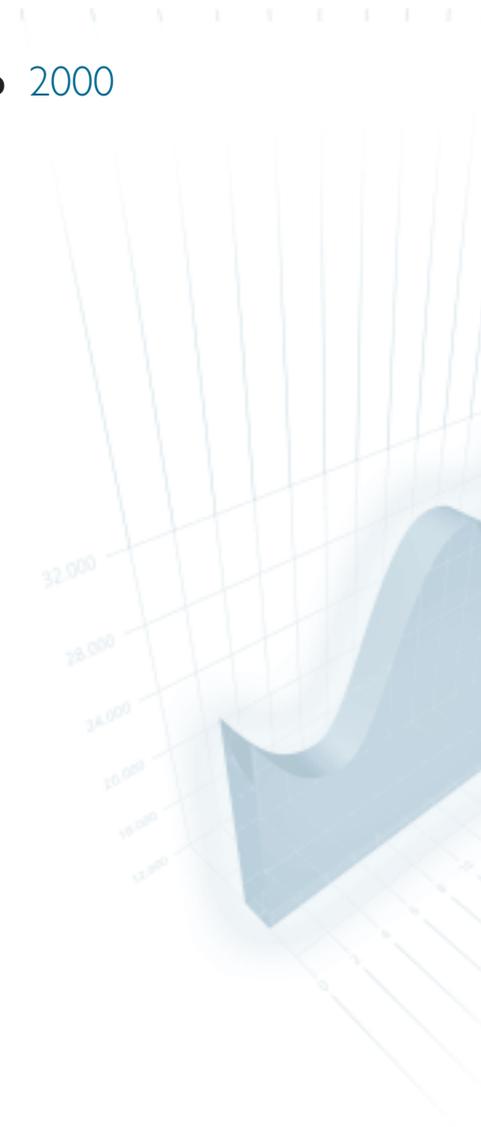




Operación del Sistema Eléctrico 2000



RED ELÉCTRICA
DE ESPAÑA

1. El Sector Eléctrico Español en 2000	3
2. Demanda de energía eléctrica	11
2.1 Comportamiento de la demanda de energía eléctrica	11
2.2 Factores explicativos del crecimiento de la demanda de energía eléctrica	12
Gráficos y cuadros	15
3. Cobertura de la demanda	19
3.1 Balance de potencia	19
3.2 Balance de energía	20
Gráficos y cuadros	23
4. Régimen ordinario	27
4.1 Equipo generador, altas y bajas	27
4.2 Utilización y disponibilidad de los grupos térmicos	28
4.3 Producción hidráulica	29
4.4 Producción de las centrales térmicas	31
Gráficos y cuadros	35
5. Régimen especial	47
5.1 Potencia instalada y energía adquirida al régimen especial	47
5.2 Coste de la energía adquirida al régimen especial	48
Gráficos y cuadros	51
6. Operación del sistema	55
6.1 La operación del sistema y el mercado eléctrico	56
6.1.1 Actuaciones a corto y medio plazo	57
6.1.2 Gestión de los mercados de operación	58
6.1.3 Operación en tiempo real	62
6.1.4 Actuaciones posteriores al tiempo real	63
6.2 El mercado de producción en 2000	64
6.3 Los mercados de operación en 2000	66
6.3.1 Solución de restricciones técnicas	67
6.3.2 Servicios complementarios	68
6.3.3 Gestión de desvíos	72
6.3.4 Solución de emergencias en tiempo real	73
Gráficos y cuadros	75
7. Red de transporte	85
7.1 Red de transporte de energía eléctrica	85
7.2 Calidad de servicio de la red de transporte	86
7.3 Nivel de carga de la red de transporte	88
7.4 Pérdidas en la red de transporte	88
Gráficos y cuadros	91
8. Intercambios internacionales	99
8.1 Saldo de los intercambios internacionales	99
8.2 Contratos suscritos por RED ELÉCTRICA	100
8.3 Transacciones internacionales de los agentes del mercado y ejecución de contratos bilaterales físicos	101
8.4 Capacidad comercial disponible de las interconexiones y grado de utilización	102
Gráficos y cuadros	107
Anexo	111
Comparación internacional	111

7 Red de transporte



Durante el año 2000 la red de transporte se ha incrementado en un total 483 km, de los cuales 380 km corresponden a circuitos de 400 kV y 103 km a circuitos de 220 kV. Asimismo, la capacidad de transformación 400 kV/AT se ha elevado en 1.700 MVA.

La energía no suministrada por incidencias ocurridas en la red de transporte ha ascendido a 779,3 MWh, correspondiente a 16 cortes de mercado que han supuesto un tiempo de interrupción medio del suministro de 2,10 minutos.

