

4. Transporte de energía eléctrica en el sistema eléctrico peninsular .....	73
4.1.1 Nuevas líneas de transporte en operación a 400 kV .....	77
4.1.2 Nuevas líneas de transporte en operación a 220 kV .....	77
4.1.3 Nuevas subestaciones en operación.....	77
4.1.4 Nueva transformación en subestaciones en servicio.....	78
4.1.5 Evolución del sistema de transporte y transformación .....	78
4.1.6 Evolución de la red de 400 y 220 kV (km) .....	79
4.1.7 Evolución de la red de 400 y 220 kV (km) .....	79
4.3.1 Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95 % por zonas y para la red de 400 kV .....	80
4.3.2 Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95 % por zonas y para la red de 220 kV .....	80
4.3.3 Evolución del nivel de carga medio en las líneas de 400 kV .....	81
4.3.4 Evolución del nivel de carga medio en las líneas de 220 kV .....	81
4.3.5 Evolución de la carga media anual de los transformadores por zonas.....	82
4.3.6 Evolución del factor de potencia medio en la zona de Madrid .....	82
4.5.1 Pérdidas en la Red Mallada (% sobre la demanda).....	83
4.5.2 Comportamiento horario de las pérdidas .....	83

### 4.1 Red de transporte de energía eléctrica

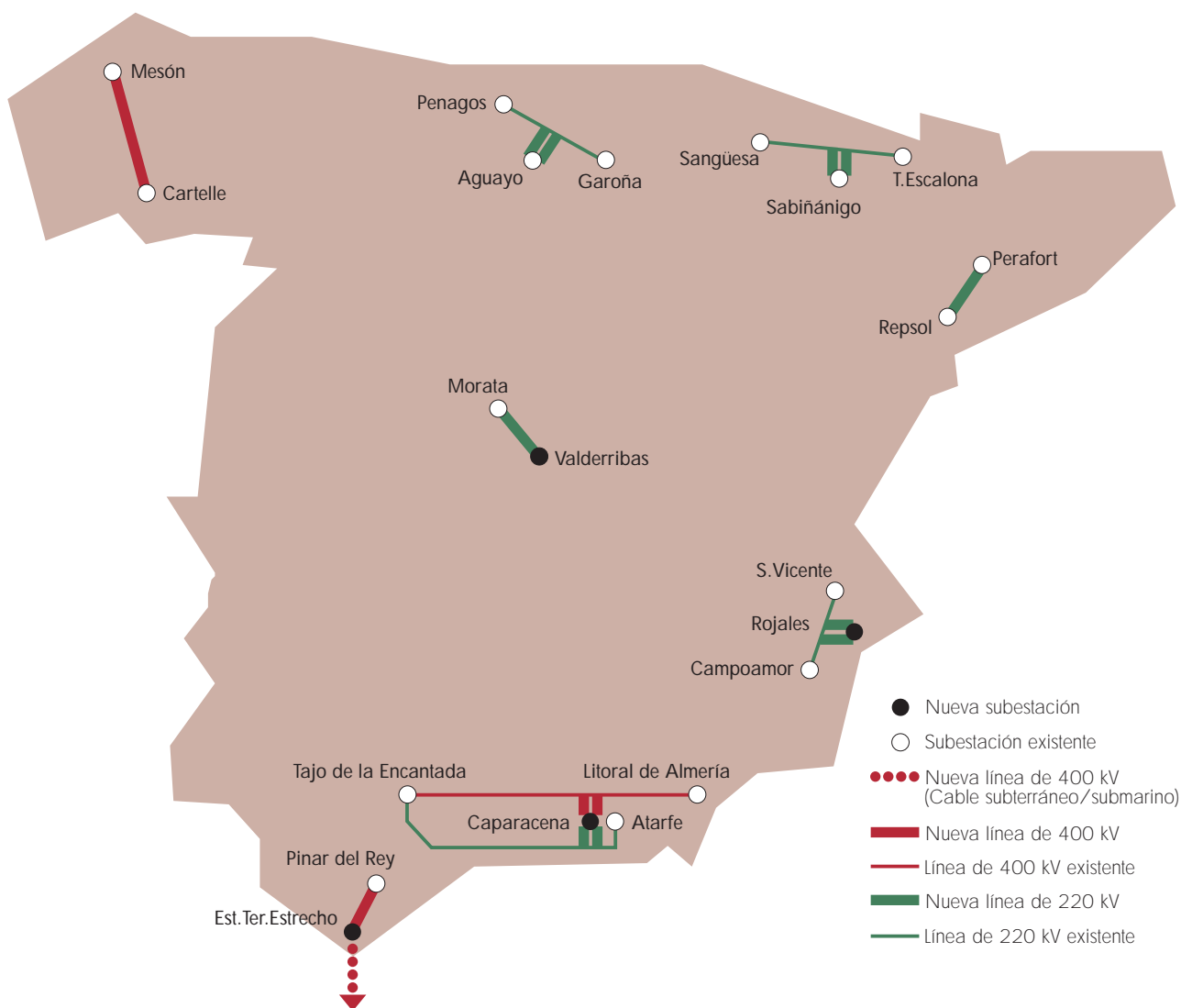
La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico establece que la red de transporte de energía eléctrica esta constituida por las líneas, parques, transformadores y otros elementos eléctricos con tensiones iguales o superiores a 220 kV y aquellas otras instalaciones, cualquiera que sea su tensión, que cumplan funciones de transporte o de interconexión internacional y, en su caso, las interconexiones con los sistemas eléctricos españoles insulares y extrapeninsulares.

