

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

SECCIÓN VII

GRUPO 27



COMUNICACIONES



MINISTERIO
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL

SEGUNDA EDICIÓN

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

SECCIÓN VII

GRUPO 27

COMUNICACIONES

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁG.
Historia de las comunicaciones	27.I-V
Los servicios de texto	27.2-4
Los servicios de voz o telefónicos	27.5-7
Los servicios móviles	27.8-13
Comunicaciones por satélite	27.14-15
Red de cables submarinos	27.16-17
Red internacional de cables submarinos	27.18-19
Radio y radioafición	27.20-21
Televisión	27.22
Red de difusión de Retevisión:	
televisión autonómica	27.23
Red de difusión de Retevisión	27.24-27
Otras redes de difusión.....	27.28
Televisión digital terrenal	27.29
La sociedad de la información	27.30

Desde el asombroso mapamundi de Juan de la Cosa, la cartografía ha sido una de las ciencias aplicadas que más se ha cultivado en nuestro país. El Atlas Nacional de España es una ambiciosa obra de gran alcance que viene a completar la abundante cartografía española. Dentro de su contenido no podía faltar un capítulo dedicado a las comunicaciones.

Los correos y las telecomunicaciones siempre han mantenido una estrecha relación con la cartografía. Hasta hace no muchos años, la mayor parte de la información circulaba a través de caminos y cañadas por medio del correo. En 1546 se publicaba en Medina del Campo el "Repertorio de todos los caminos de España", de Juan de Villuga, con los itinerarios y caminos de postas que serviría de base para la organización de la distribución postal durante los siglos siguientes. Hoy en día, una extensa red de fibra óptica, cables coaxiales y de cobre, enlaces de microondas y emisoras de radiodifusión se extiende como una tela de araña por todo el país, enlazando nuestros hogares, oficinas y centros de trabajo y haciendo realidad lo que se conoce como las autopistas de la información.

No ha sido nada fácil seleccionar en pocas páginas los datos más significativos que reflejan un mundo tan complejo y en constante evolución

tecnológica como es el de las comunicaciones. Confío en que el cuadernillo sea de utilidad para los usuarios habituales del Atlas Nacional, aunque soy consciente de que la información que aquí se recopila es, por su propia naturaleza, cambiante y condenada a la obsolescencia apenas ha visto la luz.

Pero toda obra geográfico-estadística de estas características está sujeta a la misma servidumbre. Deseo que futuras ediciones de este grupo actualicen y mejoren la información disponible.

Agradezco al Instituto Geográfico Nacional el cuidado con que ha preparado esta edición y le felicito por los resultados obtenidos.

Madrid, diciembre de 2004

FRANCISCO ROS PERÁN
Secretario de Estado de Telecomunicaciones
y para la Sociedad de la Información

En octubre de 1995 se publicó la primera edición del grupo 27 Comunicaciones, del Atlas Nacional de España, donde se reflejaban de modo claro y detallado las características, situación y evolución de este importante sector en aquellos años. Esta segunda edición, que ahora se publica, pretende reflejar los aspectos más importantes de los crecientes cambios de las comunicaciones en nuestro país.

El objetivo de estas páginas es eminentemente práctico, y pretende proporcionar la información más reciente. Sin embargo, las rápidas y numerosas transformaciones que el desarrollo tecnológico está introduciendo en el mundo de las comunicaciones hacen que dicha información necesite una inmediata actualización. Internet y la generalización del uso de teléfonos móviles, así como la aparición del sistema de tercera generación (UMTS) son, probablemente, los ejemplos más representativos de estos cambios.

Estos avances tecnológicos han estado acompañados también por nuevas políticas impulsadas por las directrices de la Unión Europea. La más relevante es, sin duda, la liberalización del mercado de las telecomunicaciones, que se ha ido produciendo de forma gradual desde los años noventa, con lo que se ha pasado en poco más de diez años de un régimen de monopolio a otro con diversos operadores privados, tanto de telefonía fija como móvil.

Además, como no podía ser menos en una obra que pretende ayudar a entender la situación presente, se hace un repaso a la historia de las

comunicaciones en España, desde el establecimiento en el siglo XVIII del servicio de correos como servicio público, hasta la introducción de Internet en los hogares, pasando por la evolución del telégrafo, el teléfono, la televisión, la radio, la tecnología de los satélites de comunicación o la red de cables submarinos.

De hecho, en esta nueva edición se amplían los temas relacionados con la radio y los radioaficionados, las comunicaciones por satélite, los cables submarinos, la radio y televisión digital, los avances en la telefonía móvil y las nuevas operadoras, e Internet y la sociedad de la información.

Lógicamente, una empresa tan compleja sólo ha sido posible gracias a la esforzada participación de muchas personas e instituciones que merecen no sólo el reconocimiento oficial sino la felicitación personal por haber contribuido y colaborado de forma decidida en esta nueva edición del grupo de Comunicaciones.

Madrid, diciembre de 2004

ALBERTO SERENO ÁLVAREZ
Director General del Instituto Geográfico Nacional

Introducción

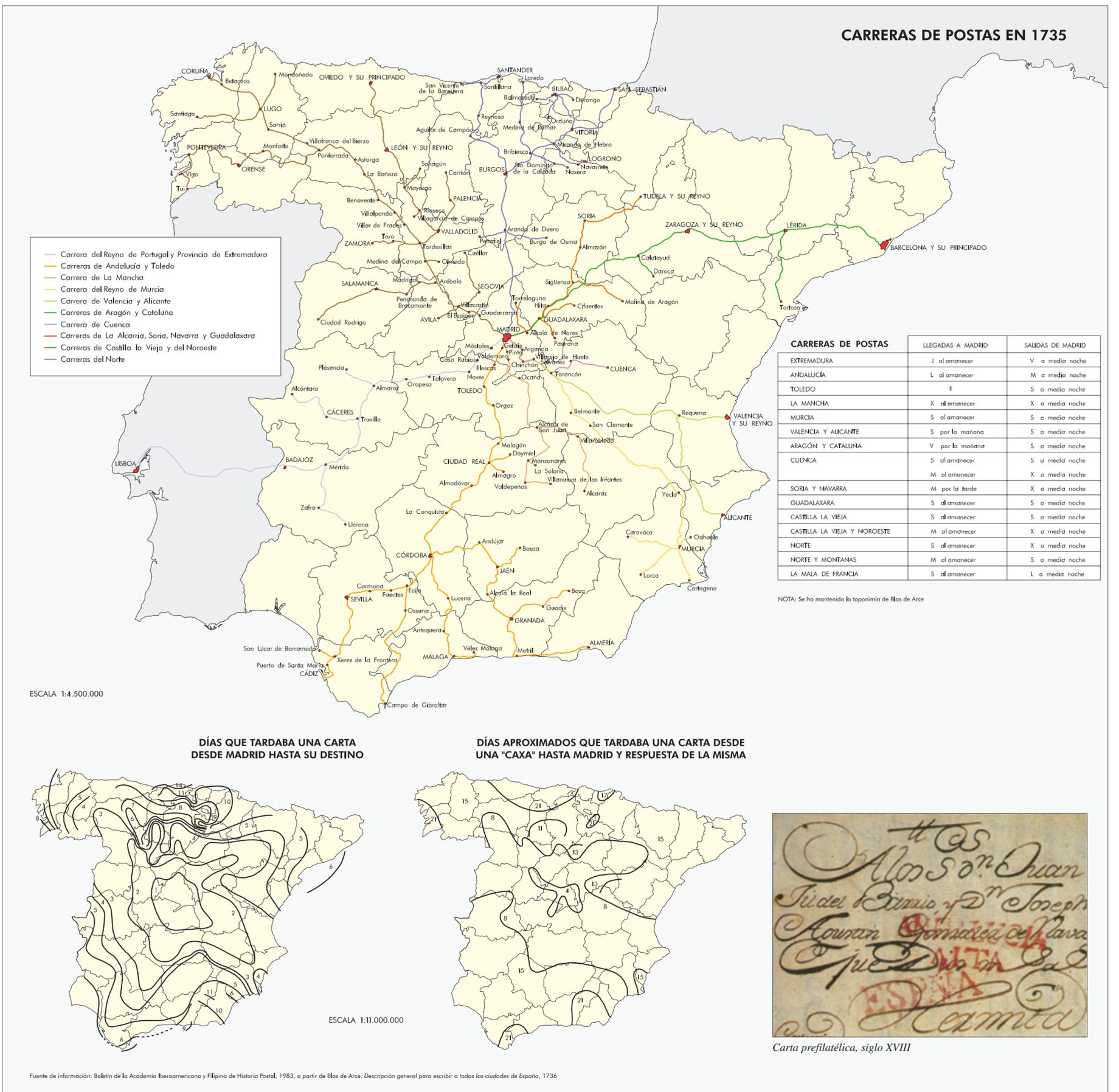
El correo, el telégrafo y el teléfono han sido, en el entorno sociocultural en el que estamos inscritos, piezas básicas de evolución y desarrollo. Los primeros pasos del correo como servicio público guardan una estrecha relación con el reformismo ilustrado que la dinastía borbónica impone en la segunda mitad del siglo XVIII. Hasta entonces se había desarrollado en un contexto inarticulado que iba desde el arrendamiento hasta el beneficio regio por determinados servicios prestados a la Corona, todo ello en un esquema totalmente alejado de lo que posteriormente se entendió por servicio público, independientemente de que sus beneficiarios fueran individuos privados o gentes del Estado y de la Corona. Los tintes de modernidad y las características que adquiere el correo a partir de la racionaliza-

ción de la administración pública del siglo XVIII, debidas principalmente a la figura de Campomanes, van a marcar su identidad hasta principios del siglo XIX. A lo largo del siglo XIX, la socialización del correo y el cambio tecnológico que supone la aparición del telégrafo eléctrico alteran las bases de la sociedad tradicional, transformando radicalmente el concepto que se tenía hasta entonces de tiempo y espacio. Con la creación de la red telegráfica en un tiempo récord, en el primer tercio del siglo XX se dispone de una compleja y tupida red que, unida al continuado proceso de modernización del correo, sitúan el sector de la comunicación en un lugar cercano al de los países más desarrollados del área europea. La aparición de la radiotelegrafía sin hilos, que da paso a la radiodifusión, y la reordenación del servicio telefónico en los años veinte sientan las bases de la revolución tecnológica que ha experimentado el sector de la comunicación en el último tercio del siglo XX. El vertiginoso proceso de transformación experimentado ha influido en la elaboración de un modelo propio, adecuado a las circunstancias políticas, económicas y sociales en las que España se ha inscrito desde su incorporación al concierto de los países desarrollados.

El correo

Las consecuencias negativas sobre la economía española que trajo consigo la guerra de Sucesión, obligaron a Felipe V a tomar una serie de medidas drásticas como la recuperación de las «rentas, derechos y oficios que por cualquier título, motivo o razón se hubiesen enajenado y desagregado de la corona». De esta forma el correo, que durante las últimas centurias había estado en manos de la familia de los Tasis, pasa a ser una renta real a partir de 1706. Esta primacía del correo como renta real será casi absoluta durante los primeros años del siglo XVIII, pero la necesidad de un correo más eficaz irá abriendo paso a la consideración del correo como un servicio público. El primer reglamento del correo español fue promulgado el 23 de abril del 1720, y en él se es-

tablecen sólo los derechos y deberes concernientes a los usuarios de las carreras de posta. Aspectos como el funcionamiento de las oficinas y la reglamentación de la correspondencia pública y privada, entre otros, se recogen en la *Ordenanza General de Correos, Postas, Caminos y demás ramos agregados a la Superintendencia General*, aprobada en 1794, cuyo espíritu se mantuvo presente hasta la creación del Cuerpo de Correos en 1889. El primer itinerario postal que se conoce, recogido en el Reglamento de 1720, muestra una clara estructura radial en la que se inscriben 267 postas, a través de unas 100 leguas (5.500 km), distribuidas en 25 carreras de posta, de las que catorce parten de Madrid hacia la periferia y las once restantes unen transversalmente localidades a escala regional. En esta época el término «posta» incluía tanto los establecimientos fijos del correo u oficinas, como la carrera realizada por los correos y el lugar designado para el cambio de caballos a cargo del Maestro de Postas. El término «estafeta» definía el sistema de correo a caballo que iba de posta en posta, y más tarde sirvió para designar determinadas oficinas y locales de correo. Las oficinas públicas que recibían cartas para su propia localidad y para reexpedirlas



Carta prefilatética, siglo XVIII

a otros destinos se llamaban «caxas» o cajas: en Madrid se ubicaban las más importantes: la del oficio del Correo General, la del Oficio de Italia y la del Oficio de Castilla. A lo largo de la primera mitad del siglo XVIII las cajas o estafetas estaban en régimen de arriendo o a cargo directo del Estado.

Durante la primera mitad del siglo XVIII el desarrollo del servicio postal fue importante; pasó de ser un servicio irregular, tanto por su extensión como por su periodicidad, a convertirse en una fuente de ingresos cada vez mayor para el Estado, a la vez que su radio de acción superaba los límites peninsulares. Había conseguido satisfacer en gran medida la imprescindible comunicación de una máquina burocrática, que había crecido considerablemente desde la llegada de la dinastía borbónica. Consciente de su importancia, el Estado utilizó los fondos del correo para financiar el arreglo, construcción y ampliación de la red viaria y su adecuación a los itinerarios postales.