Las líneas propiedad de RED ELÉCTRICA han alcanzado el nivel más alto de disponibilidad desde su creación en 1985 con un 98,3%, en tanto que los descargos realizados en los elementos de la red de transporte han disminuido un 3,4% respecto a 1999.

7.1 Red de transporte de energía eléctrica

La red de transporte de energía eléctrica estaba constituida a 31 de diciembre de 2000 por 30.921 km de circuitos, 14.918 km de 400 kV y 16.003 km

Nuevas subestaciones y líneas en operación (400 y 220 kV)





de 220 kV, siendo la capacidad instalada de transformación 400/220-132-110 kV de 45.762 MVA.

Durante el año 2000, se han puesto en operación 380 km de circuito de 400 kV, correspondientes a la instalación del segundo circuito en las líneas Pinar del Rey-Don Rodrigo y Pinar del Rey-Tajo de la Encantada, así como la entrada/salida en la subestación de Cartelle de la línea Castrelo-Pazos, que transitoriamente funcionará a 220 kV. Asimismo, se ha procedido a la partición de la línea Romica-Rocamora y a la instalación del segundo circuito en las líneas resultantes Romica-Pinilla y Pinilla-Rocamora.

En el nivel de tensión de 220 kV se han puesto en servicio 103 km de circuito, correspondientes a la línea Magallón-Aldehuela-Oncala y a diversas entradas y salidas en líneas existentes.

Asimismo se han puesto en servicio dos nuevas subestaciones de 400 kV y once de 220 kV. Por su

1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones. En el capítulo IV del título II, dedicado a la calidad del servicio en la red de transporte, se definen los parámetros representativos de niveles de calidad que sirven para el establecimiento de incentivos y penalizaciones.

De acuerdo con este Real Decreto, la calidad de servicio en la red de transporte se exigirá con carácter general, por punto frontera y por instalación.

En lo que se refiere a la calidad global de la red de transporte, los indicadores de medida son la energía no suministrada (ENS), el tiempo de interrupción medio (TIM) y la indisponibilidad de la red.

Para los puntos frontera el Real Decreto establece que la calidad del suministro se medirá teniendo en cuenta, entre otros parámetros, el tiempo de interrupción, el número de interrupciones, y los niveles de tensión y frecuencia.

En cualquier caso la aplicación de lo establecido en el Real Decreto está pendiente de desarrollos regulatorios que no se han producido hasta el momento.

Continuidad del suministro en la red de transporte

En el año 2000 el valor de la energía no suministrada, referido a la red de transporte peninsular, ha sido de 779,3 MWh, mientras que el valor del tiempo de interrupción medio fue 2,10 minutos.

El número de incidencias registradas en la red de transporte ha sido de 1.773 y el número de inte-

Evolución del sistema de transporte y transformación

	1999	2000
Líneas eléctricas	30.438	30.921
Km de circuito 400 kV	14.538	14.918
Km de circuito 220 kV	15.900	16.003
MVA de transformación (400/AT) (*)	44.062	45.762

(*) AT incluye transformación a 220, 132 y 110 kV

parte, la capacidad de transformación 400 kV/AT ha aumentado en 1.700 MVA.

7.2 Calidad de servicio de la red de transporte

El 1 de diciembre se publicó el Real Decreto



rupciones o cortes de mercado registrados ha sido de 16. Entre éstos cabe destacar el corte de mercado a Aluminio Español, en la subestación del mismo nombre, el día 3 de junio, con una energía no suministrada de 183,3 MWh, y el producido el 26 de julio en la subestación de 220 kV de Castellbisbal que ha supuesto una energía no suministrada de 130,9 MWh.

Interrupción del suministro en la red de transporte

	ENS (MWh)	TIM (min.)
1996	660	2,23
1997	778	2,53
1998	205	0,62
1999	676	1,93
2000	779	2,10

Disponibilidad y descargos en la red de transporte

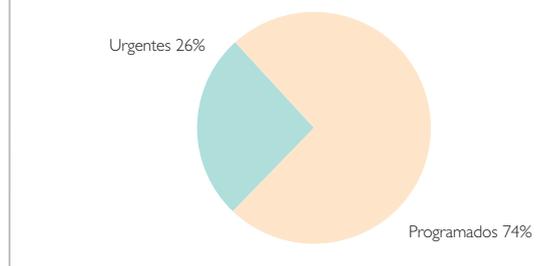
La tasa de indisponibilidad mide el tiempo medio que cada línea de la red no ha estado disponible para el servicio por motivos de mantenimiento preventivo, indisponibilidad fortuita u otras causas, como construcción de nuevas instalaciones o condicionantes externos a la red.