De acuerdo con la definición anterior, la red de transporte de energía eléctrica del sistema eléctrico peninsular en operación a 31 de diciembre de

Evolución del sistema de transporte y transformación

	1997	1996
Líneas eléctricas		
Km de circuito 400 kV	14.244	14.083
Km de circuito 220 kV	15.701	15.659
MVA de transformación (400/AT)	41.157	39.957

1997, estaba constituida por 14.244 km de circuitos a 400 kV y 15.701 km de circuitos a 220 kV, siendo la capacidad instalada de transformación en alta tensión de 41.157 MVA.



Durante 1997, se pusieron en operación 160,2 km de línea de 400 kV y 42,4 km de 220 kV, así como 5 nuevas subestaciones. La capacidad de transformación 400/220 se incrementó en 1.200 MVA, no produciéndose durante el periodo ningún alta de reactancias en alta tensión.

Entre las instalaciones que han entrado en operación durante 1997 cabe destacar, por su carácter singular, la interconexión eléctrica submarina con Marruecos entre Estrecho y Ferdioua, mediante 4 cables submarinos y subterráneos de 400 kV, concluida en junio y cuyas pruebas eléctricas terminaron satisfactoriamente el 3 de noviembre.

Igualmente hay que destacar la línea Mesón-Cartelle de 400 kV y 110,5 km, de simple circuito y apoyos preparados para doble circuito. Esta línea, cuya construcción se finalizó en 1996 y fue puesta en operación durante 1997, completa el mallado de la red de 400 kV en Galicia y hace más eficiente el intercambio de energía eléctrica con Portugal.

## 4.2 Calidad de servicio de la red de transporte

De acuerdo con los criterios establecidos por UNIPEDE, la calidad del servicio de la red de transporte del sistema eléctrico peninsular se evalúa con arreglo a una serie de indicadores calculados a partir de la energía no suministrada (ENS) a

consumidores finales, debido a incidencias iniciadas en dicha red.

El principal indicador utilizado es el tiempo de interrupción medio (TIM), expresado en minutos, que se define como la relación entre la energía no suministrada y la potencia media del sistema.

En 1997 el valor de la energía no suministrada, referido a la red de transporte peninsular, ha sido de 778,4 MWh, siendo el valor del tiempo de interrupción medio de 2,53 minutos.

El número de incidencias registradas en la red de transporte ha sido de 1.404 y el número de interrupciones o cortes de mercado registrados ha sido de 18. Con excepción de la incidencia ocurrida en la línea Almaraz-Mérida el 6 de noviembre, con una pérdida de mercado de 110 MW en la zona durante un total acumulado de 4 horas y 10 minutos, es de destacar que dichas interrupciones han sido de baja intensidad, en cuanto a la potencia interrumpida, y de corta duración.

## 4.3 Niveles de tensión y carga de la red de transporte

Las tensiones medias en la red de transporte se han mantenido dentro de los límites normales, registrándose unos valores medios similares a los del año pasado.

En el estudio de la variación de las tensiones se consideran tan sólo los valores con una probabilidad de producirse del 95%, con el fin de eliminar medidas extremas poco significativas por ocurrir en situaciones anómalas de explotación.

Los valores de tensión en la red de 400 kV oscilaron entre los 399 y 433 kV, lo que supone una fluctuación de 34 kV. En los periodos valle las tensiones se mueven en una banda de 33 kV, frente

Calidad de servicio de la red de transporte

	Energía no suministrada (MWh)	Tiempo de interrupción medio (min.)
1993	6.640,1	24,56
1994	467,7	1,68
1995	282,9	0,98
1996	660,4	2,23
1997	778,4	2,53

a los 30 kV del año anterior. En la punta, la variación ha sido de 30 kV, valor superior a los 27 kV del pasado año. Las mayores oscilaciones, por zonas, corresponden a Aragón (27 kV) y las menores a Mesón y Almaraz (15 kV).

