

CECOEL

CENTRO DE CONTROL ELÉCTRICO





Garantía de
continuidad
y seguridad
del suministro
eléctrico



Red Eléctrica presta el servicio esencial para la sociedad de asegurar el funcionamiento del Sistema Eléctrico, mediante la realización de dos actividades básicas, el transporte de electricidad y la operación del sistema eléctrico.

La Ley 54/1997, de 27 de noviembre de 1997, del Sector Eléctrico, estableció el papel de Red Eléctrica como pieza clave en el funcionamiento del Sistema, asignándole las funciones de Operador del Sistema, Gestor de la red de transporte y transportista principal del Sistema Eléctrico Español.



- En el ejercicio de sus funciones, Red Eléctrica opera las instalaciones de la red de transporte y coordina su uso con el de las instalaciones de producción, de forma que quede garantizada la continuidad y seguridad del suministro eléctrico en todo momento.

La regulación de estas actividades responde a criterios de no discriminación a los agentes, de eficiencia y transparencia.

Para operar las instalaciones de transporte de electricidad, Red Eléctrica cuenta con el Centro de Control Eléctrico (CECOEL).

El Sistema Eléctrico Español



Al igual que en todo sistema eléctrico, en el sistema eléctrico español se pueden distinguir tres actividades diferenciadas: la generación, que produce la energía necesaria para satisfacer el consumo; el transporte, que permite transferir la energía producida desde los centros de generación a los de consumo; y la distribución, que hace que la energía llegue al cliente final.

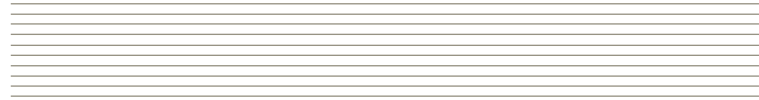
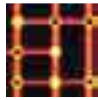
Dado que la energía eléctrica no es almacenable, es necesario que exista un equilibrio constante entre la demanda y la generación, lo que obliga a realizar previsiones de de-



manda y mantener márgenes de generación suficientes para hacer frente a posibles contingencias o cambios del consumo previsto. Red Eléctrica, como Operador del Sistema, tiene la obligación de analizar y adoptar las medidas precisas para mantener este equilibrio por medio de su Centro de Control Eléctrico.

La generación en el sistema eléctrico español está constituida por un parque generador con diferentes tecnologías que funcionan a partir de fuentes primarias de energía, también diversas, lo que le confiere una gran flexibilidad y calidad de servicio. Dicho parque está constituido por centrales nucleares, térmicas convencionales - de carbón, fuel oil y gas - ciclos combinados y centrales hidráulicas, así como por generadores que funcionan a partir de energías renovables, como biomasa, solar y eólica, resultando muy significativa la penetración de esta última. Todo ello permite ser optimista sobre la contribución del conjunto de la producción eléctrica a nivel nacional a la disminución del efecto invernadero.

El transporte de electricidad se realiza por medio de conductores, normalmente aéreos y, en ocasiones, subterráneos o submarinos, a tensiones de 400 kV y 220 kV que, junto con las subestaciones o nudos de la red, posibilitan la



transferencia de energía desde los nudos de generación hasta los de distribución, formando una red diseñada para ofrecer la máxima garantía de servicio a los agentes, de forma que una posible incidencia en el sistema no provoque una falta de suministro a los clientes.

La red de transporte incluye las interconexiones internacionales con los países de nuestro entorno. Dichas interconexiones suponen un apoyo para la operación del sistema,

al incrementar la estabilidad del mismo y constituir una fuente adicional de suministro de energía del exterior; lo que comporta mayores márgenes de seguridad para el suministro de energía eléctrica.

