regiões, utilizando a central hidroelétrica de Castelo de Bode e a central de ciclo combinado a gás natural da Tapada do Outeiro.

- Às 18:36 CEST

A REN estabeleceu a terceira ilha de recuperação do sistema e a primeira ligação síncrona com a região continental europeia, através da reenergização da primeira linha de ligação de 220 kV entre Espanha e Portugal, permitindo acelerar a recuperação do sistema português.

- Às 21:35 CEST

A linha de ligação de 400 kV do Sul entre Espanha e Portugal foi reenergizada, estabelecendo-se a quarta ilha de recuperação do sistema.

- Às 00:22 CEST de 29 de abril de 2025

O processo de restauração da rede de transporte foi concluído em Portugal.

- Por volta das 04:00 CEST

O processo de restauração da rede de transporte foi concluído em Espanha.

As figuras seguintes indicam a evolução do consumo e do mix de geração em Espanha e Portugal antes do apagão, durante e após o processo de restauração.

Figura 13a – Mix de geração e consumo em Espanha nos dias 28 e 29 de abril

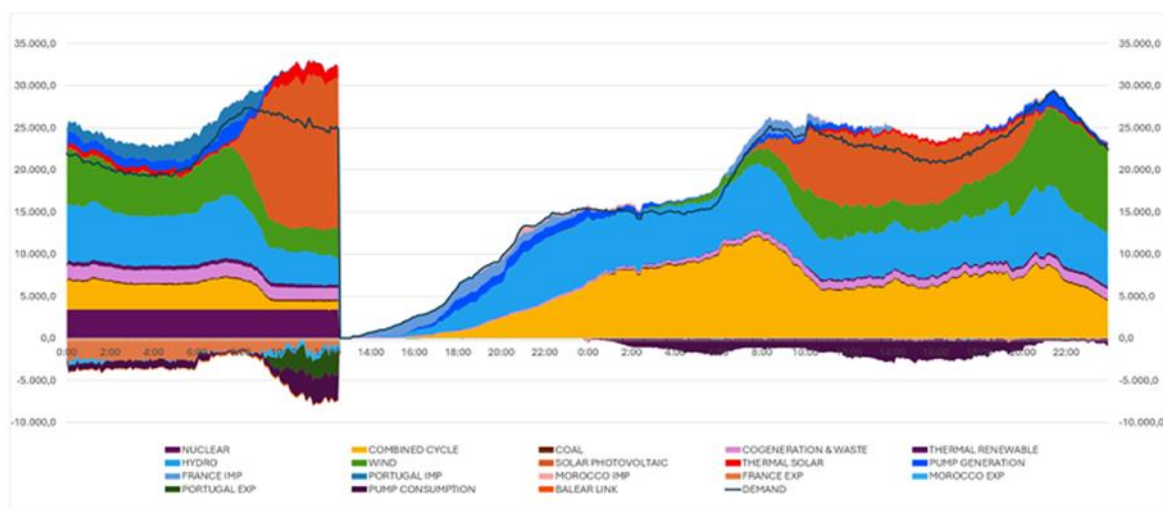
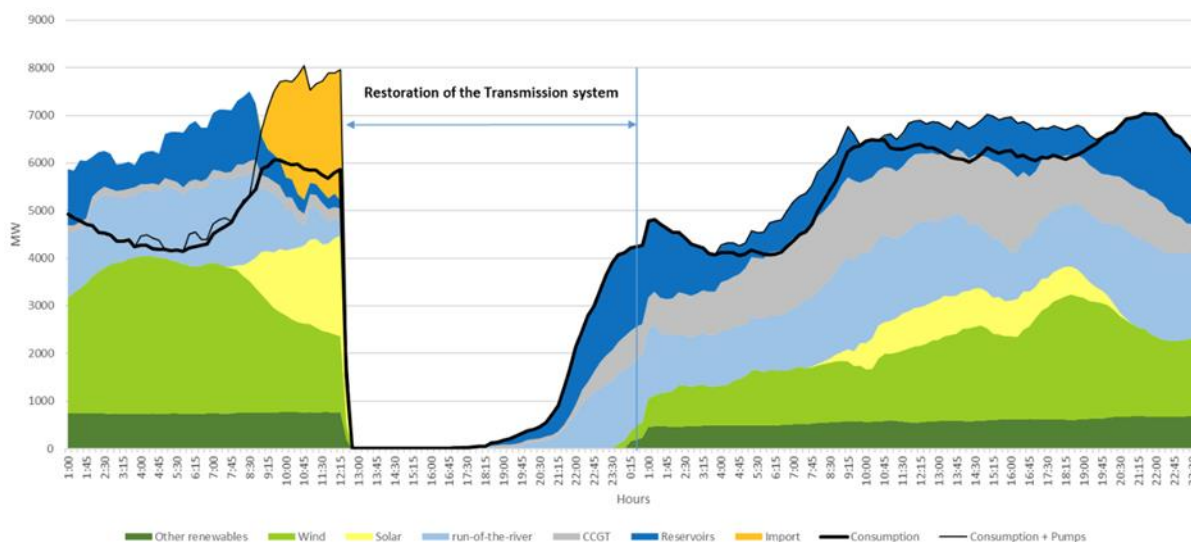


Figura 13b – Mix de geração e consumo em Portugal nos dias 28 e 29 de abril



4. INFORMAÇÃO DE ENQUADRAMENTO

4.1 QUEM COMPÕE O GRUPO DE PERITOS?

O Painel de Peritos é composto por representantes dos Operadores de Rede de Transporte (ORT), da Agência de Cooperação de Reguladores de Energia (ACER), das Entidades Reguladoras Nacionais, entre as quais a ERSE, e dos Centros de Coordenação Regionais europeus.