En cuanto a la red de 220 kV, los valores anteriores han oscilado entre 224 y 243 kV, en una banda de 19 kV, inferior a la del año pasado. En punta y en valle los valores oscilan en una banda de 18 kV y 17 kV respectivamente; la banda, tanto de punta como de valle, es inferior a los 20 kV de 1996. Por zonas, las oscilaciones varían entre los 7 kV de Robla y los 17 kV de Aragón.

La carga media de la red de 400 kV, durante 1997, ha sido de 18,4%, superior en un punto a la del año anterior, mientras que en 220 kV la carga media fue de 17%, valor similar al de 1996.

En conjunto, las líneas de 400 kV han alcanzado una carga media máxima, en punta, del 25,4%, siendo la línea Mudarra-Lastras la que registra mayor carga media en punta, seguida de la Oriol-Arañuelo.

En cuanto a las líneas de 220 kV la carga media máxima en punta fue del 24,8%. Tan sólo las líneas Compostilla-Montearenas 1 y 2 alcanzan una carga media superior al 50%.

La mayor carga media mensual en ambos niveles de tensión se ha producido en los meses de verano y otoño. El aumento del nivel de carga entre los meses de junio y octubre es consecuencia de la reducción de capacidad efectiva de la línea con los límites de verano y otoño, motivados por el aumento de la temperatura ambiente, que puede cuantificarse en un 29% y 22% para la red de 400 kV y en un 26% y 24% respectivamente para la red de 220 kV. A esto hay que añadir la

concentración de descargos que se produce en estos meses.

El nivel de carga medio de los transformadores durante 1997 ha disminuido un 1%, llegándose al 32,2% de su capacidad. La carga media por zonas ha disminuido respecto del año anterior, salvo en Aragón, Galicia y el País Vasco. La zona más cargada ha seguido siendo Madrid, que alcanzó un valor medio del 45%, mientras que en ninguna de las restantes se ha superado el 40% de carga media.

#### 4.4 Tasa de indisponibilidad y descargos en líneas de la red de transporte

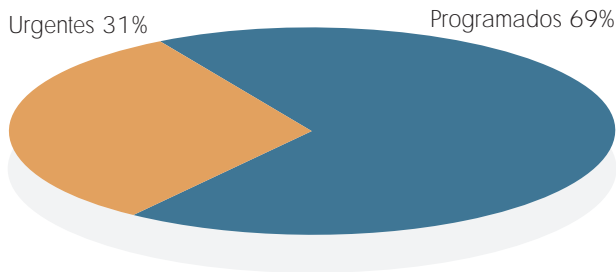
La tasa de indisponibilidad indica la calidad y continuidad del servicio prestado al sistema eléctrico, y mide el tiempo medio que cada línea de la red no ha estado disponible para el servicio por motivos de mantenimiento preventivo, indisponibilidad fortuita u otras causas, como construcción de nuevas instalaciones o condicionantes externos a la red. En 1997 la disponibilidad total ha sido del 96,4%, cifra superior a la de 1996.

Tasa de indisponibilidad (%)	
Mantenimiento preventivo	1,10
Indisponibilidades fortuitas	0,04
Otras causas ajenas al mantenimiento	2,42
<b>Total</b>	<b>3,56</b>

Durante 1997 se han registrado un total de 3.971 descargos en los elementos de la red de transporte, lo que supone una disminución del 2,4% respecto del año anterior.

Del total anterior, 2.743 corresponden a descargos programados a medio y largo plazo, lo que supone una reducción del 1% respecto al año anterior, mientras que los descargos con carácter

## Descargos realizados en la Red de Transporte



de urgencia fueron 1.228, lo que significa un 5% menos que en 1996.

### 4.5 Pérdidas en la red de transporte

Las pérdidas en la red de transporte durante 1997 han sido de 2.321 GWh frente a los 2.247 del año anterior. A pesar de este incremento, el porcentaje de pérdidas respecto a la demanda ha sido un 1,4%, cifra similar a la de 1996.

La alta producción hidráulica habida en 1997, al igual que ocurrió en 1996, ha dado lugar a un menor número de grupos de fuel/gas acoplados y un mantenimiento del nivel de pérdidas, consecuencia de la posición relativa de los centros hidráulicos de generación respecto de la demanda.

Si se compara por meses, se observa como en diciembre las pérdidas fueron muy superiores a las del año anterior, éstas también se incrementaron en los meses de abril, mayo, septiembre y octubre.

Las pérdidas horarias han oscilado entre los 105 MW, registrados el 16 de febrero a las 9 horas, y los 580 MW del 15 de diciembre a las 19 horas, lo que supone el 0,9 % y el 2,2% de la demanda en esas horas respectivamente.

La diferencia entre los valores máximos y mínimos de las pérdidas en horas valle ha sido de 190 MW, mientras que en punta llega a 444 MW.