Tasa de indisponibilidad de las líneas propiedad de RED ELÉCTRICA

	%
Mantenimiento preventivo	0,62
Indisponibilidades fortuitas	0,06
Otras causas ajenas al mantenimiento	1,02
Total	1,70

Durante el año 2000 la disponibilidad total en las líneas propiedad de RED ELÉCTRICA ha sido del 98,3%, la más alta desde su creación en 1985.

Descargos realizados en la red de transporte



Se han realizado un total de 2.308 descargos en los elementos de la red de transporte, lo que supone una disminución del 3,4% respecto al año anterior.

Del total de descargos, 1.704 fueron programados, lo que supone una reducción del 4,2% respecto al año anterior, mientras que los descargos urgentes fueron 604, lo que significa una disminución del 0,8% respecto a 1999.

Nivel de tensión en la red de transporte

Las tensiones medias en la red de transporte se han mantenido dentro de los límites normales, registrándose valores bajos en los meses estivales. La variación de las tensiones ha sido la siguiente:

- Los valores en la red de 400 kV oscilan entre los 398 y 429 kV, lo que supone una fluctuación de 31 kV. Las mayores variaciones, por zonas, han correspondido al País Vasco (27 kV) y las menores a Aragón (14 kV).
- En la red de 220 kV los valores varían en una banda de 21 kV, que se mueve entre los 222 y 243 kV. Por zonas las variaciones se han situado entre los 10 kV de Oriol y los 17 kV de Barcelona.



7.3 Nivel de carga de la red de transporte

La carga media porcentual de la red de transporte ha sido superior a la del pasado año, especialmente en 400 kV, que ha alcanzado el 21,3%, con un incremento de 0,9 puntos respecto al año anterior, mientras que en el nivel de 220 kV se alcanzó el 18,1%, 0,7 puntos superior a 1999.

Porcentualmente, las mayores cargas mensuales se han producido en los meses de verano, debido a la disminución de la capacidad efectiva de las líneas por el aumento de las temperaturas.

En conjunto las líneas de 400 kV han alcanzado una carga media máxima, en punta, del 29,7%, siendo la línea Almaraz-Bienvenida la de mayor carga seguida de Pinar-Melloussa. Tan sólo las líneas Oriol-Cedillo y Oriol-Arañuelo registraron sobrecargas en 2000 y en ambos casos éstas tuvieron lugar durante el mes de agosto.

Las líneas de 220 kV alcanzaron una carga media máxima, en punta, del 25,6%. La línea Mudarra-Mudarra ID es la que mayor carga media en punta registra, seguida de Andujar-Guadame.

En este nivel de tensión la carga media mensual máxima se registra en noviembre.

Durante el año 2000, el nivel de carga medio de los transformadores de la red ha aumentado un 0,7%, alcanzando el 35,6% de su capacidad. Destaca la alta carga de la zona de Madrid, con un 54%, seguida de la zona de Barcelona que es además la que experimenta un mayor incremento. La carga media de los transformadores ha aumentado respecto al año anterior en todas las zonas, salvo en Galicia.

7.4 Pérdidas en la red de transporte

Las pérdidas en la red de transporte, medidas como diferencia entre las lecturas horarias de los contadores de la energía entrante en dicha red (desde generación, autoprodutores e intercambios internacionales) y la energía saliente (a distribución y clientes cualificados), han sido de 3.483 GWh, incluyendo las pérdidas óhmicas y los consumos propios necesarios para el funcionamiento de las instalaciones, lo que supone un aumento de 136 GWh respecto a 1999.

Sobre los 170.626 GWh de energía total circulada por la red de transporte, las pérdidas anteriores representan el 2,04%, porcentaje ligeramente inferior al de 1999.

En términos relativos las pérdidas han aumentado un 4,1% frente al crecimiento del 7,3% en la energía circulada por la red de transporte.

Diciembre ha sido el mes que más pérdidas ha registrado con un valor de 428 GWh, y un coeficiente de 2,86% respecto a la energía total circulada, mientras que abril ha sido el de menores pérdidas, con un valor de 132 GWh y un coeficiente de 1,1%.

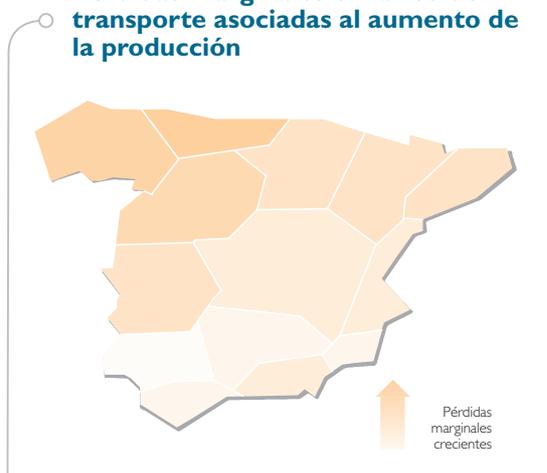
En el nuevo marco legal en que se desenvuelve el sistema eléctrico las pérdidas pueden ser un elemento más a considerar por los agentes a la hora de tomar su decisión de ubicación, ya que el incremento experimentado por las pérdidas de la red de transporte como consecuencia de los incrementos de consumo o producción dependerán, además de la configuración de generación y del estado de carga del sistema en



su conjunto, de la zona de la red donde se instale el nuevo agente.