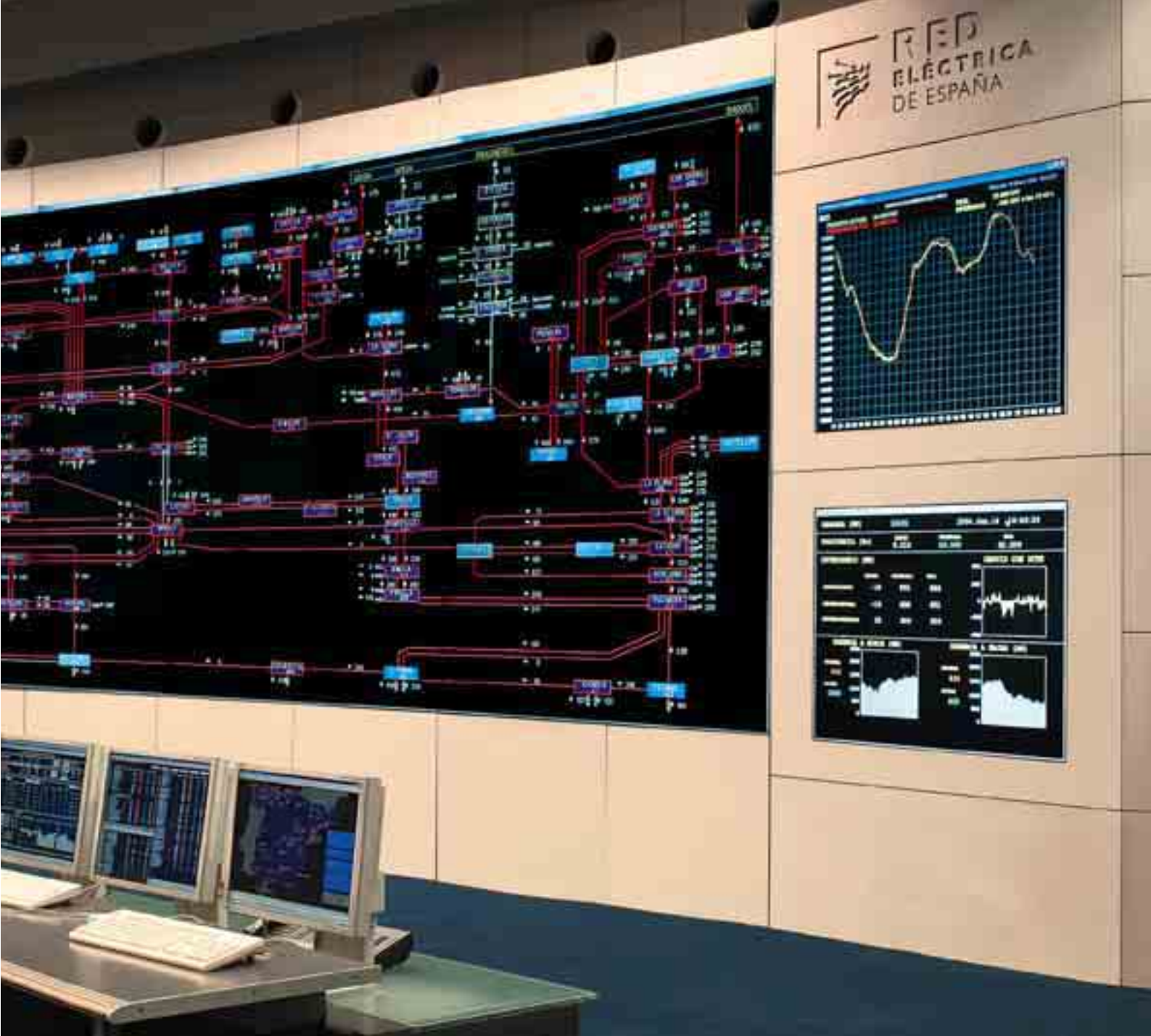
La red de distribución está constituida por el conjunto de líneas, cables subterráneos y subestaciones de tensiones de 132 kV e inferiores, que permiten llevar la energía al cliente final.