La introducción de la política reformista en la segunda mitad del siglo XVIII se traduce en unos cambios importantes en la gestión y organización del Correo que, sin dejar de ser considerado como una renta, comenzara a desarrollar su faceta de servicio público, con la incorporación de la prensa y de los comerciantes al uso de la Posta. Este hecho llevó a la mejora y ampliación de la red vial

existente, así como a la mayor frecuencia de las expediciones, reduciéndose el tiempo de entrega. Sin embargo, la Corona mantuvo la prioridad de la construcción de la red radial, invirtiendo todos los fondos en ella y dejando a las ciudades la financiación de las redes comerciales y regionales.

Otra novedad en esta segunda mitad del siglo XVIII fue la creación de los correos marítimos que permitieron el tráfico postal entre la Península y sus colonias americanas, islas Canarias y, en el marco de una política de pacificación y fomento del comercio en el Mediterráneo, Constantinopla.

Este despegue quedó en parte interrumpido por la crisis del Antiguo Régimen, cuando el Estado, aprovechando la creciente tendencia a utilizar el correo, especialmente por el sector comercial, optó por elevar fuertemente las tarifas postales (1815) buscando una salida a la crisis hacendística del momento. Esta solución, que no tuvo su correlato en una política inversora destinada a la mejora del servicio, sólo supuso un freno a la utilización del correo.

Sin embargo, a partir del segundo tercio del siglo XIX asistimos a la consolidación paulatina del servicio, patente en la década de los sesenta, cuando la llegada del correo quedó garantizada a todos los municipios del país. Para conseguirlo, los gobiernos adoptaron una serie de medidas, como son: el abaratamiento de las tarifas, la aparición de

nuevos servicios como el giro mutuo (giro postal) o las tarjetas postales, la ampliación y mejora de la red vial y el tratar de regularizar y aumentar la frecuencia del correo.

El año 1856 fue importante para la historia del correo español; además de producirse la mayor rebaja tarifaria hasta ese momento conocida y que se mantendría hasta finales de siglo, se implantó el franqueo obligatorio por medio de los sellos para cartas e impresos, como ya ocurría en gran parte de los países europeos y Estados Unidos, y la obligatoriedad del timbrado del papel de los periódicos que se transportaban por correo. La aparición del sello reforzó la política, antes vacilante, del Estado encaminada al abaratamiento estructural del servicio y facilidad.

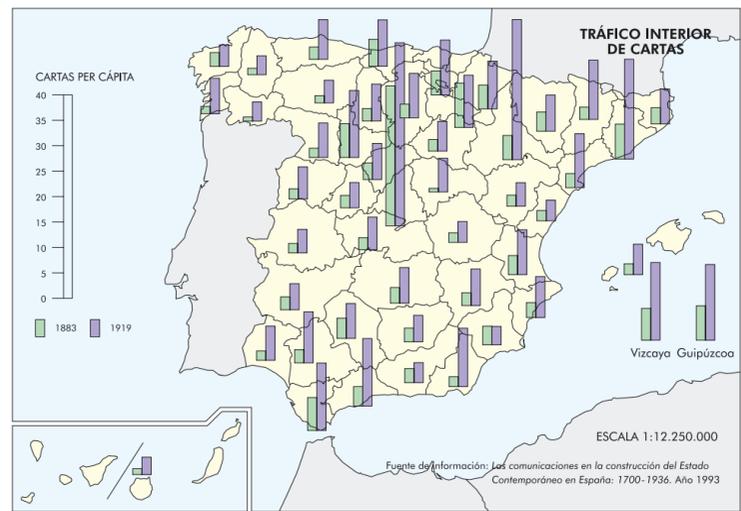
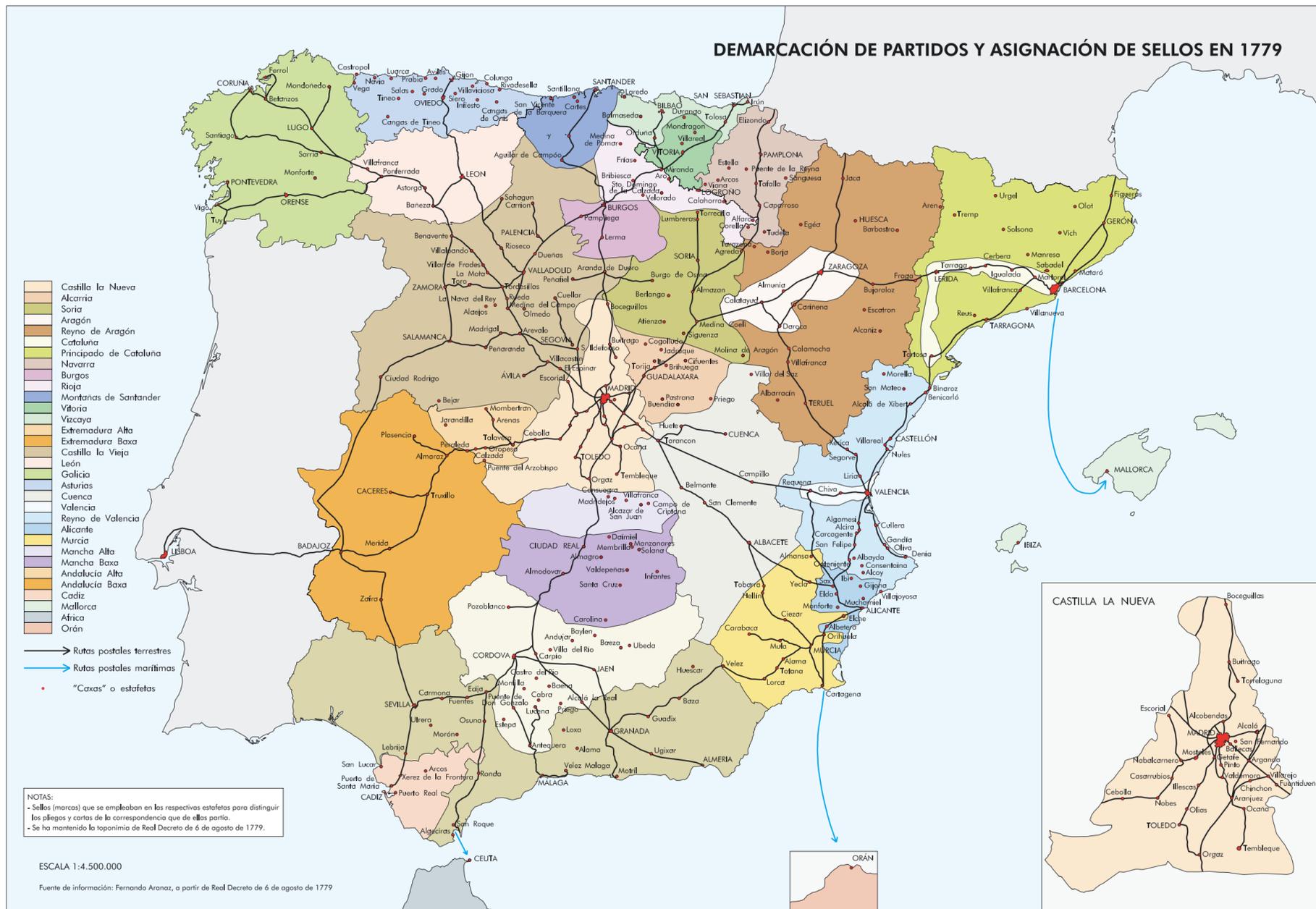
La utilización del ferrocarril para el transporte de la correspondencia, a partir de la década de los sesenta (primeros vagones-correo), supuso una mayor regularidad en las comunicaciones, un ahorro en tiempo y costos, una mayor seguridad al sufrir menos los efectos del bandolerismo tan frecuente en la época y una nula influencia de las condiciones climáticas en el reparto de la correspondencia. Se solucionaba también la falta de capacidad de los carruajes para transportar un volumen de correspondencia cada vez mayor.

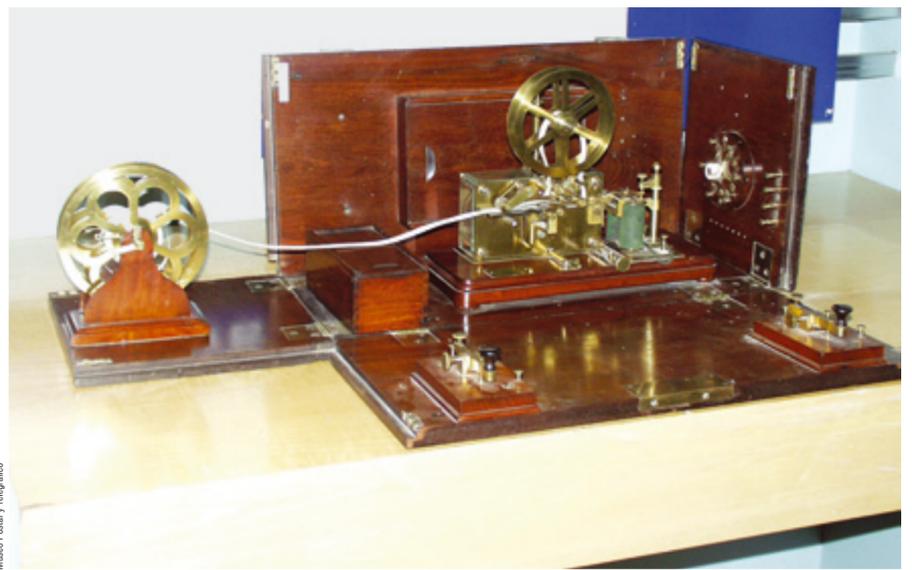
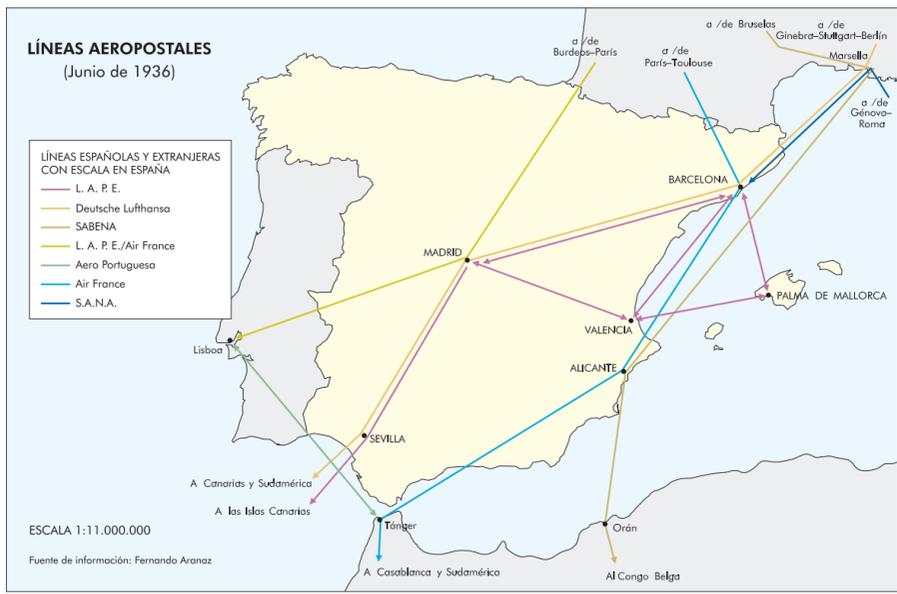
Sin embargo, el uso del ferrocarril no hizo desaparecer la tradicional diligencia, que cubría el

transporte en los lugares a los que no llegaba la red ferroviaria. Donde no era posible establecer líneas para la utilización de diligencias, se recurría a itinerarios a caballo o peatonales. En 1920 todavía existían 108 conducciones a caballo, que recorrían diariamente 5.149 km, y 3.533 peatonales, que andaban diariamente 84.792 km. En 1894 la bicicleta se incorporó como un nuevo medio de transporte al servicio postal y en 1899 lo haría el automóvil.

El creciente uso del correo no tuvo lugar de forma equilibrada en todo el país, donde factores tales como el tamaño de la población urbana, el grado de desarrollo económico y burocrático de las diferentes regiones, el nivel de alfabetización y la movilidad social y territorial (corrientes migratorias) resultaban decisivos. Madrid y Barcelona se situaban a la cabeza en el uso de este servicio; en general, haciendo la salvedad de Madrid y Valladolid, se puede afirmar que se daba un fuerte contraste en la utilización del correo entre el menor uso del centro peninsular agrario y las provincias marítimas del Cantábrico y Mediterráneo, además del Valle del Ebro.

Las comunicaciones entre la Península y Baleares, Canarias, las posesiones del norte y de la costa occidental africanas, las colonias antillanas, Filipinas y Sudamérica se fueron haciendo más regulares y frecuentes, favorecidas por la apa-





Aparato receptor Morse

rión, a finales de la segunda década del siglo XX, de las primeras líneas aeropostales. Tras unos años caracterizados por la explotación irregular de este servicio, la constitución de la LAPE (Líneas Aéreas Postales Españolas) por la Ley de 8 abril de 1932, se consiguió dar un impulso importante al correo aéreo hasta el comienzo de la Guerra Civil Española.

El telégrafo

Como ocurrió con el correo, el Estado actúa como primer motor en el desarrollo del telégrafo pero, en este caso, la extensión física de la red y la socialización del servicio corren paralelas en el tiempo. Nos referimos, claro está, al telégrafo eléctrico pues, el pionero, el telégrafo óptico tuvo muy poca difusión en nuestro país; tan sólo merece la pena destacar la construcción de tres líneas telegráficas ópticas, que enlazaban Madrid con Irún, La Junquera y Cádiz. La primera entró en funcionamiento en 1846, y unía, a través de 52 torres, Madrid con la frontera francesa, pasando por Valladolid, Burgos, Vitoria y San Sebastián. La segunda línea, la de Cataluña por Valencia, sólo funcionó plenamente a partir de 1849 en el tramo Madrid-Valencia, a través de 30 torres, y los ramales Valencia-Castellón, Barcelona-Tarragona, Barcelona-La Junquera y Tarancón-Cuenca. La

tercera línea, con 59 torres, comenzó a funcionar por tramos en 1850 y unía varias capitales intermedias: Toledo, Ciudad Real, Córdoba y Sevilla, además de otros puntos importantes como Jerez de la Frontera y Aranjuez, que dejaron de funcionar con la llegada del telégrafo eléctrico.