Por ello, un procedimiento para determinar la mejor ubicación en la red de transporte de los nuevos agentes, puede ser la evaluación de las pérdidas marginales que se producen en la red por los incrementos de consumo o producción de estos nuevos agente.

Pérdidas marginales en la red de transporte asociadas al aumento de la producción



Aplicando el procedimiento anterior al caso español, se observan zonas más o menos homogéneas en cuanto a pérdidas marginales de transporte, asimismo se advierte fácilmente una complementariedad entre zonas de consumo y producción.

Pérdidas marginales en la red de transporte asociadas al aumento del consumo



Las pérdidas marginales del sistema, para cada configuración y estado del mismo, pueden definirse como el incremento que experimentarían las pérdidas de la red de transporte en ese estado y en ese instante si se incrementara la generación y/o el consumo en una unidad. Su definición y determinación precisa exige llevar a cabo los incrementos citados en cada uno de los nudos de la red. El significado económico del concepto anterior es claro por cuanto indica los nudos en los que la instalación de nuevos centros de consumo o de generación, en su caso, producirían una redistribución de flujos de potencia que llevarían a menores pérdidas específicas en el sistema en su conjunto.



7 Red de transporte



Nuevas líneas de transporte en operación a 400 kV	92
Nuevas líneas de transporte en operación a 220 kV	92
Nuevas subestaciones en operación	92
Nueva transformación en subestaciones en operación	93
Evolución del sistema de transporte y transformación	93
Evolución de la red de 400 y 220 kV	94
Evolución de la red de 400 y 220 kV (gráfico)	94
Energía no suministrada (ENS) por incidencias en la red de transporte	95
Tiempo de interrupción medio (TIM) por incidencias en la red de transporte	95
Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95% por zonas y para la red de 400 kV	95
Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95% por zonas y para la red de 220 kV	96
Carga máxima en día laborable en la media de los circuitos de 400 kV	96
Carga máxima en día laborable en la media de los circuitos de 220 kV	97
Evolución de la carga media anual de los transformadores por zonas	97
Evolución del factor de potencia medio en la zona de Madrid	97
Pérdidas en la red de transporte sobre la demanda	98



Nuevas líneas de transporte en operación a 400 kV

Línea	Empresa	Nº circuitos	Km de circuito
Romica - Pinilla I (1)	RED ELÉCTRICA	1	36,0
Romica - Pinilla II	RED ELÉCTRICA	1	36,0
Pinilla - Rocamora I (1)	RED ELÉCTRICA	1	91,7
Pinilla - Rocamora II	RED ELÉCTRICA	1	91,7
Pinar del Rey - Tajo de la Encantada (2)	RED ELÉCTRICA	1	109,5
Pinar del Rey - Don Rodrigo (2)	RED ELÉCTRICA	1	128,0
E/S en Cartelle L/Castrolo-Pazos (3)	RED ELÉCTRICA	2	14,7

(1) Baja de la línea Romica-Rocamora de 127,6 km.
 (2) Instalación 2º circuito.
 (3) Transitoriamente funcionará a 220 kV.

Nuevas líneas de transporte en operación a 220 kV

Línea	Empresa	Nº circuitos	Km de circuito
E/S en El Espartal L/Escatrón-Monte Torrero	ENDESA (E.R.Z.-I)	2	2,4
Magallón - (Aldehuela) - Oncala	ENDESA (E.R.Z.-I)	1	79,7
Puentelarrá - Mercedes Benz (1)	IBERDROLA	1	29,9
Mercedes Benz - Alí (1)	IBERDROLA	1	0,8
Vitoria - Elgea (2)	IBERDROLA	1	13,3
Elgea - Itxaso (2)	IBERDROLA	1	37,2
Morata - La Torrecilla (3)	IBERDROLA	1	17,4
La Torrecilla - Villaverde (3)	IBERDROLA	1	5,4
E/S en Lourizán L/Tibo-Pazos	U.F. DISTRIBUCIÓN	2	10,2

(1) Baja de la línea Puentelarrá-Alí de 30,1 km.
 (2) Baja de la línea Vitoria-Itxaso de 41,5 km.
 (3) Baja de la línea Morata-Villaverde de 22,1 km.