El CECEOEL de Red Eléctrica



Es el Centro de Control responsable de la operación y supervisión coordinada en tiempo real de las instalaciones de generación y transporte del Sistema Eléctrico Español.



Con el fin de coordinar y controlar la generación y el transporte del Sistema Eléctrico Peninsular se cuenta con el CECOEL de Red Eléctrica, constituido por dos Centros de Control trabajando en paralelo, y con los Despachos de las empresas de generación y distribución.


Para llevar a cabo las funciones que tiene asignadas, el CECOEL cuenta con los correspondientes equipos de Operadores que, bajo la dirección del Jefe de Turno, constitu-

yen la unidad operativa denominada Turno de Operación, que desempeña sus funciones durante las 24 horas del día.

Adicionalmente, cada Centro de Control dispone de un equipo de técnicos de apoyo altamente cualificados que soporta las actividades del Turno de Operación, realizando tareas de preparación de la operación en tiempo real, de análisis de seguridad y de la operación realizada, de desarrollo de nuevos métodos operativos, etc.



La Operación del Sistema

 **La Operación del Sistema comprende las actividades necesarias para garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico y la correcta coordinación entre la producción y el consumo, asegurando que la energía producida por los generadores sea transportada hasta la redes de distribución con las condiciones de calidad exigibles en aplicación de la normativa vigente.**

La Operación del Sistema reviste una especial importancia en un sector liberalizado como el que existe en España desde 1998. Red Eléctrica partiendo de los resultados de las diferentes casaciones realizadas diariamente en la sesión del mercado diario o en cualquiera de las sesiones de los mercados intradiarios, es responsable de resolver las restricciones técnicas existentes para que los programas que finalmente ejecuten los generadores den lugar a una situación viable y segura.

Estas actividades se concretan en:

- Efectuar previsiones de la energía que los usuarios del Sistema van a demandar en cada período, así como su distribución horaria.
- Programar la producción de las diferentes centrales para cubrir la demanda eléctrica prevista, asegurando permanentemente el equilibrio dinámico demanda-generación.
- Programar los intercambios de apoyo con otros países que tengan por objetivo garantizar el suministro a los clientes.
- Establecer los planes de mantenimiento de las instalaciones de transporte, coordinándolos con los de las centrales de producción y autorizar la ejecución final de los mismos.
- Asegurar el cumplimiento de los criterios de funcionamiento y seguridad.
- Supervisar, controlar y operar el sistema de producción y transporte, impartiendo las instrucciones necesarias a las empresas de transporte/distribución y generación:
 - Asignar los servicios complementarios.
 - Maniobrar las instalaciones de Red Eléctrica y emitir instrucciones para maniobrar el resto de instalaciones.
- Aplicar los instrumentos legales disponibles para la gestión de la demanda.
- Establecer los planes de salvaguarda y reposición y dirigir el restablecimiento del servicio en caso de incidente regional o nacional.



EL CECEOEL y la Operación del Sistema

Las actividades asociadas a la Operación del Sistema afectan a diferentes ámbitos temporales, siendo responsabilidad del CECEOEL aquellas que conciernen a la operación en tiempo real.

■ Las instrucciones de operación del Sistema de producción y transporte emitidas por el CECEOEL tienen como fin garantizar la seguridad y calidad del suministro eléctrico. Esto se materializa, en primer lugar, mediante la programación de la producción y de los intercambios internacionales para hacer frente a las variaciones de la demanda y a las indisponibilidades de los generadores. Adicionalmente, es preciso emitir consignas de operación de los elementos de la red de transporte para que las variables de control permanezcan dentro de los márgenes establecidos en los Procedimientos de Operación.