El telégrafo óptico presentaba muchos inconvenientes, por lo que la investigación se centró en su perfeccionamiento y pronto la electricidad reemplazó la transmisión óptica, surgiendo así el telégrafo eléctrico.

En 1855 se abre la primera línea electrotelégráfica Madrid-Irún. Diez años después quedaba constituida la primera red de telegrafía eléctrica, de estructura radial, que, partiendo de Madrid, enlazaba con todas las capitales de provincia y con las principales ciudades, así como Baleares y Ceuta. Otro entramado de líneas transversales unía esas líneas principales entre sí. En total, se construyeron 194 estaciones y 10.001 km de líneas, de las que sólo estaba tendida sobre el ferrocarril la línea Palencia-Santander. La inexistencia de una infraestructura ferroviaria obligaba a tender los hilos telegráficos siguiendo los caminos, a diferencia de lo que sucedía en otros países, donde el telégrafo y el ferrocarril avanzaron de la mano.

Este primer trazado respondía a una estrategia de naturaleza política, en función de la vocación centralizadora del Estado liberal, pero la pronta comprensión de la eficacia del telégrafo como instrumento de articulación del mercado interno o como difusor de información para la consolidación del mundo periodístico, obligó a un replanteamiento de la red telegráfica para superar los inconvenientes del trazado radial.

Los adelantos científicos y tecnológicos hicieron posible el desarrollo de la red telegráfica submarina a partir de 1851, año en el que entra en funcionamiento el primer cable telegráfico sub-



Sistema impresor Hughes, capaz de transmitir 60 ppm, funcionó en España desde finales del siglo XIX

marino tendido entre Dover y Calais. Pronto este tipo de cables comenzó a multiplicarse.

En España, el escaso desarrollo de la industria hizo necesario que los cables de la red telegráfica submarina fueran construidos y tendidos por compañías extranjeras.

Al contrario de lo que ocurrió con el telégrafo óptico, que creció vinculado al poder político y militar, el telégrafo eléctrico estuvo desde sus orígenes llamado a convertirse en un servicio público, al alcance de toda la sociedad; así lo deman-

daban, especialmente, los sectores comercial y financiero. Se hizo necesaria, pues, una política tarifaria acorde con el nivel de rentas de la sociedad, que permitiera, a amplios sectores de la población, el acceso al servicio telegráfico. La primera medida en este sentido fue el abaratamiento de las tarifas, que permitió, directamente, un incremento continuado del uso del telégrafo e, indirectamente, la mejora y extensión de las redes telegráficas al ser reinvertidos parte de los ingresos estatales en este servicio.

De todos modos, la desigualdad del tráfico, tanto inferior como internacional, es evidente; en 1880 el 31,5 por 100 del flujo telegráfico total correspondía a Madrid y el 15,6 por 100 a Barcelona. El tráfico de diez capitales: Madrid, Barcelona, Sevilla, Valencia, Málaga, Cádiz, Santander, Bilbao, Zaragoza y La Coruña, suponía el 85,8 por 100 del total nacional. En cuanto al tráfico internacional, la desproporción era igualmente significativa; quince países intercambiaban con España el 98,7 por 100 de los telegramas expedidos y recibidos, con Francia a la cabeza, seguido de Gran Bretaña y Portugal. Estas cifras ponen de manifiesto las vinculaciones políticas y sobre todo económicas que tenía España con el exterior.

Cuando la telegrafía eléctrica se convirtió en un instrumento imprescindible de comunicación, se hizo necesaria la colaboración internacional. Así, en mayo de 1865 se firmó en París el primer Convenio Telegráfico Internacional, aprobado por veinte países; nacía así la Unión Telegráfica Internacional.

A principios del siglo XX aparecen en Europa los primeros teletipos o teletipos, que permitían una velocidad de transmisión muy superior a la de los sistemas anteriores.

En España comenzaron a funcionar en la década de los años veinte. La prensa y las empresas financieras y de servicios lo incorporaron rápidamente a su gestión, sin que el telégrafo morse perdiera su hegemonía.

El giro telegráfico gozó de una amplia aceptación desde su aparición en 1922, creciente conforme se aumentaban las cantidades máximas que podían ser transferidas.

En 1897, Marconi consiguió transmitir radiogramas desde un barco a una estación de la costa británica distante quince kilómetros: nacía así la telegrafía sin hilos. Cuatro años después, lograría enviar la primera señal radioeléctrica desde Cornwall (Gran Bretaña) a Terranova, a 3.500 km. Comenzaba una nueva era en el mundo de las comunicaciones y se sentaban las bases teóricas y prácticas para el desarrollo de la radiotransmisión. En años posteriores se concretaría no sólo la expansión de la telegrafía sin hilos, sino también la aparición de la radiodifusión, una vez solventado el problema de la transmisión de la voz humana.

En 1904 Fleming creó el primer prototipo de los tubos de radio: la lámpara de vacío de Fleming. Dos años después, el norteamericano Lee de Forest perfeccionó la lámpara con la amplificación de la señal recibida. Más tarde se descubrió que la lámpara de Lee de Forest combinada con un oscilador podía transformarse en un potente fuente de ondas electromagnéticas; se daban así los primeros pasos en el campo de la electrónica.

La evolución tecnológica de la telegrafía eléctrica abrió paso a la aparición de nuevos productos como el teléfono, que asociaba de una manera más depurada el binomio electricidad-comunicación. Podría decirse que el telégrafo fue la primera revolución industrial lo que el teléfono fue a la segunda.



El teléfono

Los antecedentes del teléfono hay que buscarlos más allá de su primera aplicación práctica, en 1860, cuando el alemán Philippe Reiss ideó un sistema capaz de transmitir el sonido de las voces a distancia, pero que no permitía distinguir las palabras. Habría que esperar dieciséis años para conocer los resultados de las investigaciones de los tres norteamericanos; Graham Bell, Elisha Gray y Thomas A. Edison, que supondrían un paso decisivo en el desarrollo de este nuevo medio de comunicación. La expansión del teléfono en los Estados Unidos ocurrió de manera muy rápida y espectacular. En enero de 1878 entraba en funcionamiento la primera central telefónica estadounidense y se daban de alta los primeros abonados al nuevo servicio. Un año después se inauguraba al público la primera línea telefónica de larga distancia entre Boston y Providence. En este año, 26.000 teléfonos estaban en servicio en los Estados Unidos, y dos años después eran ya 123.000.

Por el contrario, la expansión del teléfono en Europa fue mucho más lenta debido, en gran medida, a que las consolidadas estructuras industriales europeas eran menos flexibles a la hora de movilizar capitales para nuevos proyectos industriales.

En España, los primeros ensayos telefónicos se realizaron en Barcelona en diciembre de 1877 y, un mes después, en Madrid. Pero los experimentos iniciales no fueron suficientes para que el teléfono se implantara en nuestro país. Una demanda escasa del servicio, la competencia del telégrafo, un retraso industrial que obligaba a una dependencia de los *inputs* tecnológicos del exterior, una iniciativa privada con escasos recursos y una situación política y legislativa inestable lo impidieron. Para asistir al verdadero despegue del servicio telefónico habría que esperar bastantes años, durante los cuales una situación caótica en la que se sucedían sin orden ni concierto reglamentaciones diversas, redes dispersas y desconectadas entre sí, compañías privadas y públicas no favoreció su rápida consolidación.

La Dirección General de Correos y Telégrafos jugó un papel decisivo en el origen y desarrollo del servicio en España, especialmente, al crear en 1882 una red telefónica oficial que enlazaba las principales dependencias estatales de la capital y conseguir un funcionamiento eficaz con escasos recursos.

El decreto de 11 de agosto de 1884 concedía al Estado la explotación del servicio telefónico y autorizaba a particulares y ayuntamientos a tender redes, siempre y cuando no existieran las del Estado, con la condición de unir las a las estatales cuando se instalaran, pasando entonces a la categoría de simples abonados.

La red telefónica creada en esos años por el Estado resultó deficiente por la escasez de medios económicos. Por este motivo, en 1890 Francisco Silvela aprobó un nuevo decreto en el que se establecía la reorganización de los servicios telefónicos, esta vez de carácter mixto, mediante la definición de las diferentes modalidades de las instalaciones: redes telefónicas, públicas o privadas; líneas interurbanas, públicas o privadas; líneas secundarias, conectadas con las estaciones telegráficas; y líneas particulares. Las privadas debían satisfacer un canon al Estado por su concesión y explotación. Como desarrollo de este marco legal, se dividió la península en cuatro zonas telefónicas, a efectos de la concesión y subasta de las redes interurbanas, delimitadas por líneas imaginarias con centro en Madrid. Este ambicioso proyecto no se llevó a cabo más que en la explotación de la red del Nordeste.

Los sucesivos decretos y reglamentos acrecentaron el caos telefónico en España. Líneas aisladas de otras, materiales no homogeneizados, tarifas diferentes, diversidad de tipos de canon, explotación a cargo de empresas privadas sometidas a diferente legislación, etc. componían el mo-

saico telefónico en España a finales del siglo XIX. La solución a todos estos problemas empezó a vislumbrarse el 19 de abril de 1924 con la creación de la *Compañía Telefónica Nacional de España* (CTNE) que, en régimen de sociedad anónima, un contrato suscrito con el Estado y la participación de capital extranjero de origen norteamericano a través de la *International Telephone and Telegraph Corporation* (ITT), pudo efectivamente resolver las dificultades que atravesaba el servicio telefónico español desde su nacimiento en 1882. El contrato otorgaba a la CTNE capacidad de actuación suficiente para hacerse con el control de la red telefónica nacional y absorber las principales compañías privadas del momento. En poco más de nueve años, la CTNE se convirtió en una de las principales empresas del país.

Se produjo un avance espectacular en el número de teléfonos instalados, en el desarrollo de nuevas tecnologías (en 1930, el 64 por 100 de los teléfonos eran automáticos) y en la unificación de casi todas las redes telefónicas del territorio español. Poco a poco, el teléfono dejó de ser considerado un objeto de lujo para convertirse en un medio de comunicación básico, y se calcula que aproximadamente el 8 por 100 de las familias españolas, sobre todo las ubicadas en núcleos urbanos, disponían de teléfono en los años anteriores a la guerra civil española.

Entre 1945 y 1946 se producen varios cambios fundamentales en la organización y regulación de la Compañía Telefónica. El Estado rescata las acciones que estaban en poder de ITT y queda como principal accionista con cerca del 31 por 100 del capital, sin cambiar el status jurídico de la Compañía que siguió siendo una sociedad anónima. El proceso culmina con la aprobación del contrato de Telefónica con el Estado, por decreto de 31 de octubre de 1946; este contrato perseguía entre otros fines el aumento de participación del Estado en los rendimientos de la Compañía y permitía el fin de la concesión en caso de incumplimiento grave por parte de ésta.

El contrato de 1946 sirvió como marco de actuación de Telefónica durante más de cuatro décadas; aunque la concesión otorgada se reducía al servicio telefónico, se contemplaba la posibilidad de extenderla a cualquier tipo de servicio de telecomunicación, como más tarde se haría.

El nuevo ordenamiento jurídico del Estado español, al que afecta de modo fundamental su pertenencia a la Unión Europea, hizo imprescindible la elaboración de un nuevo contrato con Telefónica.

Liberalización de las telecomunicaciones

En virtud de dicha resolución se aprobó, mediante Resolución de 14 de enero de 1992, un nuevo contrato. La naturaleza esencial del contrato de 1992 reside en que el Estado recupera las competencias que en los anteriores cedía a Telefónica. Pero, al mismo tiempo que renueva la concesión, prevé la reducción del carácter de operador único a medida que se vaya implantando la liberalización impulsada por las directivas comunitarias. Además de la reducción progresiva del monopolio, dos aspectos merecen destacarse: el derecho de la compañía a fijar las tarifas para garantizar su equilibrio financiero y la normalización fiscal de Telefónica, quedando sujeta al régimen general vigente.

En la década de los noventa, se privatizó totalmente a Telefónica y se liberalizaron las telecomunicaciones con la entrada de nuevos operadores.

En 1993 *British Telecom* (BT) obtuvo la primera autorización para ofrecer el servicio de transmisión de datos en competencia con Telefónica, dos años después es la telefonía móvil la que cuenta con una segunda licencia, adjudicada a Airtel, al mismo tiempo que se aprueba la Ley de telecomunicaciones por cable.

El año 1996 se inició el camino para la apertura completa a la competencia, con el Real Decreto Ley de la liberalización de las telecomunicaciones. En el se fijaban los plazos para las diversas etapas hasta la liberalización total, se creaba la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT) y de forma similar a la del Reino Unido se conformaba el segundo operador de telefonía fija a partir de Retevisión, adjudicada para su privatiza-



Teléfono de sobremesa en baquelita negra, con disco de batería central y con llamada interior adicional. Fabricado en 1956 por Standard Eléctrica S.A.

ción a un grupo liderado por Endesa y *Telecom Italia*, a la que se concedió la oportuna licencia. Retevisión cedió la gestión de esta licencia en el País Vasco a Euskaltel.

En 1998 Retevisión consigue la tercera licencia de telefonía móvil, que explota con el nombre de Amena. También ese año, Uni2, un consorcio formado por *France Telecom* ganó el concurso para la tercera licencia de telefonía fija.