Nuevas subestaciones en operación

Subestación	Empresa	Tensión kV	Transformación	
			kV	MVA
Magallón	RED ELÉCTRICA	400	400/220	800
Pinilla	RED ELÉCTRICA	400		
Cartelle	RED ELÉCTRICA	220		
El Espartal	ENDESA (E.R.Z.-I)	220		
Magallón	ENDESA (E.R.Z.-I)	220		
Oncala	ENDESA (E.R.Z.-I)	220	220/30	50
Lanzas Agudas	ENDESA (E.R.Z.-I)	220	220/66	90
La Torrecilla	IBERDROLA	220	220/11	30
Elgea	IBERDROLA-EÓLICAS EUZKADI	220	220/20	35
Mercedes Benz (*)	IBERDROLA-MERCEDES BENZ	220	220/30	2x100
La Grela	U.F. DISTRIBUCIÓN	220	220/15	2x50+1x70
Mazaricos	U.F. DISTRIBUCIÓN	220	220/66	150
Vimianzo	U.F. DISTRIBUCIÓN	220	220/66	300

(*) La subestación en 220 kV es propiedad de Iberdrola. Los trafos y 2 posiciones son propiedad de Mercedes Benz



Nueva transformación en subestaciones en operación

Subestación	Empresa	Tensión kV	Transformación	
			kV	MVA
Fuencarral (*)	RED ELÉCTRICA	400	400/132	450
Boimente (*)	RED ELÉCTRICA	400	400/132	450
San Vicente	IBERDROLA	220	220/132	170
Retamar	IBERDROLA	220	220/45	100
Cartuja	ENDESA (C.S.E.-I)	220	220/66	120
Balboa	ENDESA (C.S.E.-I)	220	220/66	70
Santiponce	ENDESA (C.S.E.-I)	220	220/50	70
La Serna	PARQUES EÓLICOS	220	220/66	130
Mas Figueres	ENDESA (FECSA-ENHER-I)	220	220/25	60
Castellbisbal	ENDESA (FECSA-ENHER-I)	220	220/25	65

(*) La subestación entrará en servicio en 2001.

Evolución del sistema de transporte y transformación

		1996	1997	1998	1999	2000
km de circuito a 400 kV	RED ELÉCTRICA	13.823	13.984	14.278	14.278	14.658
	Otras empresas	260	260	260	260	260
	Total	14.083	14.244	14.538	14.538	14.918
km de circuito a 220 kV	RED ELÉCTRICA	4.240	4.276	4.280	4.280	4.280
	Otras empresas	11.419	11.425	11.521	11.620	11.723
	Total	15.659	15.702	15.801	15.900	16.003
Capacidad de transformación 400/AT (MVA) (*)	RED ELÉCTRICA	15.788	16.988	16.988	17.913	19.613
	Otras empresas	25.699	25.699	25.699	26.149	26.149
	Total	41.487	42.687	42.687	44.062	45.762

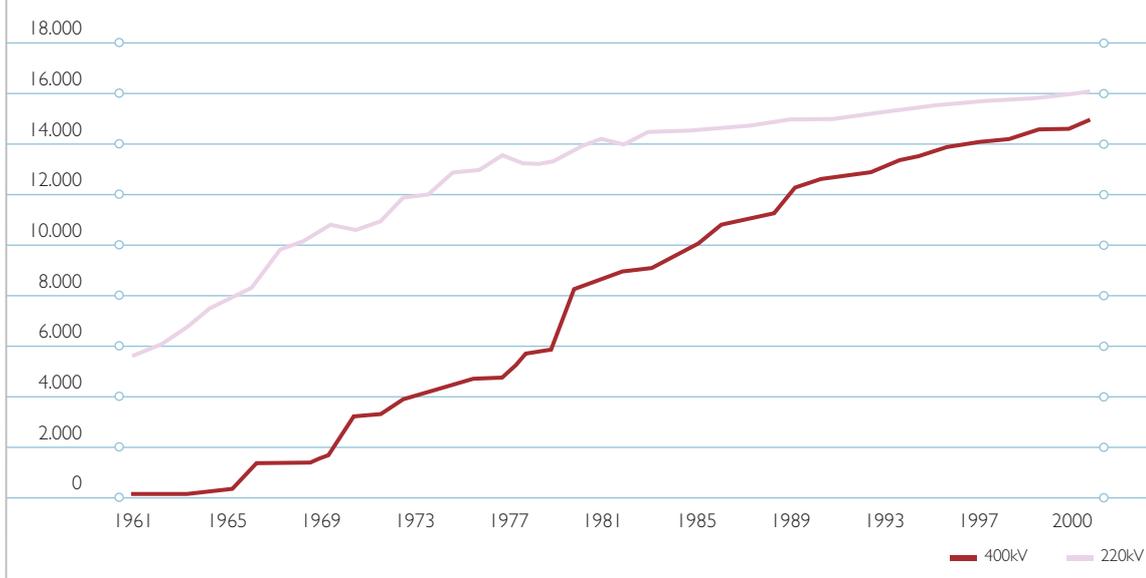
(*) AT incluye transformación a 220, 132 y 110 kV