La adecuada gestión técnica del sistema se realiza a través de un conjunto coherente de **Procedimientos de Operación** de carácter técnico e instrumental, aprobados previamente por el Ministerio de Economía. El Real Decreto 2019/1997 establece que dichos procedimientos deberán contemplar, al menos, los siguientes aspectos:

- Condiciones de conexión a la red de transporte.
- Análisis de la seguridad en la cobertura anual.
- Condiciones de instalación y funcionamiento de los equipos de medida y control.
- Análisis de la seguridad en la cobertura del corto plazo.
- Gestión de las interconexiones internacionales.
- Previsiones de demanda.
- Información de la explotación.
- Programación del sistema.
- Coordinación del mantenimiento de las instalaciones de producción-transporte.
- Intercambio de información entre agentes.
- Condiciones de funcionamiento del sistema de producción y transporte y criterios de calidad, fiabilidad y seguridad.
- Asignación y determinación de la pérdidas de transporte.
- Gestión de cada uno de los servicios complementarios.
- Situaciones de alerta y emergencia.
- Criterios para la determinación de la red bajo gestión técnica.

Todos los procedimientos aprobados se encuentran publicados en la página web de Red Eléctrica: www.ree.es





La previsión de la demanda de energía eléctrica resulta esencial, dado que para lograr el equilibrio dinámico demanda-generación es muy importante conocer previamente, y con tanta precisión como sea posible, cuál va ser el consumo de energía eléctrica en un instante dado. Red Eléctrica ha desarrollado una aplicación para la previsión de la demanda cuyos resultados presentan una elevada precisión. A partir de dicha aplicación, el Departamento de Programación, en ámbitos temporales superiores al semanal, y el CECOEL, con horizontes semanal, diario y horario, actualizan las previsiones de demanda.

Tras ajustar sus previsiones de consumo a la evolución real, el CECOEL asigna los servicios complementarios –regulación secundaria, terciaria y gestión de desvíos–, programando las potencias de cada grupo generador de acuerdo con las ofertas que de ellos recibe de forma continua, para que junto con los programas de intercambio internacional, se logre el equilibrio con la demanda real, cualquiera que sea la evolución de ésta, compensando además los posibles fallos de los generadores. Esto es esencial para el control de las variables fundamentales del Sistema, las tensiones y la frecuencia.

No obstante, debido a la imposibilidad real de igualar exactamente y de forma dinámica, en todo instante, la generación y el consumo mediante la modificación de los programas de producción, el Sistema Eléctrico español dispone de un sistema de regulación automática, la Regulación Compartida Peninsular (RCP), que modifica


la potencia generada por los grupos dentro de ciertos márgenes –regulación secundaria–, y cuya operatividad requiere que se mantenga una determinada reserva rodante en los grupos generadores. El CECOEL programa y controla dicha reserva rodante, y genera y envía automáticamente las consignas de incremento o reducción de generación a los Centros de Control de las empresas de generación, quienes a su vez reenvían esas señales a los generadores para conseguir el necesario equilibrio entre producción y consumo.

Los intercambios internacionales con otros países son realizados por los agentes autorizados mediante su participación en los mercados diarios e intradiarios. Por otra parte, el CECOEL es responsable de establecer en tiempo real los intercambios de apoyo con otros sistemas eléctricos que pudieran ser precisos con objeto de asegurar la alimentación de los clientes cuando los mecanismos de mercado no han sido suficientes. Adicionalmente, debe actualizar en tiempo real la **capacidad de intercambio comercial** en las diferentes fronteras eléctricas, de tal forma que su valor sea compatible con el funcionamiento seguro del Sistema Eléctrico Español.

La resolución de restricciones técnicas existentes, primeramente en la casación de los mercados diarios e intradiarios, y por último en tiempo real, es un proceso que se mantiene activo de forma permanente para hacer frente a cualquier incidencia que pueda presentarse en el Sistema Eléctrico, resultando esencial para lograr el funcionamiento seguro del mismo.

El mantenimiento de las instalaciones de transporte debe coordinarse con el correspondiente a las de generación, con el fin de garantizar una disponibilidad suficiente del conjunto de las instalaciones del Sistema que satisfaga las exigencias de seguridad y de cobertura de la demanda.