La radio

En las postrimerías del siglo XIX tiene lugar la aparición de la radio, conocida entonces como telegrafía sin hilos. En sus orígenes, como ocurría en otros muchos descubrimientos, coincidieron diversos proyectos iguales o parecidos que surgían al mismo tiempo y en lugares diferentes como consecuencia del intercambio de ideas y resultados a través de la prensa profesional o de las sociedades científicas. Por tanto, resulta muy difícil atribuir a cada investigador la parte de gloria que le corresponde en la gestación del descubrimiento. El físico inglés Maxwell demostró, por investigaciones teóricas, que toda perturbación eléctrica en un conductor se extiende a cierta distancia en todos los sentidos porque causa vibraciones en el éter que lo rodea. Demostró también, por consideraciones matemáticas, que estas vibraciones u ondulaciones etéreas son análogas a las que produce la luz, se propagan con la misma velocidad y sólo se diferencian de estas en su longitud y duración. Por tanto Maxwell fue el primero en demostrar científicamente la existencia de las ondas electromagnéticas.

Pero faltaba la confirmación experimental y esta llegó 20 años después de la mano del físico alemán Heinrich Hertz, que demostró que en las ondas electromagnéticas se pueden reproducir todos los fenómenos característicos de las ondas luminosas: reflexión, refracción, interferencia, etc. El

interés por comunicarse por medio de estas ondas convierte a Hertz, en el «pionero de la radio».

Guglielmo Marconi realizó sus primeros experimentos en Bolonia, su ciudad natal. En 1896 marchó a Londres y allí fue concedida la patente del sistema completo de telegrafía sin hilos, que era calificada como: «perfeccionamiento en la transmisión de impulsos y señales eléctricas, y en los aparatos empleados con tal objeto». El propio Marconi lo considera un perfeccionamiento de aparatos ya inventados, y así es como deben considerarse realmente sus primeros ensayos. Sin embargo, el 12 de diciembre de 1901, Marconi realizó la primera comunicación transatlántica por ondas de radio, sin cables, entre las estaciones de Cornwall y Terranova, a 3.500 km de distancia.

Desde el primer momento, se encuentra una aplicación para la radio que ninguno de los medios alámbricos había podido resolver hasta entonces: la comunicación con los barcos; lo que permitía que en caso de accidente pudieran ser localizados y auxiliados. A finales de 1903, la compañía Marconi tenía montadas más de 40 estaciones en las costas de Inglaterra, Estados Unidos, Italia y otros países.

En 1909, Marconi recibió el premio Nobel de Física.

En España, una ley de 1907 autorizaba el establecimiento del Servicio Radiotelegráfico como monopolio del Estado y dependiente del Ministerio de la Gobernación, y fijaba 24 estaciones costeras, si bien diversas circunstancias retrasaron hasta 1911 la apertura al servicio público de las primeras estaciones en Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria, Cádiz y Barcelona.

La radiodifusión

En el transcurso de la primera guerra mundial, la utilización de la radio, y más concretamente de la radiotelefonía, fue muy eficaz en situaciones en las que intervenían gran número de aviones «caza» y en las que había que coordinar la utilización de aeródromos. Como consecuencia de estas experiencias, al terminar la guerra y una vez restablecidas las actividades comerciales y sociales, el avance tecnológico y las nuevas aplicaciones generaron otras necesidades en la sociedad. La ra-



Antena de la estación de radio para comunicaciones transatlánticas en Pozuelo del Rey, Madrid



Repetidor de radioenlace con torre de mampostería

La radiodifusión surgió como consecuencia de la curiosidad e interés por el conocimiento inmediato de las noticias que la prensa, como medio de comunicación social, no satisfacía. La transformación de la sociedad de posguerra y el impulso que el disco fonográfico dio a la música fueron factores que también propiciaron el desarrollo de la radiodifusión.

En España, a diferencia de lo que ocurría en otros países, no fueron los radioaficionados los principales promotores del inicio de la radiodifusión, sino los funcionarios de Telégrafos mediante conferencias, retransmisiones y reuniones, a pesar de no encontrar apoyo financiero y comercial adecuado. En 1920, con motivo de unas conferencias en la Universidad de Valencia, Antonio Castilla efectuó pruebas de radiodifusión que se repitieron dos años después en la retransmisión de ópera desde el Teatro Real de Madrid. En 1923, tras el establecimiento por Real Orden de 27 de febrero de las normas sobre radiodifusión y la publicación del reglamento provisional, se fundó la Asociación Nacional de Radiodifusión que el 14 de julio del año siguiente creó Radio Barcelona (EAJ 1) en el hotel Colón de Barcelona.

La mayoría de los aparatos receptores que se utilizaban al principio eran los denominados de galena, basados en cristales de galena (sulfuro de plomo) como elemento detector, y sólo requerían una simple antena y una toma de tierra para asegurar su rendimiento. Carecían de elementos activos y por tanto no necesitaban fuente de energía.

La onda corta

La utilización extendida de la radio favoreció un nuevo pasatiempo: el de los aficionados o radioaficionados, que con pequeños aparatos de poca potencia y pequeñas antenas conseguían grandes alcances. La explicación técnica se basa en que las frecuencias superiores a 3 MHz se propagan mediante sucesivas reflexiones en las capas de la ionosfera, que están cargadas de electricidad y que actúan a modo de espejo devolviendo las ondas a la Tierra; a su vez, se produce una reflexión en su superficie que permite la propagación de las ondas. La atenuación de las ondas es muy pequeña y se pueden conseguir grandes alcances con poca potencia. Hacia 1930, se habían generalizado las estaciones que empleaban este tipo de ondas para transmitir a larga distancia.

Las relaciones internacionales, en especial con América, producían volúmenes de tráfico para los que eran insuficientes los cables submarinos telegráficos, cuya velocidad de transmisión era muy baja.

La aportación de los radioaficionados hizo posible la comunicación intercontinental por medio de la radio y, desde finales de la década de los 20, el establecimiento de numerosas empresas concesionarias de comunicaciones radiotelegráficas y radiotelefónicas, en competencia con los cables submarinos, ya que las instalaciones de radio eran menos costosas y la velocidad de transmisión mucho mayor.

En junio de 1928 se autorizó a Transradio Española la prestación del servicio radiotelegráfico internacional y el 12 de octubre se inauguró la comunicación con Nueva York y Buenos Aires. Un grupo de radioaficionados argentinos, médicos de profesión, creó una sociedad denominada

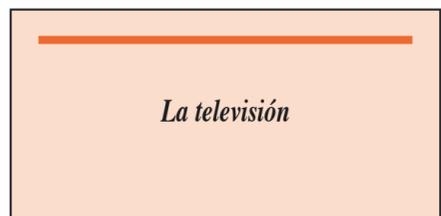
Radio Argentina para explotar un circuito radiotelegráfico en onda corta entre Argentina y España. La Compañía Telefónica Nacional de España estableció el enlace entre Madrid y La Habana el día 13 de noviembre de 1928.

Los radioenlaces de microondas

La denominación de microondas identifica el uso de frecuencias muy elevadas. Al aplicarse estas, pueden lograrse mayores anchuras de bandas en la modulación y, por tanto, transportar mayor cantidad de información; pero la propagación de las ondas a estas frecuencias tiene el inconveniente de que no se ve afectada por la variación del índice de refracción en la ionosfera y atraviesa esta, dando lugar a la llamada onda de espacio.

En el caso de España, la Compañía Telefónica instaló en 1956 el primer radioenlace de microondas entre Madrid y Sevilla, que fue seguido de una amplia red. Poco después, el radioenlace de Televisión Española, Madrid-Barcelona, hacía uso de reflectores periscópicos en las torres de antenas. También se utilizaron repetidores pasivos, especialmente en la zona pirenaica, y se inició la instalación de sistemas digitales. Hay que resaltar que la orografía peninsular ha constituido siempre un reto para la construcción de los repetidores.

En las comunicaciones intercontinentales se utilizan las frecuencias elevadas (microondas), pero no con propagación radiada, sino guiadas por cables coaxiales submarinos; de alguna manera se repite el ciclo iniciado medio siglo antes, si bien, el período de este ciclo será mucho más corto ya que los cables son de pequeña capacidad, del orden de 30 canales telefónicos y, además, sufren la agresión de las nuevas técnicas de pesca de arrastre por popa.



La televisión

El 28 de octubre de 1956 tras un período de pruebas y ensayos, se inauguró oficialmente Televisión Española (TVE) con la emisión de un documental, a través de un transmisor de 500 W, situado en el madrileño Paseo de la Habana, cuya señal cubría un radio de 55 km. Durante los dos años siguientes sólo los escasos televisores existentes en Madrid podían recibir una sencilla programación de 18 horas semanales.

La red de transmisores

A partir de 1958 se inicia un período de expansión durante el cual se instalaron transmisores de alta potencia en puntos geográficamente privilegiados, para obtener grandes coberturas, utilizando la banda I (canales 2, 3 y 4) de grande alcance y menos sensible a los obstáculos naturales. En ese mismo año se inaugura el centro emisor de La Muela, que da cobertura a Zaragoza, y un año después los centros de Tibidabo en Barcelona y

Navacerrada en la provincia de Madrid con una importante cobertura sobre las dos Castillas. A estos centros les seguirán otros, respondiendo a la creciente demanda de televisores por parte de la sociedad.

En 1962, con la entrada en funcionamiento de la emisora de Aitana (Alicante), se da por concluida la red básica de transmisores. En posteriores ampliaciones, y con objeto de no producir interferencias entre los distintos centros emisores, se utilizan potencias más reducidas y los canales de la Banda III, aunque sin abandonar en caso de algún emplazamiento geográfico especial la banda I.

A partir de 1970 la extensión de la red de transmisores tiene como objetivo prioritario no sólo dar servicio a nuevas zonas, sino mejorar la recepción en aquellas que estaban cubiertas por reemisores de escasa potencia o confiabilidad. Así, se instalan centros emisores en emplazamientos ya ocupados por reemisores o muy próximos a ellos.

Las emisiones del segundo programa de Televisión Española se iniciaron el 10 de enero de 1965 por un transmisor de 10 kW de potencia, canal 21, instalado también en el paseo de la Habana de Madrid. Para la difusión de este segundo programa se utilizan los canales de las bandas IV y V de UHF, conforme con las asignaciones y procedimientos de coordinación estipulados en el Acuerdo de Estocolmo, a excepción del transmisor instalado en Santiago de Compostela que, por razones técnicas y de urgencia, se le asignó un canal VHF.

En la extensión de la red del segundo programa, y mientras los condicionamientos técnicos lo permitieron, se aprovecharon las infraestructuras realizadas para el primer programa y se siguió el criterio de dar en primer lugar servicio a los núcleos de población de mayor importancia demográfica.

La red de reemisiones

Tiene como objeto completar la cobertura de los centros emisores rellenando las zonas de sombra. La orografía española dificulta una adecuada cobertura de la totalidad del territorio, y por ello la entrada en servicio de cada uno de los transmisores de la red ha dado lugar a la instalación de numerosos reemisores para cubrir las zonas de sombra y extender el servicio más allá de los obstáculos naturales. Con la apuesta en servicio en 1959 de la emisora de Tibidabo, en Barcelona, se instalan los primeros reemisores en Caro (Tarragona) y Garbí (Valencia). Esta red se desarrolla durante 1960 y cubre, en un principio, ciudades de gran peso demográfico.

La necesidad de completar la cobertura de los centros de emisión de televisión era tan importante que la Dirección General de Radiodifusión y Televisión, al no poder atender todos los casos que se le presentaban, consideró imprescindible la colaboración de organismos de acción provincial o local, es decir, diputaciones provinciales y ayuntamientos. En este sentido se dictó la Orden Ministerial de 10 de diciembre de 1962 en la que se establecían normas sobre la instalación de reemisores de carácter local, que permitiría un amplio desarrollo de la red de reemisores a través de gastos sufragados por entidades locales, y que además sirvió para legalizar diversas instalaciones que algunos ayuntamientos habían ya realizado. Cabe

destacar el caso especial de la provincia de Navarra cuya Diputación Foral realizó todas las instalaciones de reemisores a su cargo. Actualmente estas instalaciones están cedidas en uso a RETEVISIÓN, S.A. (ente público hasta 1997).

Así, a partir de 1966 la extensión de la red de reemisores se lleva a cabo, en general, mediante planes provinciales, basados en acuerdos entre la Dirección General de Radiodifusión y Televisión y los ayuntamientos y diputaciones, aportando éstos las infraestructuras y la Dirección General los equipos emisores y los equipos radiantes. En esta política de colaboración, el primer plan provincial que se pone en funcionamiento es el de Almería, en julio de 1967.

Desde finales de la década de los sesenta, el proceso de crecimiento de la red de reemisores es imparable. En la actualidad existen más de mil quinientas instalaciones repartidas por todo el territorio.

La red de radioenlaces

El transporte y distribución de señales desde los centros de producción de programas a los distintos centros transmisores para su difusión se efectúa a través de la red de radioenlaces; también mediante esta red se prestan los servicios de intercambio y distribución.

Una red básica de radioenlaces, de estructura radial con centro en Madrid y destinos finales en Tibidabo (Barcelona), Sollube (Vizcaya), Santiago de Compostela (La Coruña), Guadalcanal (Sevilla) y Aitana (Alicante), de unos 2.000 km de vías, será el embrión de la actual red analógica y digital, con circuitos bilaterales, circuitos de reserva, conmutaciones automáticas, conexiones vía satélite y con una longitud de vías superior a los 92.000 km. Numerosos ramales y seis cierres transversales completan esta red.