○ Evolución de la red de 400 y 220 kV (km)

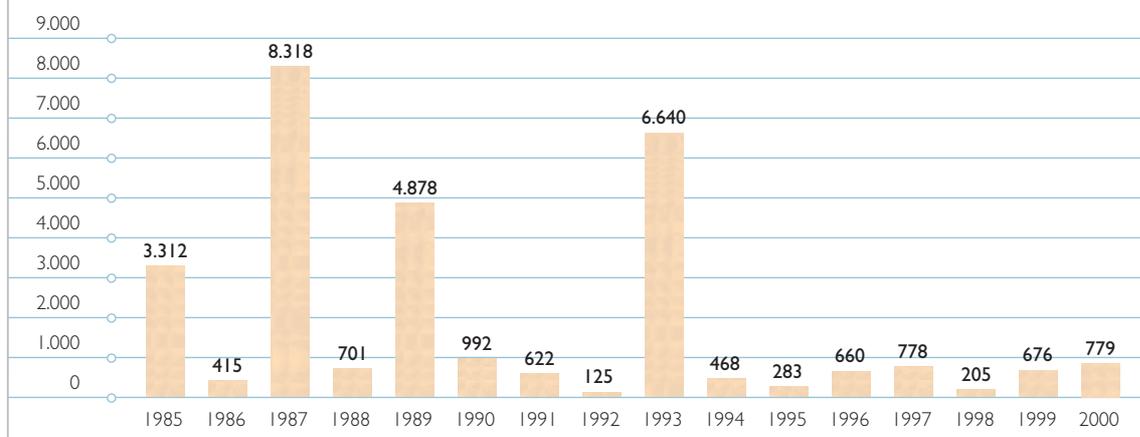
Año	400 kV	220 kV	Año	400 kV	220 kV
1961	0	5.558	1981	8.906	13.958
1962	0	5.904	1982	8.975	14.451
1963	0	6.544	1983	9.563	14.476
1964	150	7.374	1984	9.998	14.571
1965	255	7.856	1985	10.781	14.625
1966	1.278	8.403	1986	10.978	14.719
1967	1.278	9.763	1987	11.147	14.822
1968	1.289	10.186	1988	12.194	14.911
1969	1.599	10.759	1989	12.533	14.922
1970	3.171	10.512	1990	12.686	14.992
1971	3.233	10.859	1991	12.883	15.057
1972	3.817	11.839	1992	13.222	15.281
1973	4.175	11.923	1993	13.439	15.367
1974	4.437	12.830	1994	13.737	15.511
1975	4.715	12.925	1995	13.970	15.554
1976	4.715	13.501	1996	14.083	15.659
1977	5.595	13.138	1997	14.244	15.702
1978	5.732	13.258	1998	14.538	15.801
1979	8.207	13.767	1999	14.538	15.900
1980	8.518	14.124	2000	14.918	16.003

○ Evolución de la red de 400 y 220 kV (km)