La seguridad del Sistema Eléctrico se controla de forma permanente y preventiva para evitar incurrir en situaciones de riesgo para la continuidad del suministro, adoptando las medidas necesarias, tanto desde el punto de vista de la generación como del transporte, que mantengan al Sistema Eléctrico en estado normal de operación o que permitan a éste volver a dicha situación después de un incidente.

 El CECOEL realiza la supervisión de la seguridad de la totalidad del Sistema Eléctrico español. Para ello, controla de forma permanente el estado de la red y sus parámetros eléctricos, actuando sobre las variables de control para mantener la seguridad y calidad del suministro o para restablecer el servicio en caso de que se haya producido un incidente.

El CECOEL lleva a cabo la maniobra de las instalaciones de la red de transporte. En el caso de las instalaciones de Red Eléctrica, las maniobras de operación se realizan por telemando desde ambos Centros de Control. En el caso de

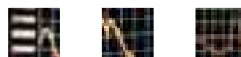


las instalaciones de otras empresas de transporte, las instrucciones de operación se transmiten a sus Centros de Control para que, bien por telemando, bien a través de su personal de servicio en las propias instalaciones, se ejecuten las maniobras requeridas.

En caso de presentarse situaciones de riesgo para la seguridad del Sistema por fallo de algunos elementos importantes, cabe la posibilidad de reducir el consumo aplicando la normativa legal establecida para la gestión de la demanda. Dicha actuación se concreta a través de instrucciones de reducción del consumo a los clientes acogidos a la correspondiente tarifa de suministro interrumpible.

Por último, en caso de que se produzca un incidente grave en el Sistema, es preciso activar los Planes de Reposición del Servicio, coordinando las actuaciones para la maniobra de la Red de Transporte y el arranque y toma de carga de las centrales generadoras con objeto de restablecer el suministro de energía eléctrica en el plazo más corto posible.


Por otra parte, los Centros de Control reciben el soporte externo de otras áreas de Red Eléctrica, entre las que cabe citar las correspondientes a la Programación, Mercados, Sistemas de Control de la Energía, Herramientas de Operación, Mantenimiento de Subestaciones, Líneas y Telecomunicaciones, e Ingeniería de Red y Sistemas.





El sistema de control de la energía

Por la complejidad de los procesos gestionados resulta imprescindible el soporte de recursos informáticos y de telecomunicación de gran potencia para llevar a cabo la operación en tiempo real. Los Centros de Control de Red Eléctrica se encuentran soportados por un sistema de control de última generación basado en sistemas abiertos sobre estaciones de trabajo de tecnología RISC y software de avanzadas prestaciones sobre UNIX, incluyendo bases de datos relacionales orientadas a objetos y soportando protocolos de comunicaciones ICCP, BCN y MBCN, entre otros, con acceso remoto a la información y presentación gráfica completa.

 **El sistema de control tiene como misión gestionar la información que se recibe en tiempo real desde las centrales y las instalaciones de la red para presentarla a los operadores en una forma gráfica fácilmente comprensible y efectuar los estudios que permitan garantizar la seguridad del Sistema Eléctrico.**

El sistema de control posibilita la supervisión y control del conjunto de la red de transporte a partir del tratamiento en ciclos de 4, 8 y 12 segundos de más de 21.000 señales



correspondientes a variables analógicas (potencias activas y reactivas en la red y en los nudos de generación y consumo, valores de las tensiones, etc.), 25.000 a variables digitales (posición de interruptores y seccionadores, etc.) y la emisión de órdenes de telemando correspondientes a 4.500 variables.