Las condiciones climatológicas, que en numerosas ocasiones dejaban fuera de servicio el radioenlace en algunos puntos de nuestra geografía, y la intensidad de las comunicaciones entre ciudades como Madrid y Barcelona, hicieron necesario buscar caminos alternativos para el tránsito de señales; estas rutas, además de dar seguridad a las comunicaciones, incorporando nuevos puntos de emisión a la red de transmisores. Se instalaron así seis cierres transversales en varias fases, de tal manera que los ramales se fueron conectando poco a poco hasta conseguir unir unas rutas con otras.

La pertenencia de Televisión a organismos internacionales de radiodifusión y televisión y la creciente demanda del público solicitando la retransmisión de los acontecimientos que tenían lugar en Europa hizo apremiante la conexión con Eurovisión, cuya emisión tuvo lugar en abril de 1960.

Por otro lado la posición geográfica de nuestro país constituye el punto de apoyo de Eurovisión con África y Portugal. El enlace con Marruecos (RTM) se inaugura en julio de 1964, y el enlace con Argelia (RTA) se establece desde Pechina (Almería) a partir de mayo de 1982. La unión con la Radiotelevisión Portuguesa se inauguró en junio de 1962 desde el enlace de San José (Badajoz).

En un principio la red de radioenlaces transportaba las señales de televisión y el sonido asociado a las mismas.

Cuando se desarrolla en España la radiodifusión en FM, banda II, los emplazamientos de televisión y radio se hacen comunes.

La red de radioenlaces utiliza las subportadoras de sonido para transportar hasta los transmisores de FM los programas segundo y tercero de Radio Nacional de España (RNE). El primer programa de OM de RNE se sitúa en los transmisores como prolongación de las microondas a través de enlaces musicales.

Nace así, en la década de los sesenta, la red de Radio Televisión Española (RTVE), aunque oficialmente el nombre no quedará sancionado hasta la promulgación del Estatuto de RTVE, Ley 4/80.

El 25 de abril de 1971 se establece la primera conexión entre la Península y Canarias vía satélite (INTELSAT).



Aparatos de televisión de las marcas Baird, 1930; Bush, 1955; Philips, 1945; y Premiere, 1948

LOS SERVICIOS DE TEXTO

Los servicios de comunicaciones en general y los postales, en particular, constituyen un elemento básico para el desarrollo económico, dinamizando los demás sectores productivos de la economía del país. Son, además, elemento clave para la cohesión social, para el incremento de la competitividad de las empresas y para el desarrollo del comercio en España.

Inicialmente, se partió de la existencia de un monopolio por parte del Estado, para la prestación del servicio de Correos. Esta idea fue cediendo a impulsos de la realidad. No obstante, el cambio de criterio sólo se tradujo en disposiciones normativas parciales y asistemáticas. El marco que durante mucho tiempo ha servido para regular la actividad postal en España ha sido la Ordenanza Postal de 19 de mayo de 1960.

La aprobación por el Parlamento europeo y el Consejo, el 15 de diciembre de 1997, de la Directiva 97/67/CE relativa a las normas comunes para el desarrollo del mercado interior de los servicios postales en la Unión y la mejora de la calidad del servicio, inspira la nueva regulación postal en España.

En desarrollo de la Directiva comunitaria antes mencionada, la Ley 24/1998 del Servicio Postal Universal y de liberalización de los servicios postales pretende garantizar: el establecimiento de un marco jurídico que recoja los derechos y obligaciones de usuarios y operadores; un ámbito liberalizado de actuación de los operadores postales, previéndose el régimen de libre competencia respecto de una parte muy importante del sector y la regulación del servicio postal universal.

Al mismo tiempo, la Ley regula la administración postal estableciendo las competencias del Estado y determina las funciones del Gobierno y del Ministerio de Fomento. Por ello se crea el Consejo Asesor Postal como máximo órgano asesor del Gobierno en materia de servicios postales.

La Ley encomienda la prestación del servicio postal universal a la Sociedad Estatal Correos y Telégrafos S.A. sin perjuicio de que, en el ámbito no reservado en exclusiva a su actuación, quepa la concurrencia de otros operadores. Se entien-

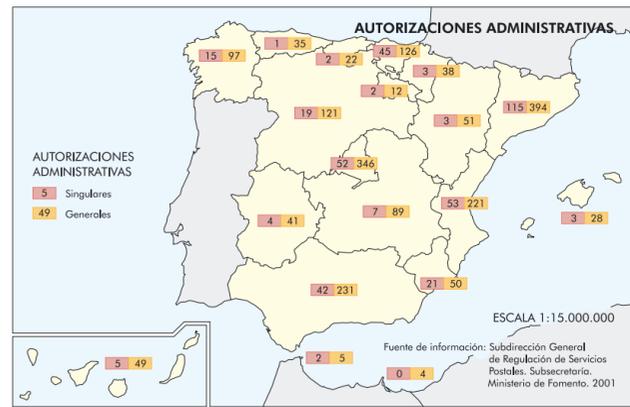
de por servicio postal universal el conjunto de servicios postales de calidad prestados de forma permanente en todo el territorio nacional y a precio asequible a todos los usuarios.

El operador al que se encomienda la prestación del servicio postal universal tiene reservados, con carácter exclusivo, los siguientes servicios:

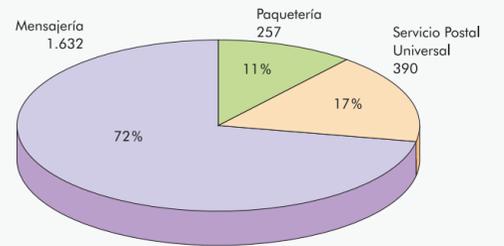
- Servicio postal internacional.
- Servicios postales interurbanos en régimen ordinario de menos de 350 gramos.
- Servicios de giro postal y telegráfico.
- Derecho al establecimiento de apartados postales destinados a la entrega de correspondencia.
- La recepción, como servicio postal, de las solicitudes, escritos y comunicaciones que los ciudadanos dirijan a órganos de las Administraciones Públicas.
- El derecho a entregar notificaciones de órganos administrativos y judiciales, con constancia fehaciente de su recepción.
- Establecimiento de apartados postales para la entrega de la correspondencia.
- Preferencia de despacho en el control aduanero.
- La distribución de los sellos de Correos u otros medios de franqueo.
- La utilización exclusiva de la denominación «correos», o de cualquier otro signo que identifique al operador al que se encomienda el servicio postal universal.

Por otro lado, quedan abiertos a la libre competencia los siguientes servicios:

- Servicio postal urbano.
- Servicios postales interurbanos urgentes.
- Servicios postales interurbanos de peso superior a 350 gramos.
- Servicio de paquetería.
- Publicocho.



NÚMERO DE AUTORIZACIONES OTORGADAS POR SUBSECTOR DE EMPRESAS POSTALES



Paquetería: empresas cuya actividad fundamental es el transporte de paquetería (más de 10 kg).

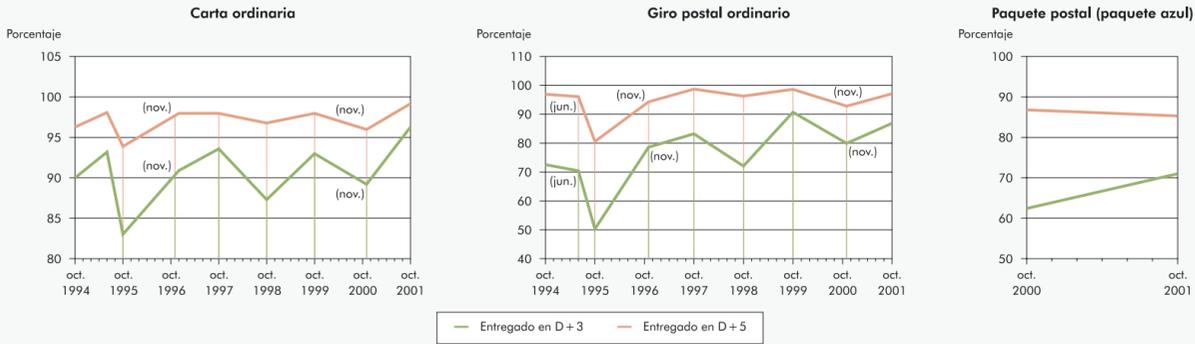
Servicio Postal Universal: empresas que han obtenido Autorización Administrativa Singular.

Mensajería: empresas que han obtenido Autorización Administrativa General para la prestación de servicios de mensajería, cartas, documentos bajo sobre, paquetes de hasta 10 kg. con las siguientes características:

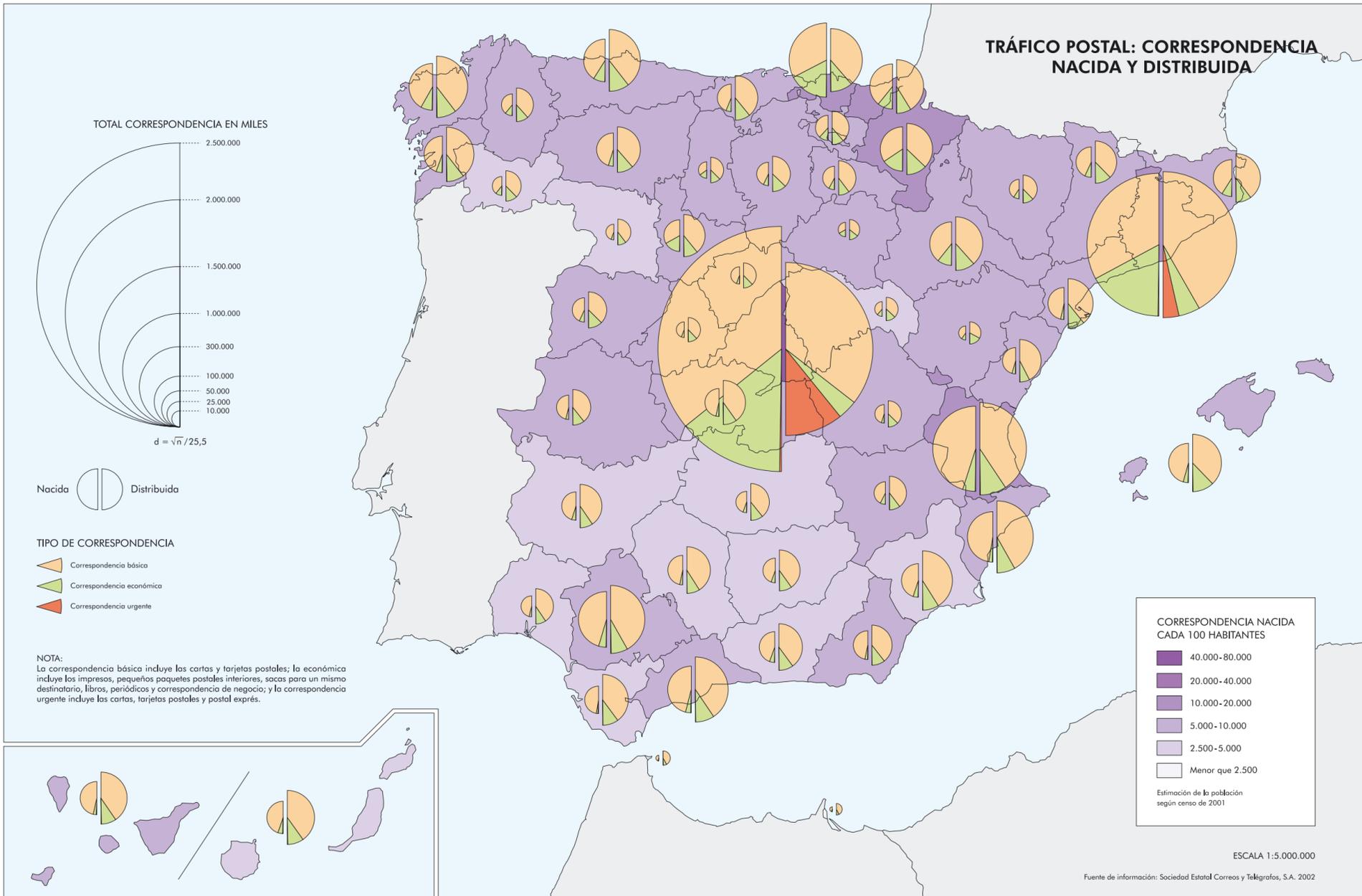
- compromiso de entrega en fecha determinada.
- entrega, recogida, o ambas a domicilio.
- cambio de destino o de destinatario a lo largo del trayecto.
- confirmación al remitente de la recepción por parte del destinatario.
- seguimiento y localización de los envíos y otras facilidades adaptadas a las necesidades del cliente.