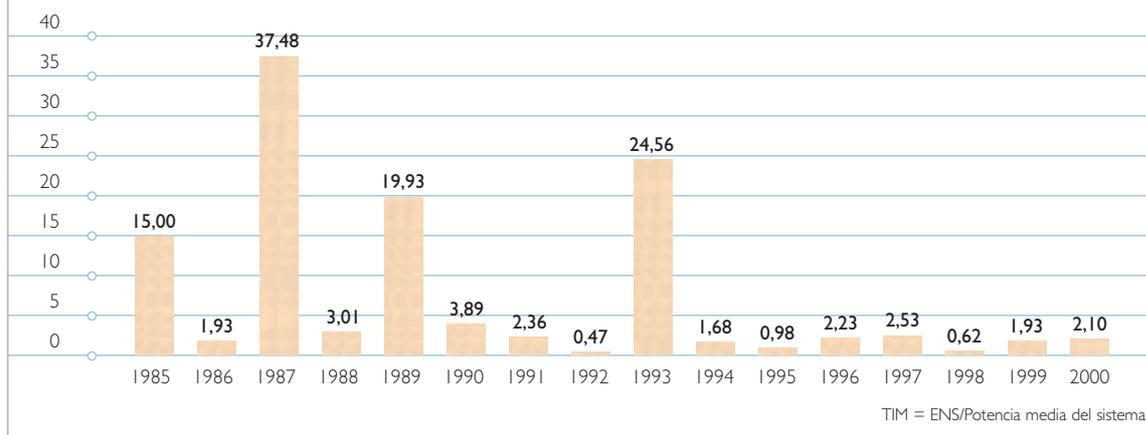




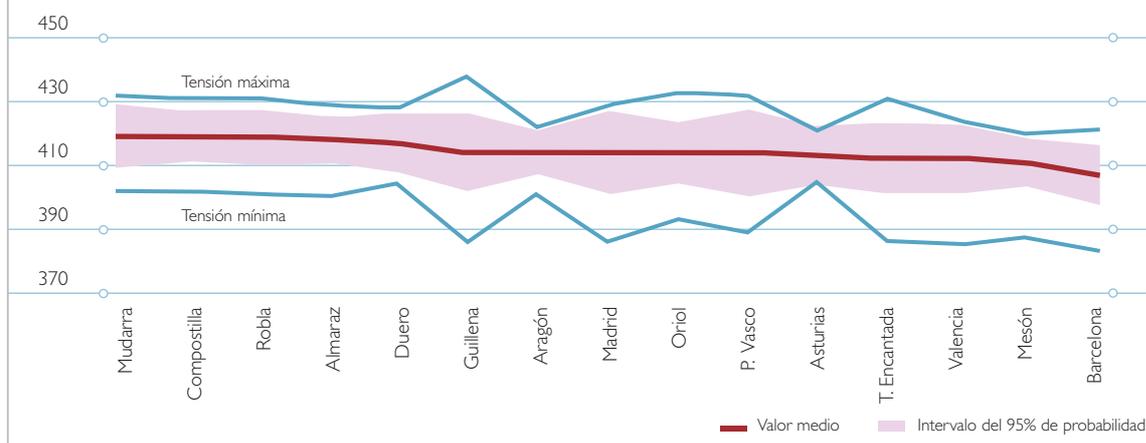
Energía no suministrada (ENS) por incidencias en la red de transporte (MWh)

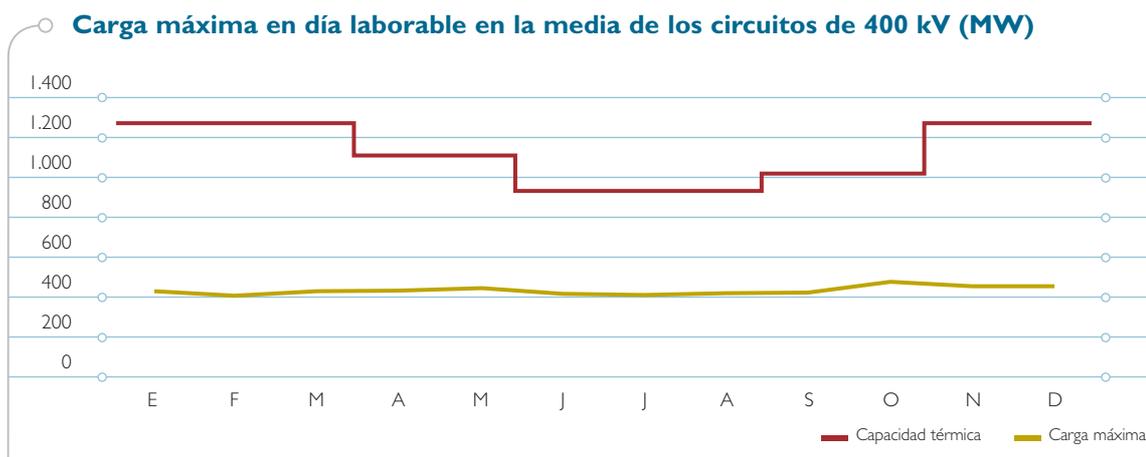
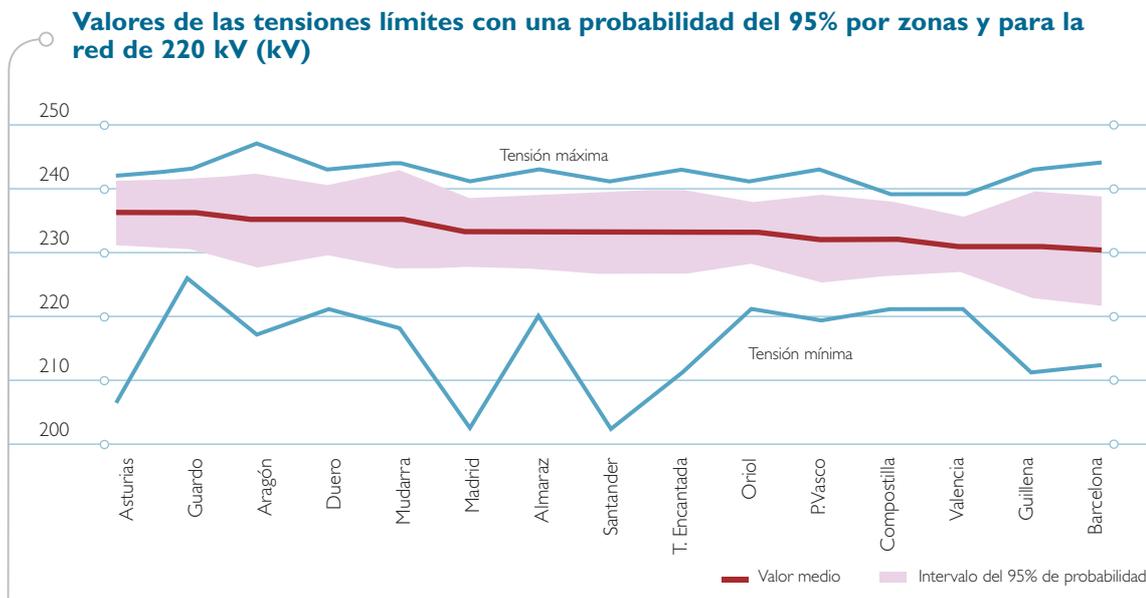