Cuadro 4.1.1  
Nuevas líneas de transporte en operación a 400 kV

Línea	Empresa	Nº de circuitos	Km de circuito
Mesón - Cartelle	RED ELECTRICA	1	110,5
E/S en Caparacena - L/Litoral-Tajo	RED ELECTRICA	2	0,4
Pinar del Rey - Est. Ter. Estrecho	RED ELECTRICA	1	34,1
Interconexión con Marruecos	RED ELECTRICA	1	15,2

Cuadro 4.1.2  
Nuevas líneas de transporte en operación a 220 kV

Línea	Empresa	Nº de circuitos	Km de circuito
E/S en Sabiñanigo - L/Sangüesa-T Escalona	RED ELECTRICA	2	0,6
E/S en Aguayo - L/Penagos-Garoña	RED ELECTRICA	2	36,0
E/S en Caparacena - L/Tajo-Atarfe II	SEVILLANA	2	1,6
E/S en Rojales - L/S. Vicente-Campoamor	IBERDROLA	2	0,2
Morata - Valderribas	IBERDROLA	1	0,2
Perafort - Repsol	ENHER	1	1,9
San Sebastian - Puente San Fernando (1)	UNION FENOSA	1	1,9

(1) Cambio de trazado

Cuadro 4.1.3  
Nuevas subestaciones en operación

Subestación	Empresa	Tensión	Transformación	
		kV	kV	MVA
Caparacena	RED ELECTRICA	400	400/220	600
Estación Terminal Estrecho	RED ELECTRICA	400	-	-
Rojales	IBERDROLA	220	220/20	50
Valderribas	PORTLAND	220	-	-
Caparacena	SEVILLANA	220	-	-

Cuadro 4.1.4  
Nueva transformación en subestaciones en servicio

Subestación	Empresa	Tensión kV	Transformación	
			kV	MVA
Loeches	RED ELECTRICA	400	400/220	600
Vic	ENHER	220	220/132	200
Juia (1)	ENHER	220	220/132	100
Foix	ENHER	220	220/25	40
Castellet (2)	ENHER	220	220/25	20
Abreira (3)	ENHER	220	220/25	40
Valdemoro II	UNION FENOSA	220	220/132	120

(1) Procedente de la Subestación VIC

(2) Procedente de la Subestación ABRERA

(3) Procedente de la Subestación CASTELLET

Cuadro 4.1.5  
Evolución del sistema de transporte y transformación

		1993	1994	1995	1996	1997
km de circuito de a 400 kV	RED ELECTRICA	13.179	13.477	13.710	13.823	13.984
	Otras empresas	260	260	260	260	260
	Total	13.439	13.737	13.970	14.083	14.244
km de circuito de a 220 kV	RED ELECTRICA	4.214	4.214	4.214	4.240	4.276
	Otras empresas	11.153	11.297	11.340	11.419	11.425
	Total	15.367	15.511	15.554	15.659	15.701
Capacidad de transformación 400/AT (MVA)	RED ELECTRICA	11.348	14.268	15.248	15.788	16.988
	Otras empresas	25.029	24.169	24.169	24.169	24.169
	Total	36.377	38.437	39.417	39.957	41.157

Cuadro 4.1.6  
Evolución de la red de 400 y 220 kV (km)

Año	400 kV	220 kV	Año	400 kV	220 kV
1962	0	5.904	1980	8.518	14.124
1963	0	6.544	1981	8.906	13.958
1964	150	7.374	1982	8.975	14.451
1965	255	7.856	1983	9.563	14.476
1966	1.278	8.403	1984	9.998	14.571
1967	1.278	9.763	1985	10.781	14.625
1968	1.289	10.186	1986	10.978	14.719
1969	1.599	10.759	1987	11.147	14.822
1970	3.171	10.512	1988	12.194	14.911
1971	3.233	10.859	1989	12.533	14.922
1972	3.817	11.839	1990	12.686	14.992
1973	4.175	11.923	1991	12.883	15.057
1974	4.437	12.830	1992	13.222	15.281
1975	4.715	12.925	1993	13.439	15.367
1976	4.715	13.501	1994	13.737	15.511
1977	5.595	13.138	1995	13.970	15.554
1978	5.732	13.258	1996	14.083	15.659
1979	8.207	13.767	1997	14.244	15.701