El intercambio de información se produce directamente desde o hacia las propias instalaciones o a través de las vías de comunicación con los ordenadores de control de las Empresas Eléctricas y de otros Operadores de Sistema. Toda esta información es gestionada por el sistema de control, que se encarga de supervisar los cambios de estado que se producen en la configuración de la red, actualizar las alarmas necesarias, estimar el estado del sistema, analizar la seguridad del mismo, actuar como Regulador Maestro, enviar información al panel sinóptico, etc.

El sistema de control proporciona al operador una inestimable ayuda en la toma de decisiones de operación a tra-



vés de los programas de simulación que se ejecutan en tiempo real, capaces de procesar todas las contingencias en el sistema eléctrico que los Procedimientos de Operación contemplan. Los estudios de red se realizan en las estaciones de trabajo del sistema de control, que efectúan la estimación del estado de la red y los repartos de cargas, evalúan la fiabilidad del Sistema Eléctrico, calculan los balances de energía activa y reactiva, las pérdidas de transporte, etc.

El sistema de control incorpora un gran panel sinóptico para la proyección de imágenes digitales generadas en matrices de cristal líquido y en el que se representan los esquemas de la red de transporte y los grupos de generación con su situación de disponibilidad y cargas en tiempo real, siendo un elemento de ayuda a la operación, especialmente en situaciones de alerta, emergencia y reposición.

Sin embargo, el aspecto más innovador del sistema de control es la capacidad de respaldo simétrico entre ambos Centros de Control, cuyos subsistemas y telecomunicaciones son completamente redundantes, gracias a la funcionalidad llamada *multisite*, en cuya implantación en

dos centros de control simultáneamente activos, Red Eléctrica es pionera a nivel mundial.


Con esa finalidad, ambos Centros de Control están conectados entre sí y con las instalaciones de la red a través del potente sistema de comunicaciones, que incluye en la actualidad, entre otros medios, más de 13.000 km de cable de fibra óptica.

Adicionalmente a estos equipos y aplicaciones informáticas propias del sistema de control, los operadores disponen también, como ayuda en la toma de decisiones de operación, de varios sistemas expertos desarrollados por Red Eléctrica a la medida de sus necesidades y que los operadores pueden utilizar para prevenir y resolver las situaciones anómalas que puedan presentarse en un momento dado en el Sistema Eléctrico. Entre ellos se encuentran:

- El Sistema de Previsión de la Demanda diaria y horaria.
- El Sistema Experto de Análisis de Contingencias (SEACON).
- El Sistema Experto de Ayuda a la Reposición del Servicio (SAR).

Además de las funcionalidades en tiempo real, el sistema de control dispone de un OTS (Operator Training Simulator) de inestimable ayuda en el entrenamiento de operadores y en la realización de simulacros de reposición del servicio y de diversas actividades de formación. Esta funcionalidad reviste especial importancia dado que la existencia de perturbaciones reales en la red de transporte del sistema español peninsular es, afortunadamente, escasa, lo que dificulta a los operadores durante la operación habitual la adquisición de la experiencia necesaria en este tipo de situaciones.

Calidad de Servicio

 Red Eléctrica presta sus servicios al Sistema Eléctrico y a la sociedad, con unos excelentes índices de calidad en cuanto a la continuidad de suministro y disponibilidad de la red, situándose a la vanguardia de las empresas de referencia a nivel europeo.

Los indicadores de medida de la calidad de servicio en el transporte y sus valores límite de referencia vienen determinados por el Real Decreto 1955/2000, siendo los siguientes:

- Energía no suministrada (ENS).
- Tiempo de interrupción medio (TIM).
- Índice de disponibilidad de la red.



Debido a la importancia de estos índices, no sólo se lleva el control y seguimiento específico de los mismos, sino que se realizan comparaciones con los de otras empresas internacionales. La evolución de estos índices y su comparativa internacional se recogen en el informe "El Sistema Eléctrico Español" que anualmente publica Red Eléctrica.



RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Pº del Conde de los Gaitanes, 177
28109 Alcobendas - Madrid
<http://www.ree.es>