Tiempo de interrupción medio (TIM) por incidencias en la red de transporte (minutos)



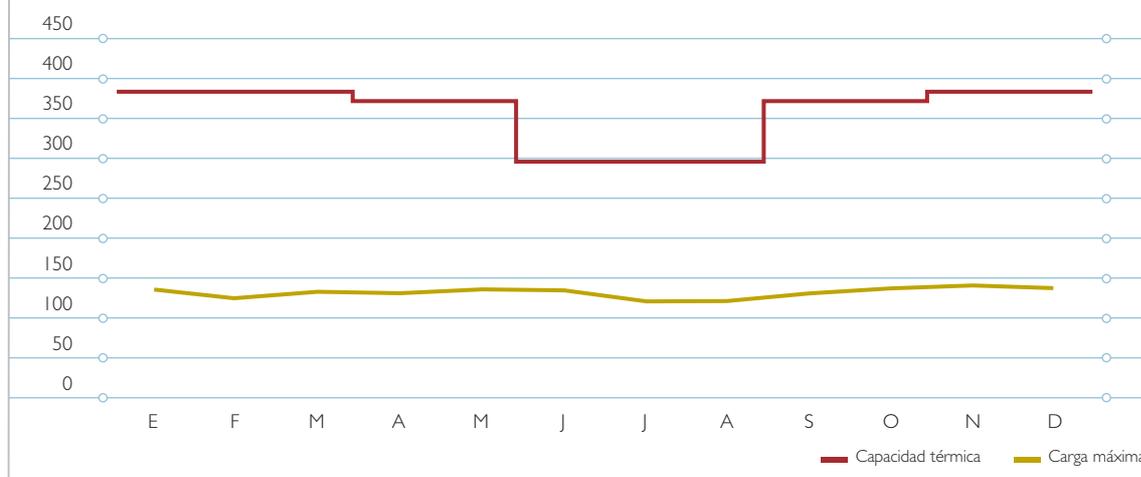
Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95% por zonas y para la red de 400 kV (kV)



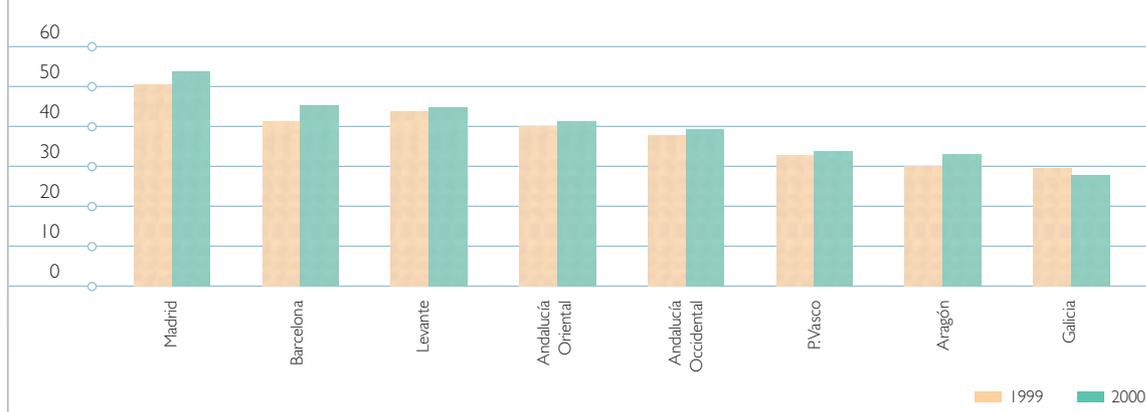




Carga máxima en día laborable en la media de los circuitos de 220 kV (MW)



Evolución de la carga media anual de los transformadores por zonas (%)



Evolución del factor de potencia medio en la zona de Madrid