Gráfico 4.1.7  
Evolución de la red a 400 y 220 kV

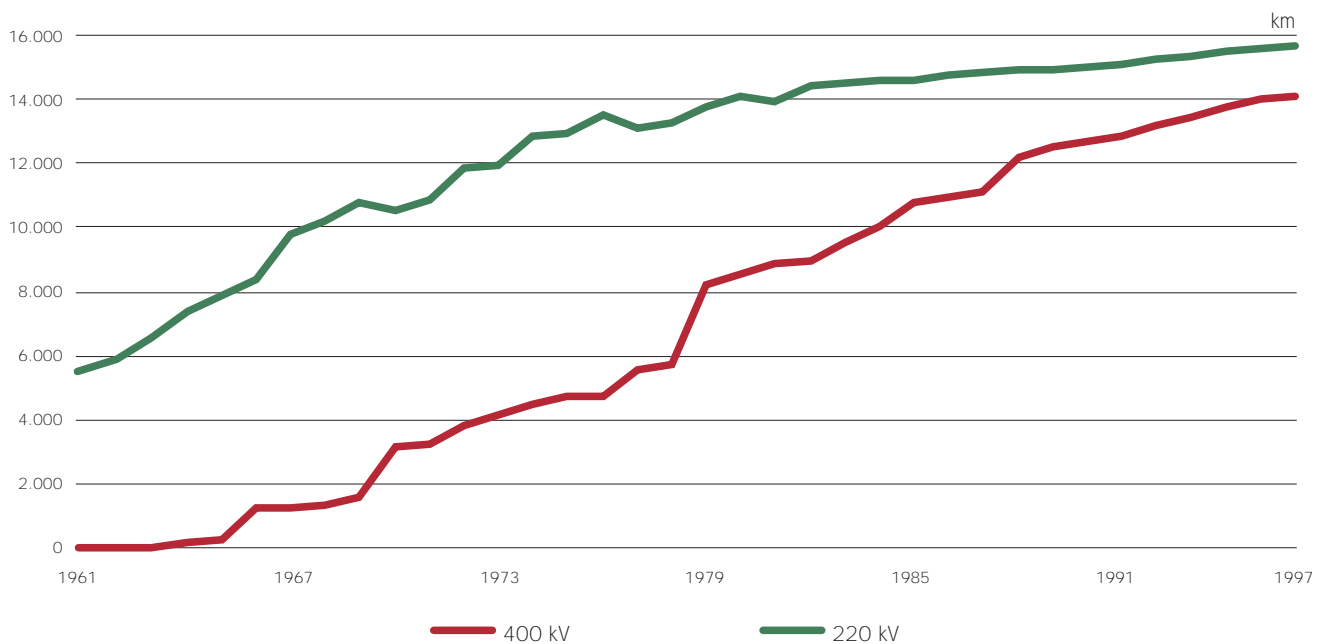




Gráfico 4.3.1  
Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95 %  
por zonas y para la red de 400 kV

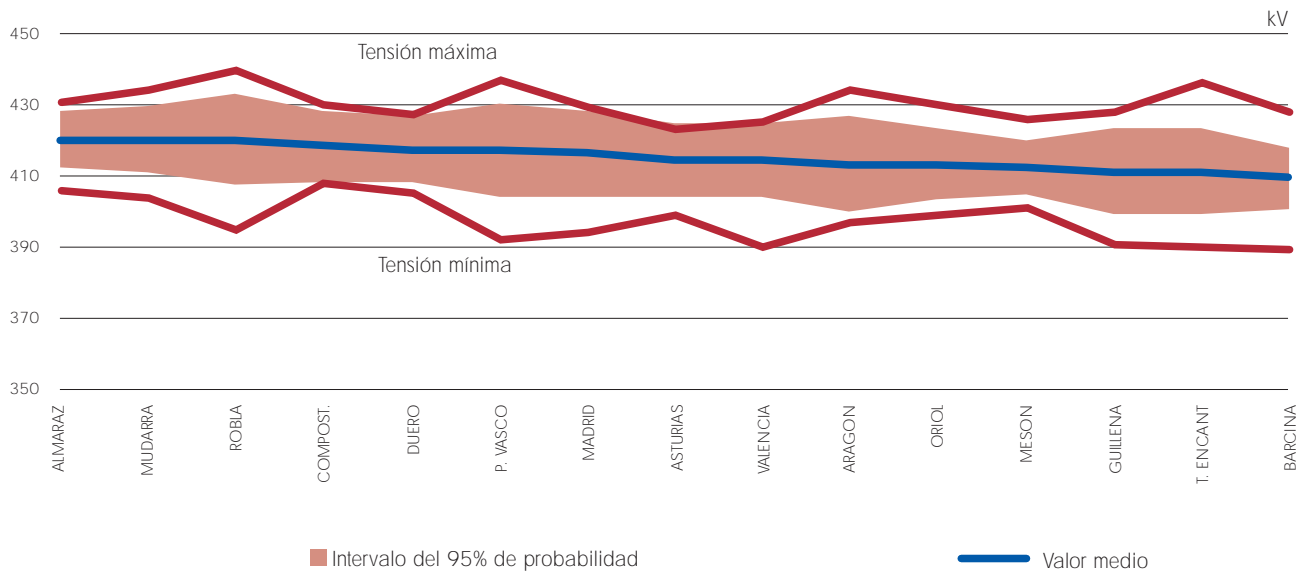


Gráfico 4.3.2  
Valores de las tensiones límites con una probabilidad del 95 %  
por zonas y para la red de 220 kV