Fuente de información: Subdirección General de Regulación de Servicios Postales. Subsecretaría. Ministerio de Fomento. 2001

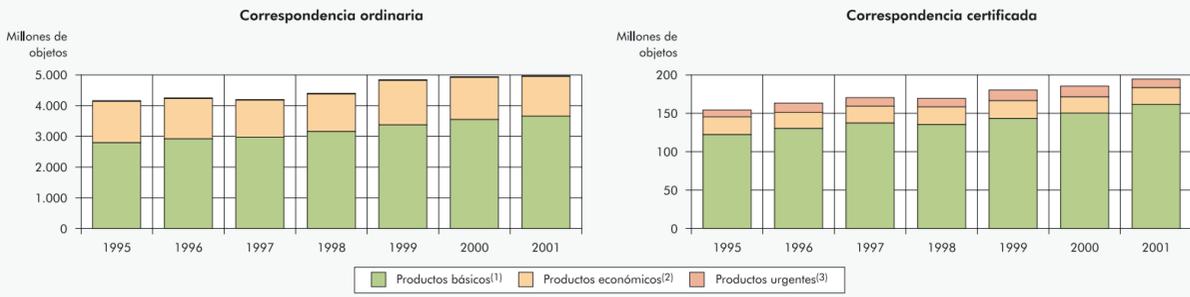
EVOLUCIÓN DEL PERÍODO MEDIO DE RECEPCIÓN