Este Painel é liderado por peritos de ORT que não foram diretamente afetados pelo incidente e inclui 45 peritos de ORT afetados e não afetados de vários países europeus.



Toda a informação atualizada sobre o incidente pode ser consultada na [página da internet da ENTSO-E](#) criada para o efeito. Esta página serve como fonte central de atualizações sobre a investigação do apagão. As informações publicadas baseiam-se em análises preliminares do Painel de Peritos e estão sujeitas a alterações a qualquer momento, à medida que a investigação avança.

4.2 QUAIS AS ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO?

O grupo de peritos iniciou a sua investigação sobre as causas do apagão, em 12 de maio de 2025.

A investigação, de acordo com a ENTSO-E, é conduzida em duas fases:

i. Recolha de dados para o relatório factual:

No final desta primeira fase, o Painel de Peritos divulgará um relatório factual, para apresentar os factos e os dados sobre o incidente. O relatório factual estabelecerá, com a maior precisão possível, as condições do sistema que prevaleceram em 28 de abril de 2025, bem como uma sequência detalhada dos acontecimentos.

Embora o prazo legal para a apresentação deste relatório seja 28 de outubro de 2025, seis meses após o incidente, o Painel pretende entregá-lo mais cedo, apesar das dificuldades na recolha de dados. Durante a sua 6.^a reunião, realizada em 2 de setembro, com base no andamento dos seus trabalhos, o Painel de Peritos **confirmou a entrega do relatório factual até 3 de outubro de 2025.**

ii. Recomendações para o Relatório Final:

Na segunda fase, o Painel realizará uma análise detalhada dos acontecimentos de 28 de abril, nomeadamente, as causas profundas do incidente, avaliará as medidas tomadas para controlar a tensão e mitigar as oscilações, bem como o desempenho do plano de defesa do sistema e analisará as várias etapas da fase de reposição.

O relatório final também considerará o incidente num contexto mais amplo, por exemplo, examinando o comportamento do sistema elétrico ibérico nos dias que antecederam o apagão. O relatório estabelecerá igualmente recomendações para ajudar a prevenir incidentes semelhantes no futuro, não só em Espanha e Portugal, mas em todo o sistema elétrico europeu.

O relatório final deverá ser entregue três a quatro meses após o relatório factual. Será publicado e apresentado à Comissão Europeia e aos Estados-Membros através do Grupo de Coordenação da Eletricidade.

Embora a sua investigação se baseie principalmente nos dados brutos e nas informações recolhidas diretamente dos ORT, ORD e utilizadores da rede, em conformidade com a metodologia ICS, o Painel de Peritos está também a analisar os relatórios publicados pelo Governo espanhol em 17 de junho, pela Red



Eléctrica em 18 de junho, bem como os relatórios e documentos enviados diretamente ao Painel por várias partes.

O Governo espanhol partilhou oficialmente com a ENTSO-E o relatório final do seu Comité para a análise das circunstâncias que envolveram a crise elétrica de 28 de abril de 2025. O Painel de Peritos recebeu também o relatório do Governo português, tal como apresentado ao Grupo de Coordenação da Eletricidade.

A ENTSO-E refere que a realização de uma análise rigorosa e baseada em factos de incidentes desta magnitude e complexidade técnica exige tempo. Em particular, envolve uma reconstrução detalhada da operação precisa do sistema elétrico ibérico, francês e europeu em geral nas horas que antecederam o apagão. Essa abordagem está em conformidade com a Metodologia da Escala de Classificação de Incidentes (Metodologia ICS), desenvolvida de acordo com o Regulamento (UE) 2019/943, relativo ao mercado interno da eletricidade, e o Regulamento (UE) 2017/1485 da Comissão, que estabelece diretrizes para a operação do sistema de transporte de eletricidade (SO GL). A Metodologia ICS estabelece a estrutura para a notificação e classificação de incidentes no sistema elétrico e para a organização da investigação de incidentes extensos e importantes.

4.3 – Qual o calendário das reuniões do painel de peritos?

- 12 de maio de 2025
- 3 de junho de 2025
- 23 de junho de 2025
- 15 de julho de 2025
- 18 de agosto de 2025
- 2 de setembro de 2025
- 19 de setembro de 2025
- 14 de outubro de 2025
- 30 de outubro de 2025
- 18 de novembro de 2025
- 10 de dezembro de 2025

Lisboa, 11 de setembro de 2025