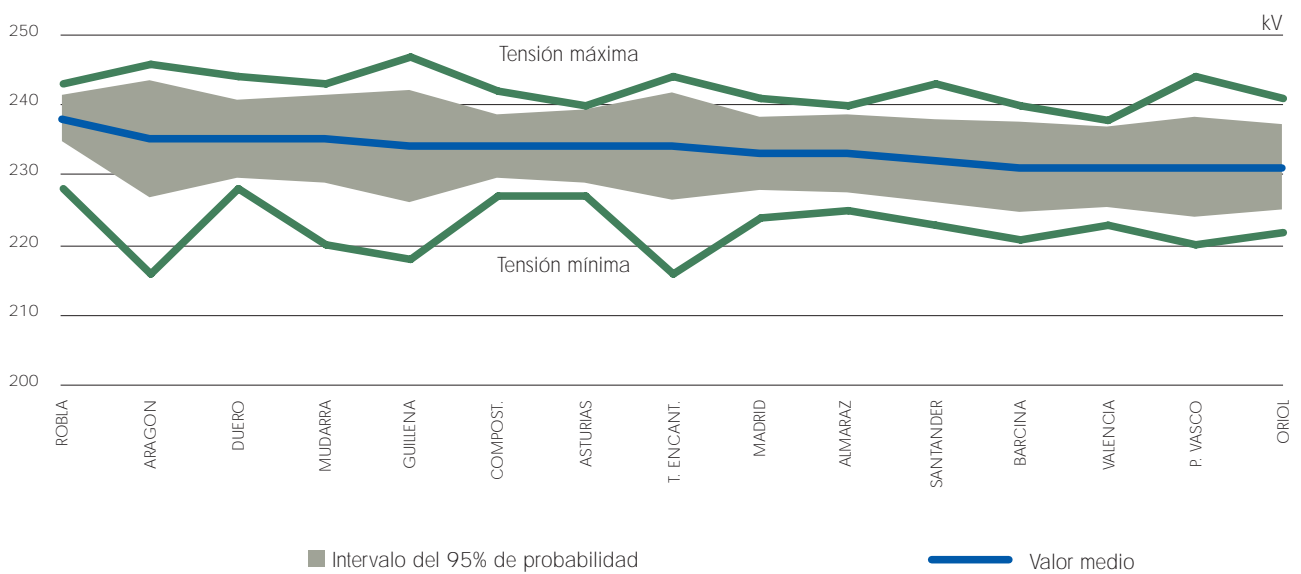


Gráfico 4.3.3  
Evolución del nivel de carga medio en las líneas de 400 kV

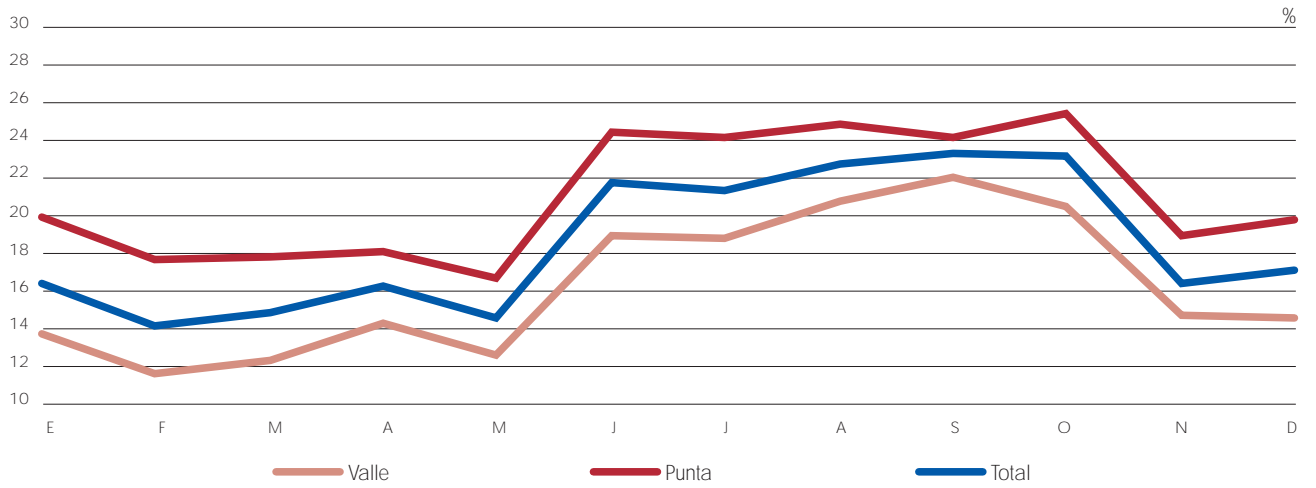


Gráfico 4.3.4  