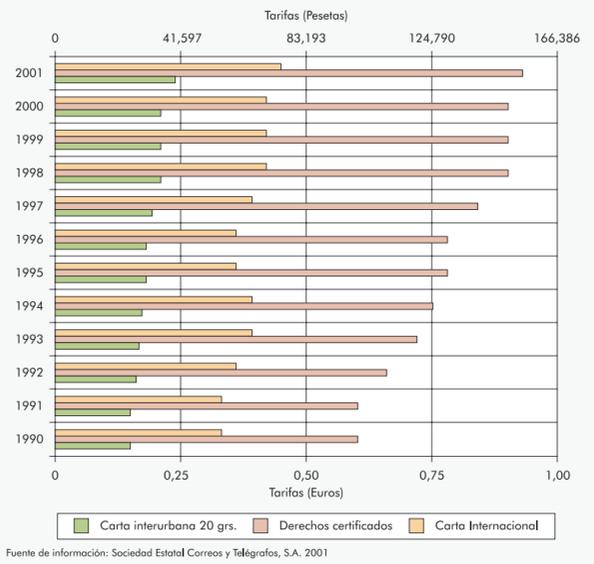
TRÁFICO POSTAL: CORRESPONDENCIA NACIDA Y DISTRIBUIDA



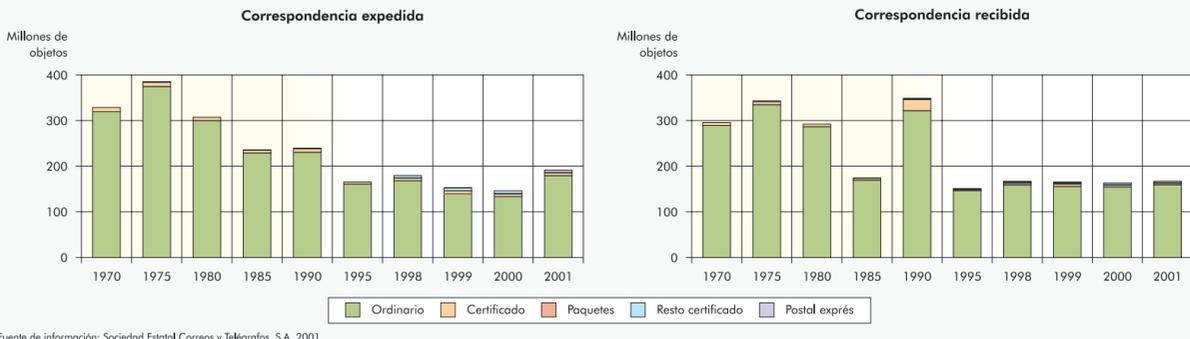
EVOLUCIÓN DEL SERVICIO POSTAL NACIONAL NACIDO



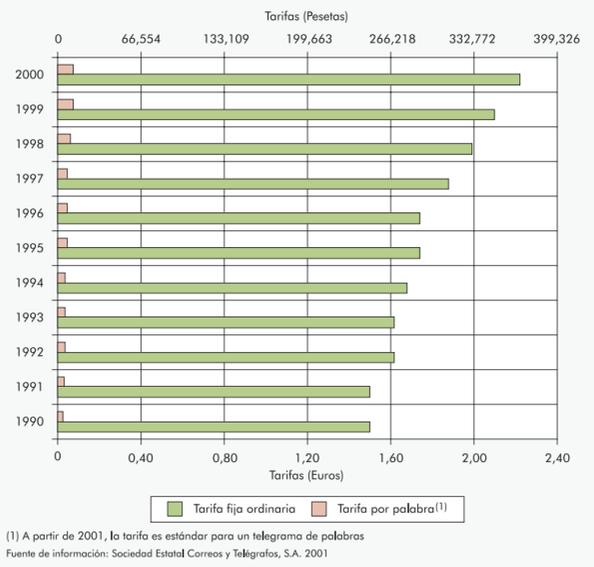
TARIFAS POSTALES



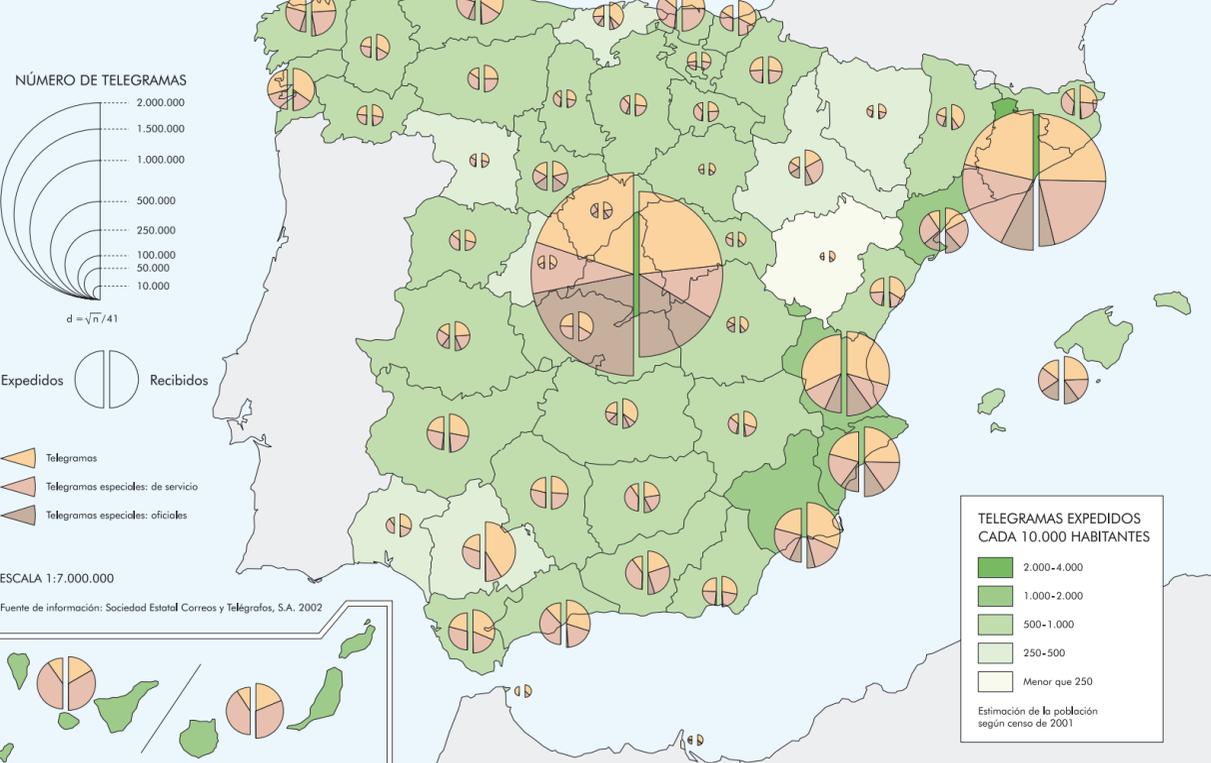
EVOLUCIÓN DEL SERVICIO POSTAL INTERNACIONAL NACIDO



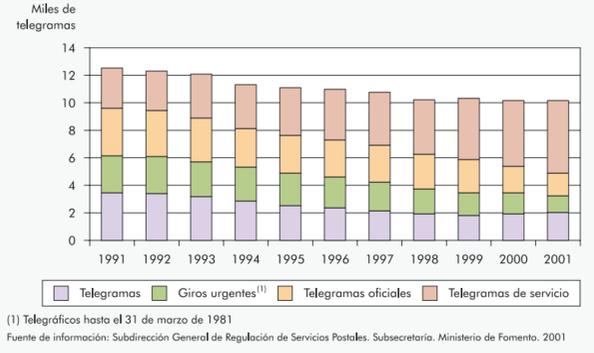
TARIFAS TELEGRÁFICAS



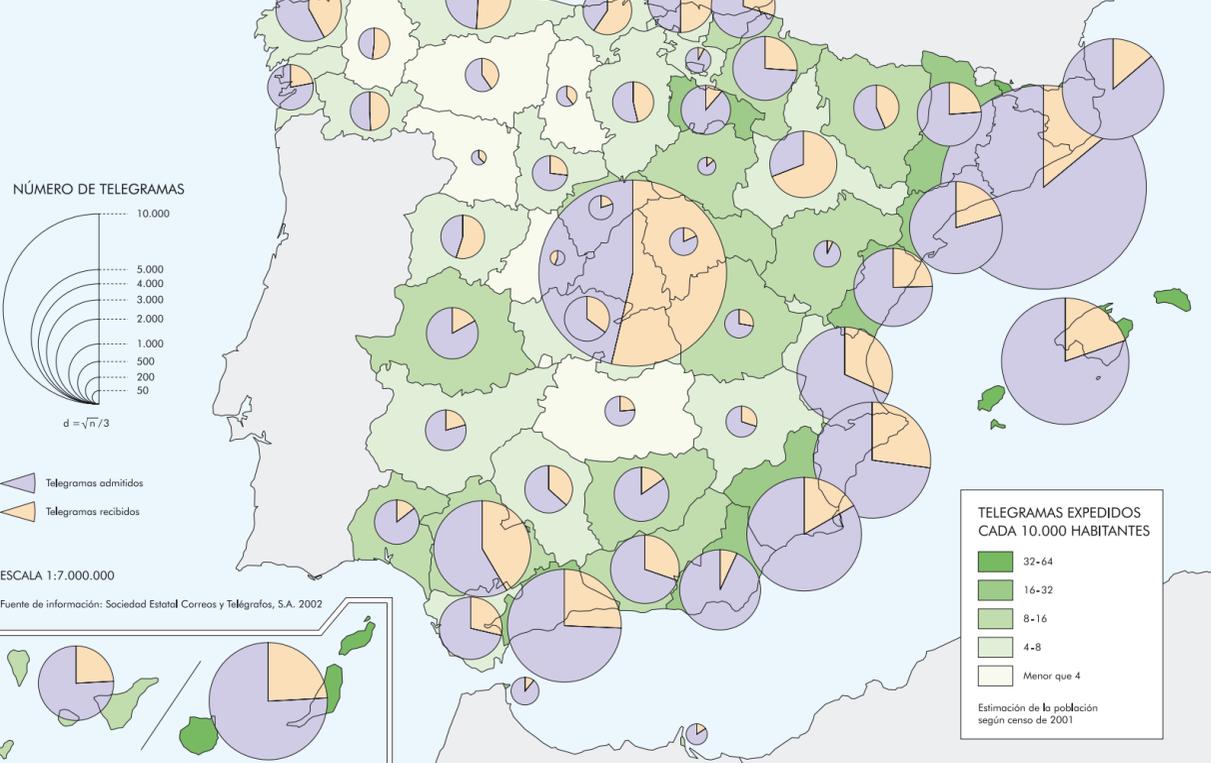
TELEGRAMAS NACIONALES



CORRESPONDENCIA TELEGRÁFICA NACIONAL



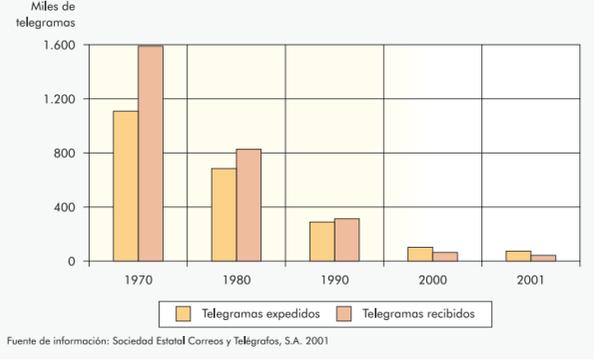
TELEGRAMAS INTERNACIONALES

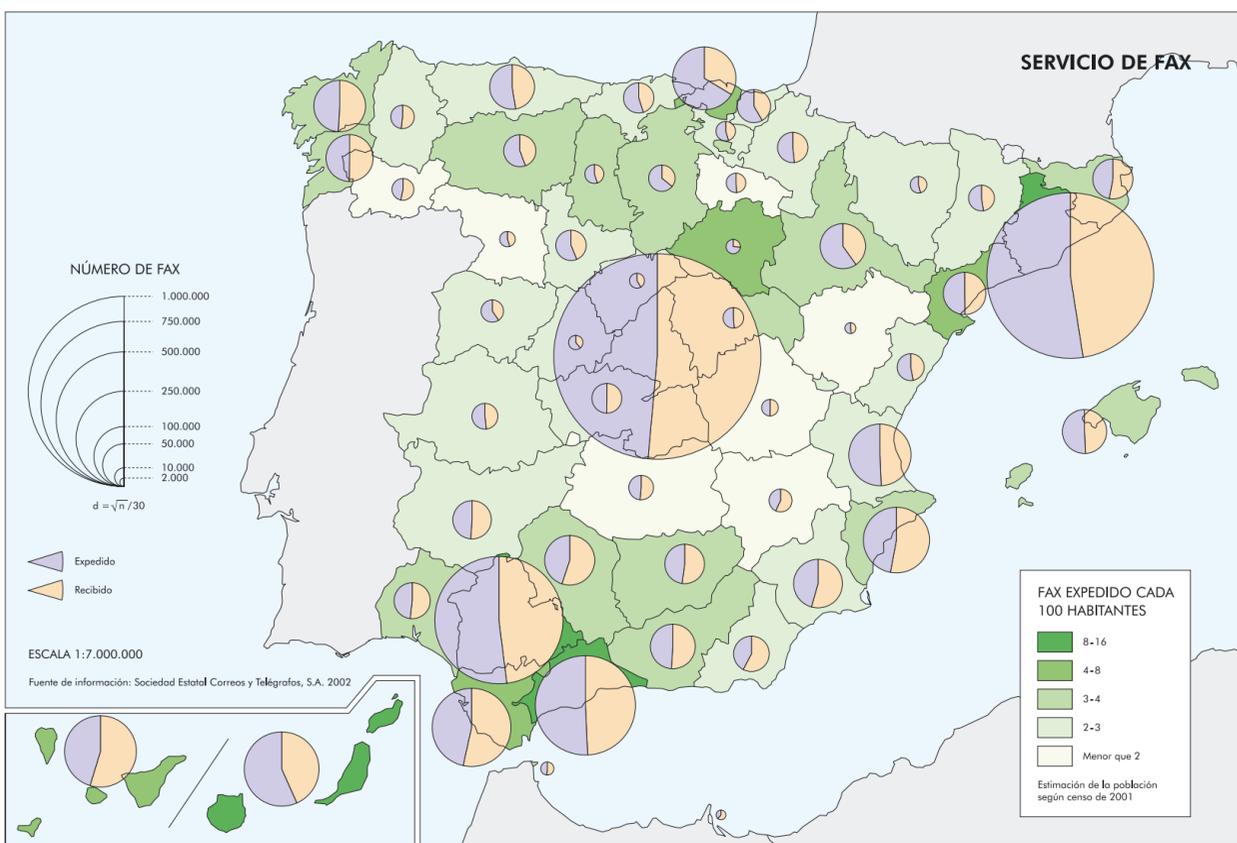
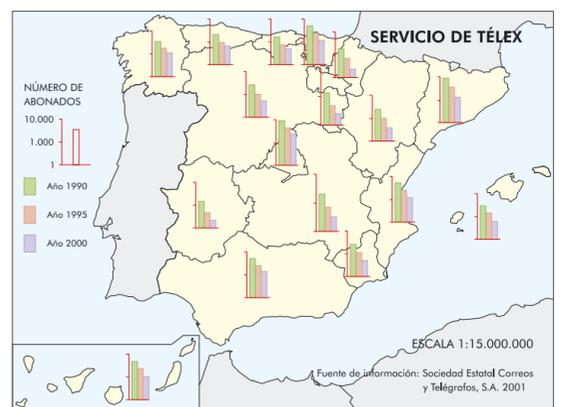
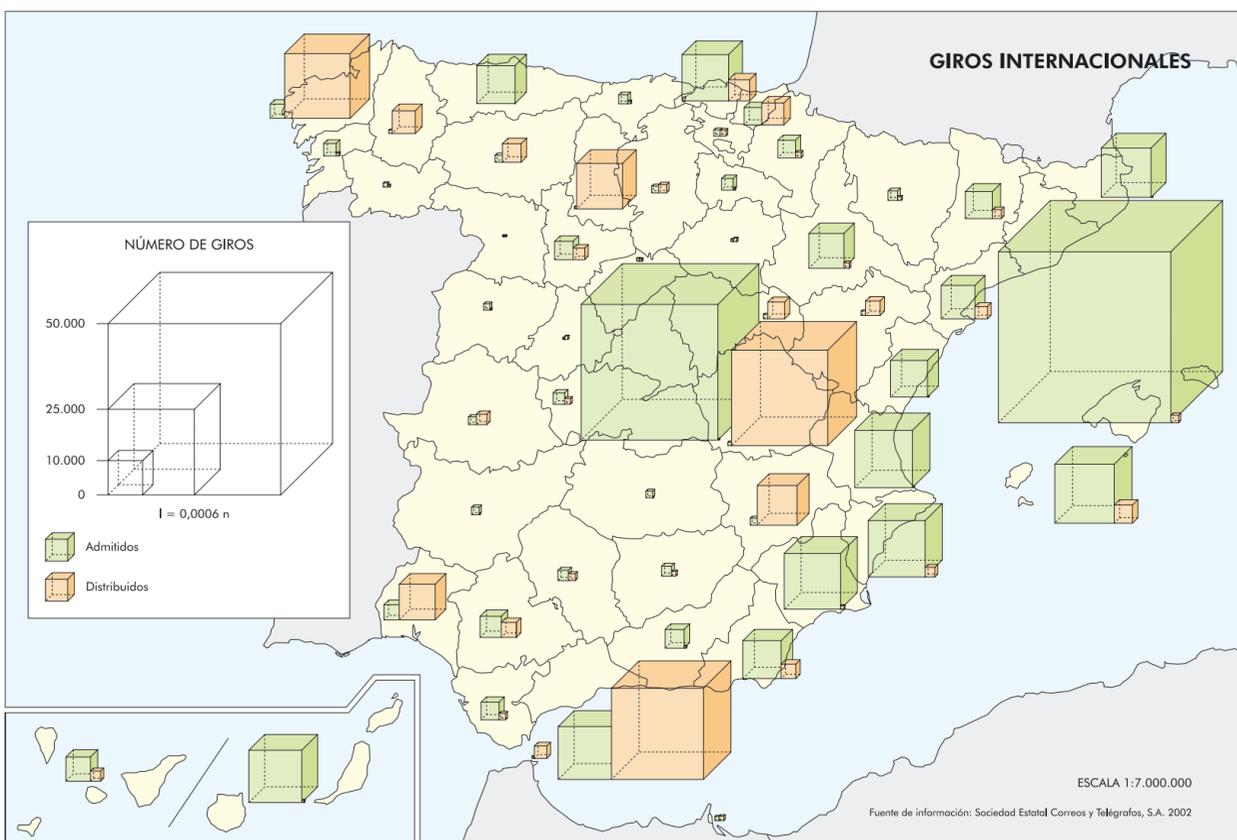
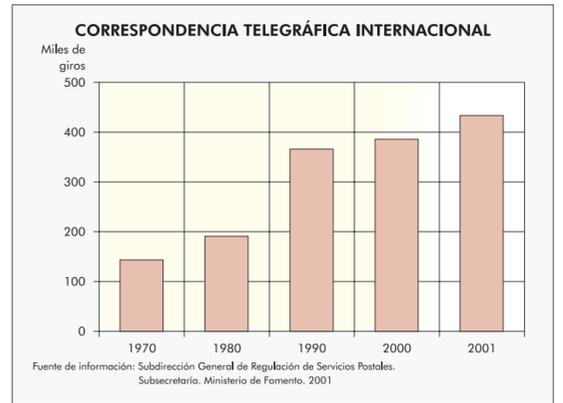
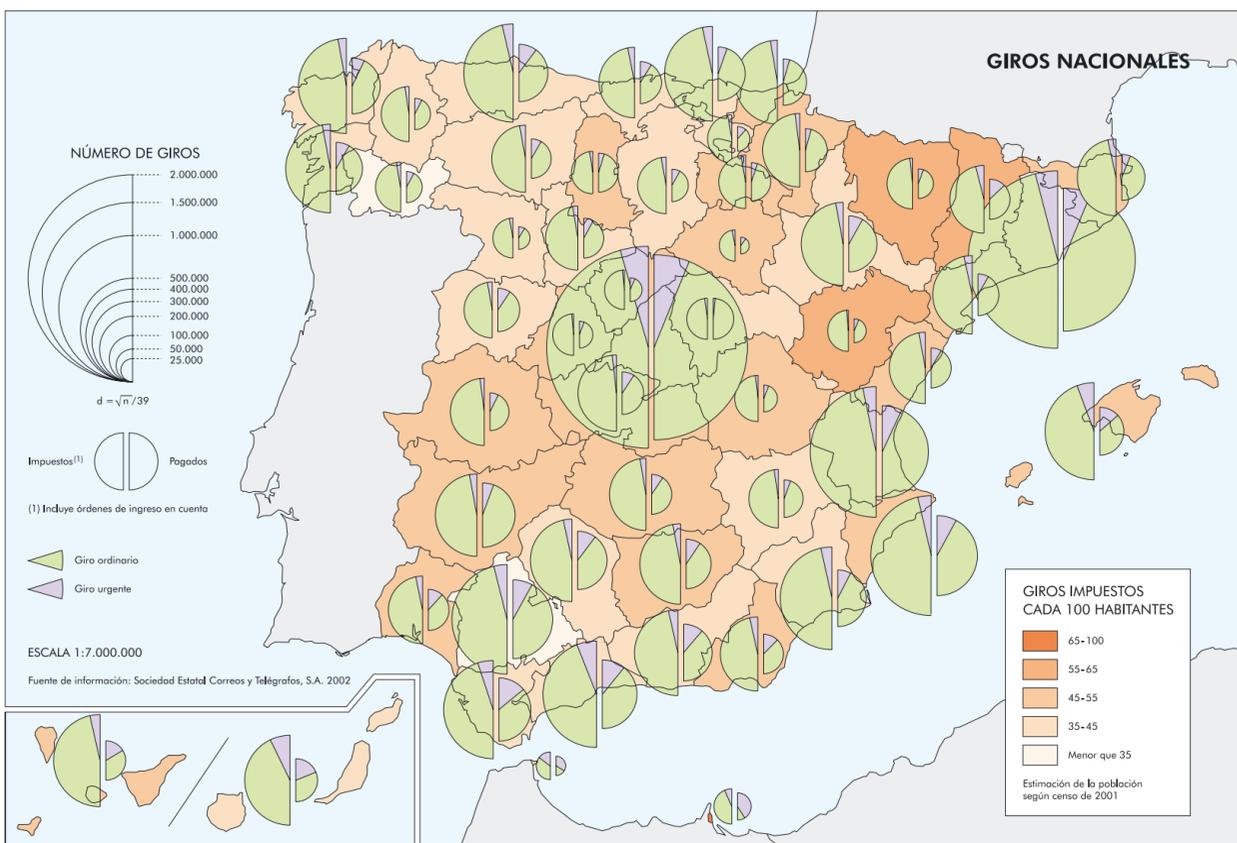


EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE OFICINAS TELEGRÁFICAS



CORRESPONDENCIA TELEGRÁFICA INTERNACIONAL





EVOLUCIÓN DEL SERVICIO DE TÉLEX

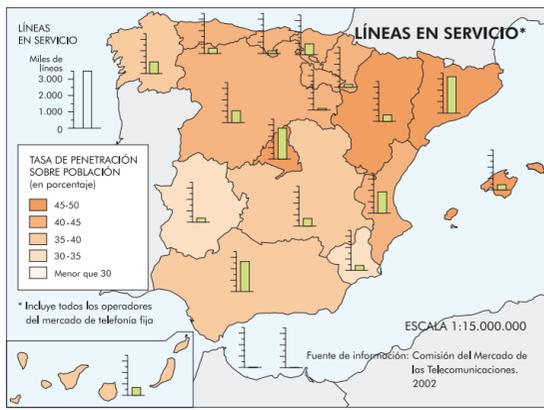
El servicio télex comenzó a funcionar en España por primera vez en 1954 con la instalación de una única central en Madrid con una capacidad de 100 abonados.

El número de abonados a este servicio fue creciendo hasta alcanzar en 1963 los 331 abonados. En 1964 la Dirección General de Correos y Telecomunicación decidió modernizar la red. Esta red dio servicio a un total de 3.790 abonados mediante ocho señales de tránsito tipo ARM de las cuales tres serían internacionales y 60 centrales terminales tipo ARB situadas en cada una de las capitales de provincia. La red experimentó dos ampliaciones de forma que a finales de 1969 tenía una capacidad de 8.540 abonados.