Evolución del nivel de carga medio en las líneas de 220 kV

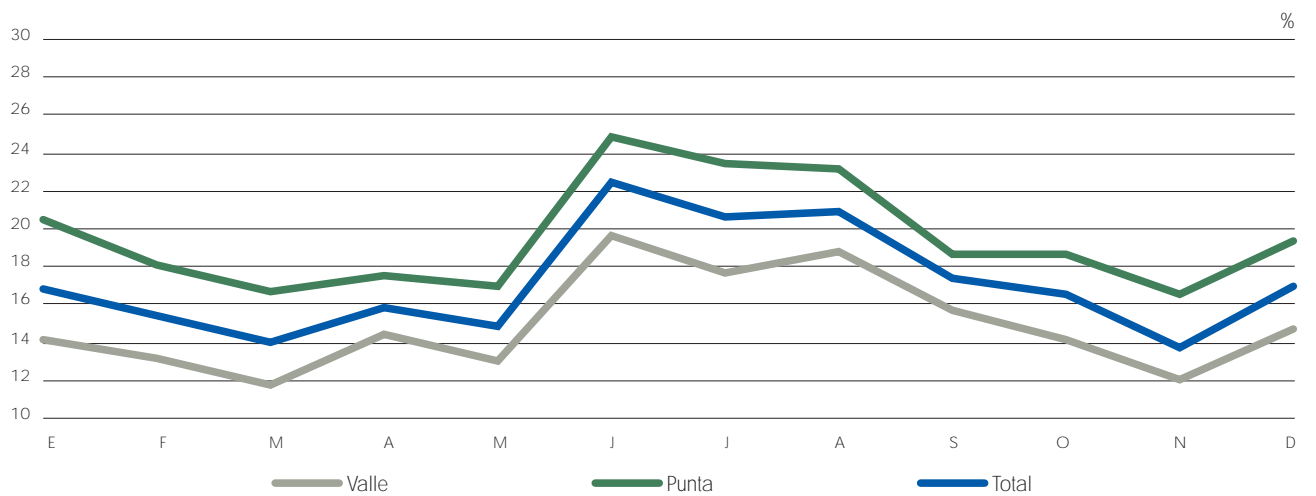


Gráfico 4.3.5  
Evolución de la carga media anual de los transformadores por zonas

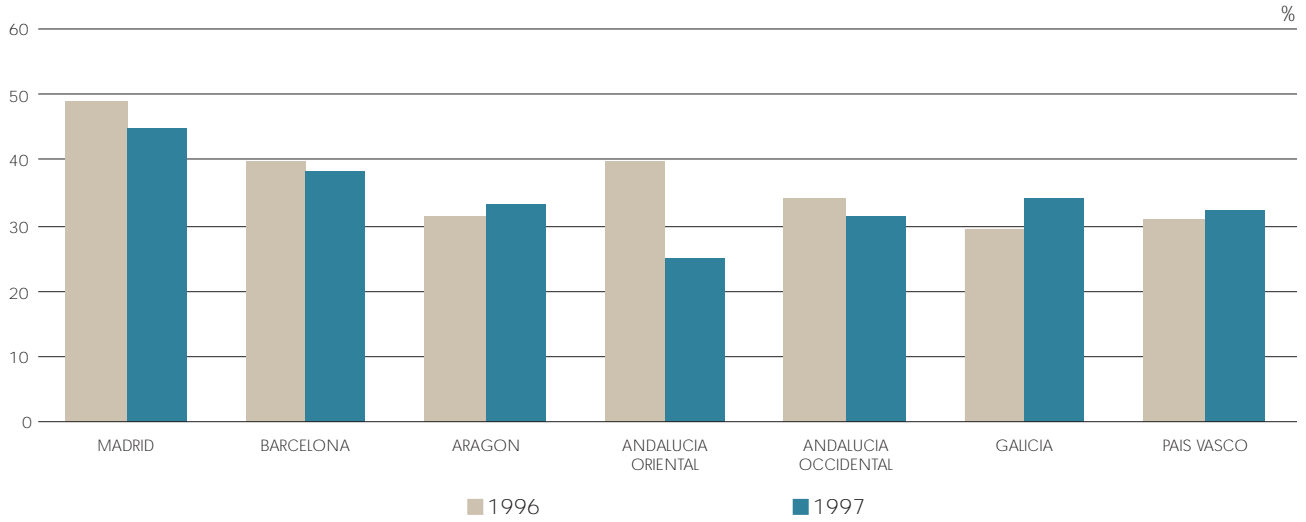


Gráfico 4.3.6  
Evolución del factor de potencia medio en la zona de Madrid

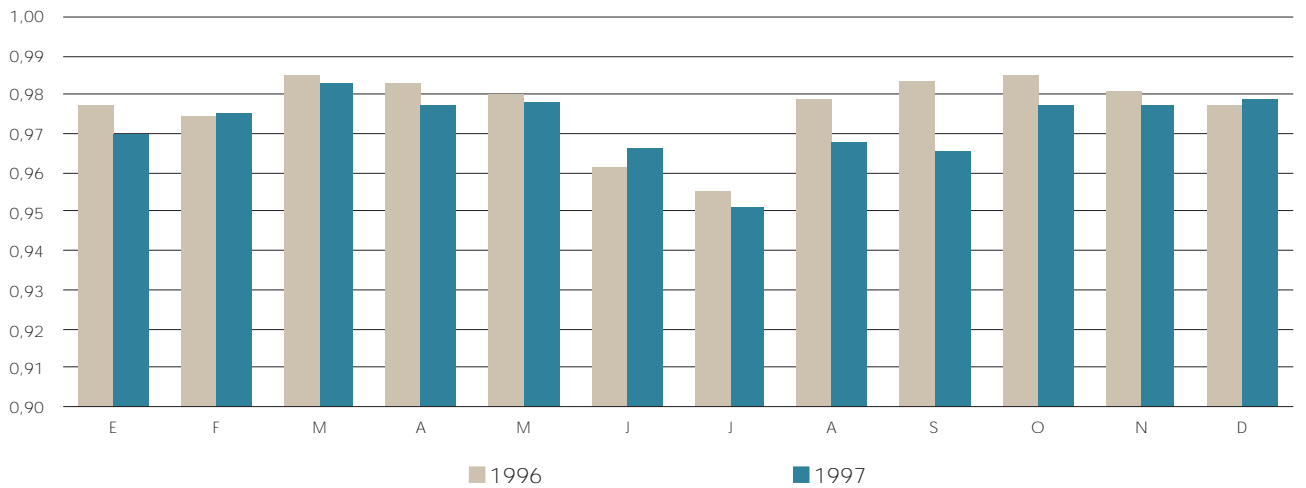


Gráfico 4.5.1  
Pérdidas en la Red Mallada (% sobre la demanda)

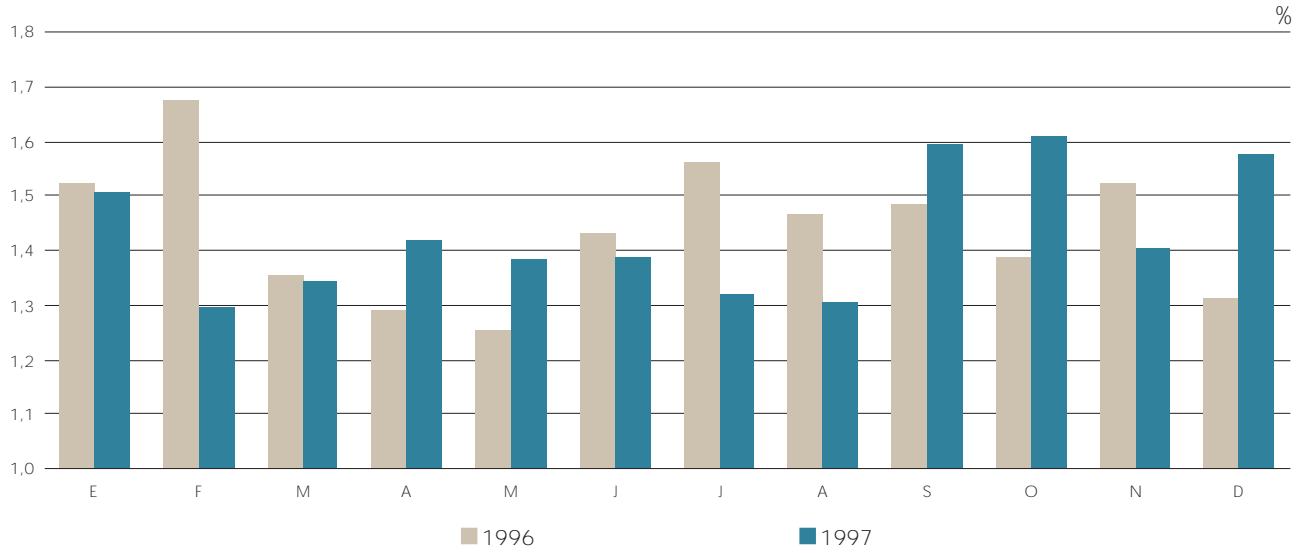


Gráfico 4.5.2  
Comportamiento horario de las pérdidas