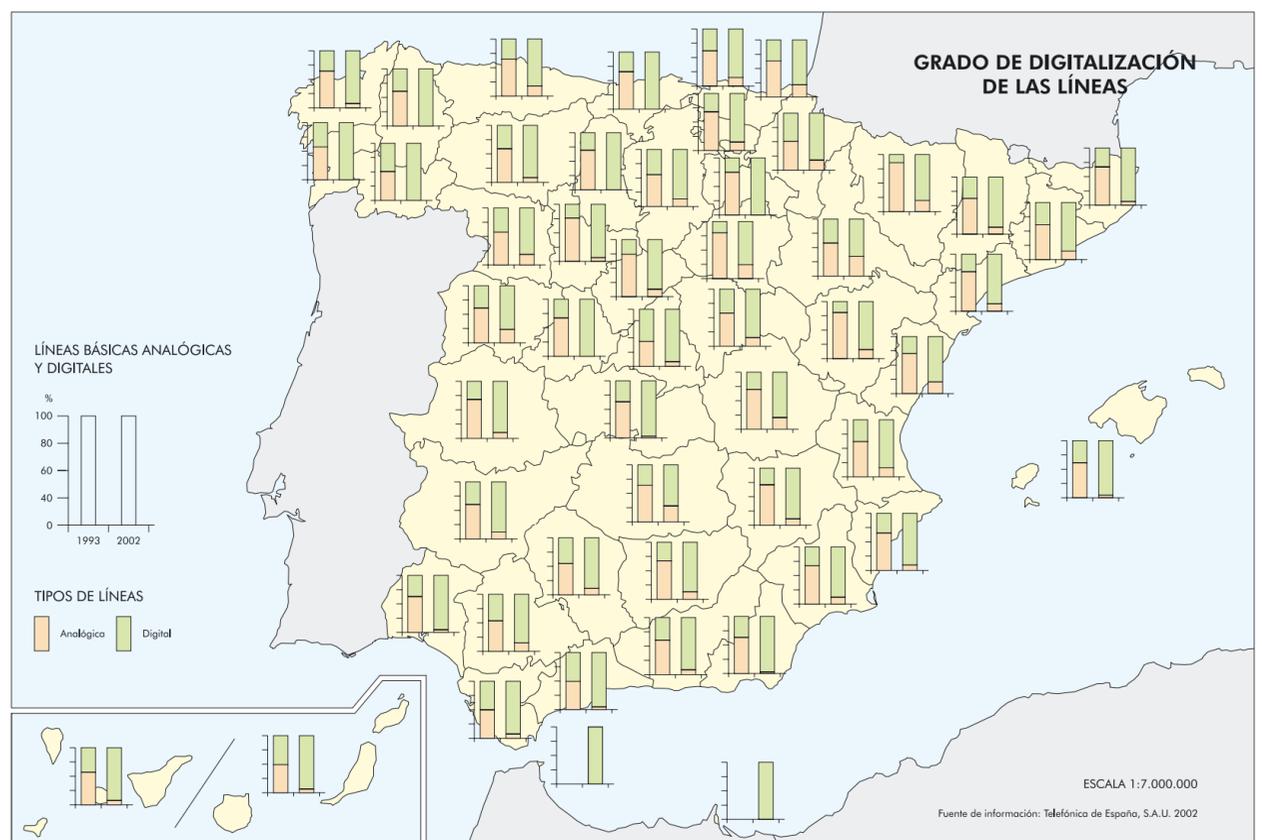
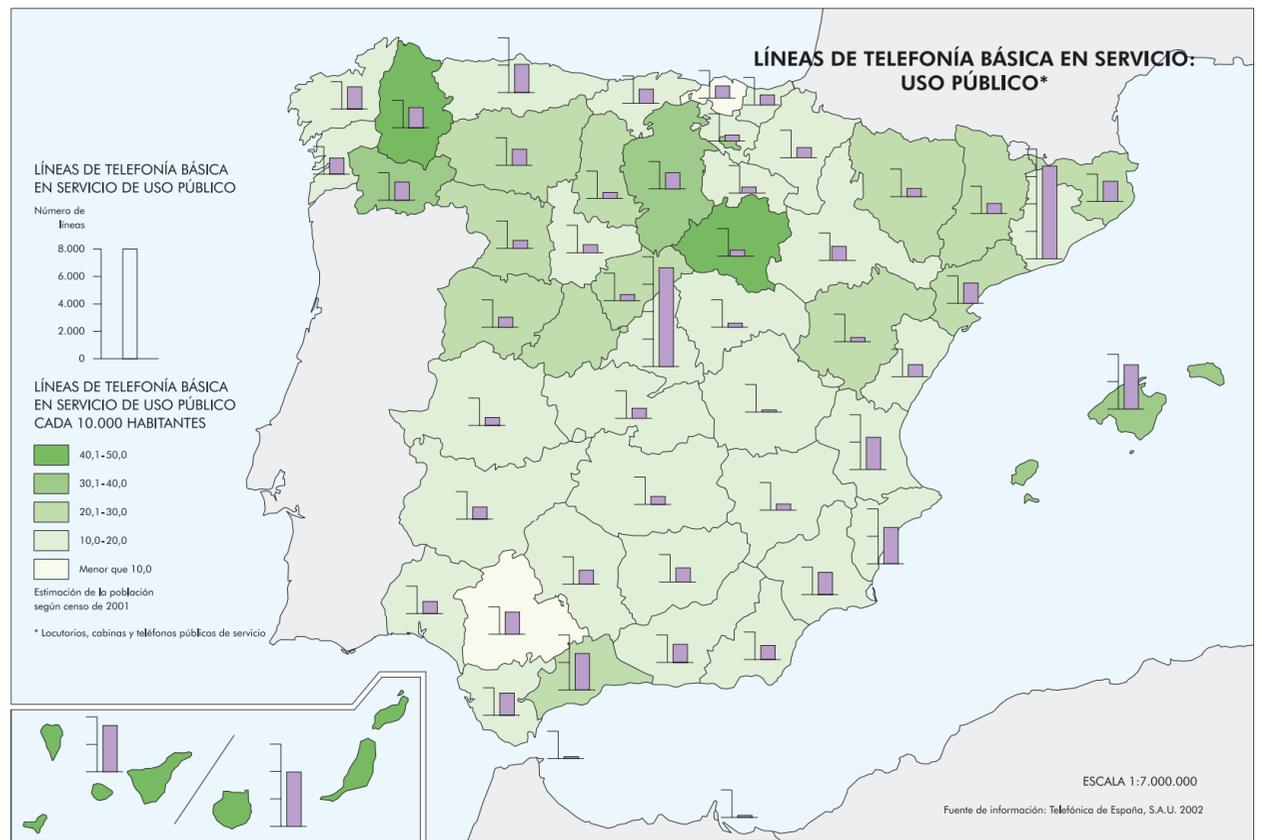
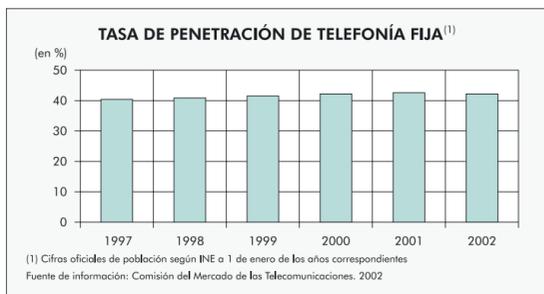
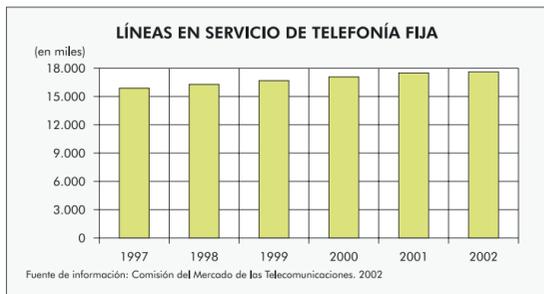
A partir de 1975 el servicio télex empezó a crecer a un ritmo elevado, alcanzándose los 12.000 abonados. Desde este momento siguió creciendo a un ritmo de 2.000 a 3.000 abonados por año totalizándose en 1989 los 36.000 abonados.

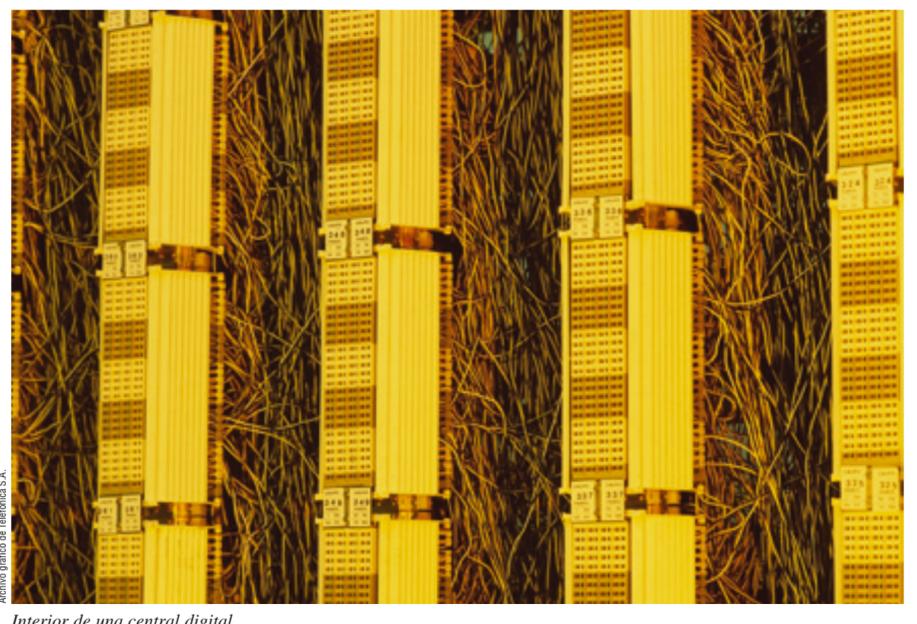
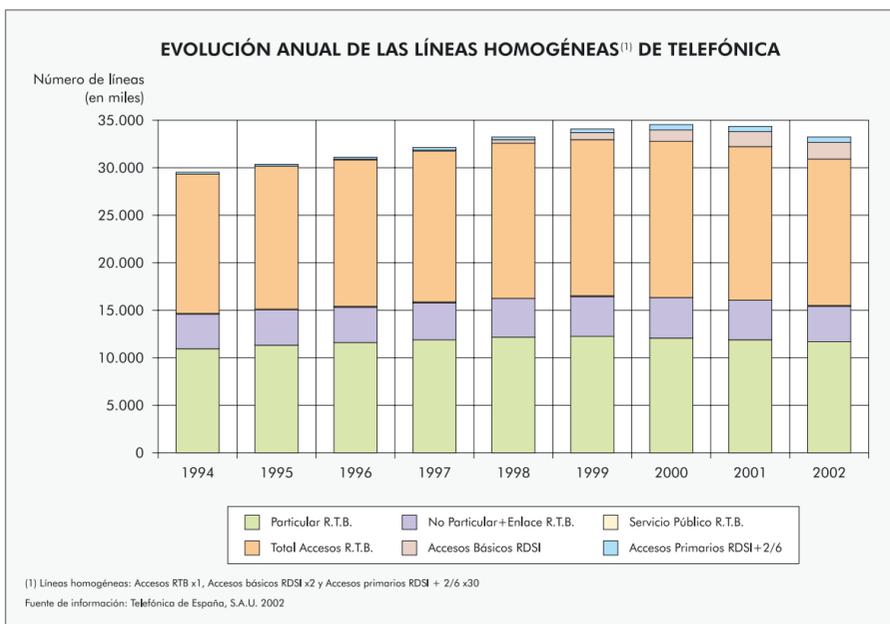
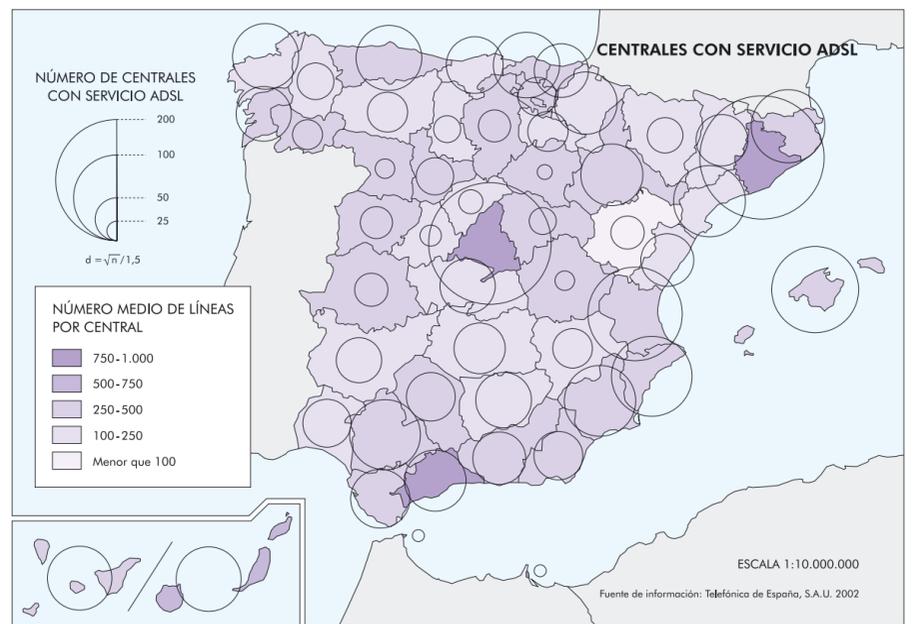
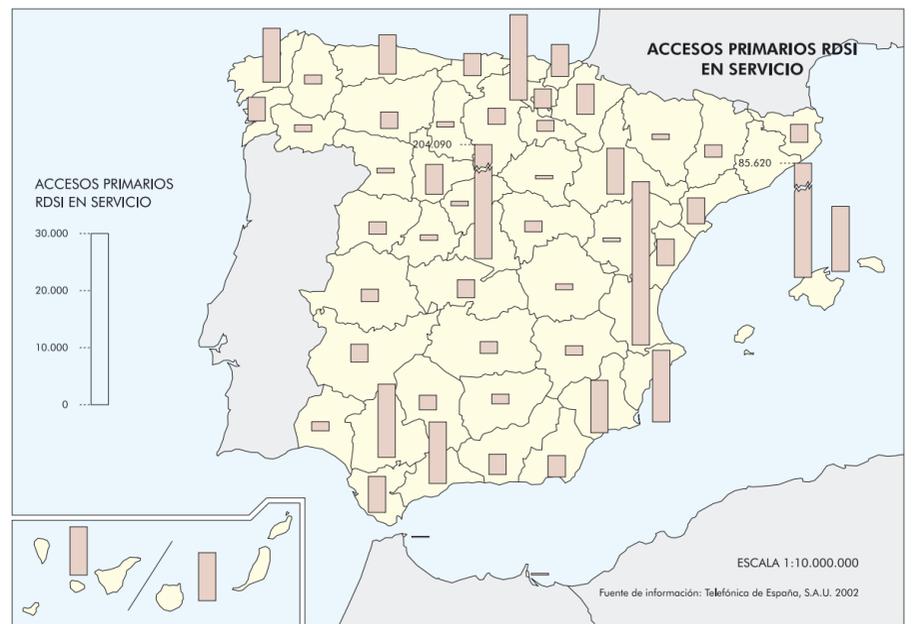
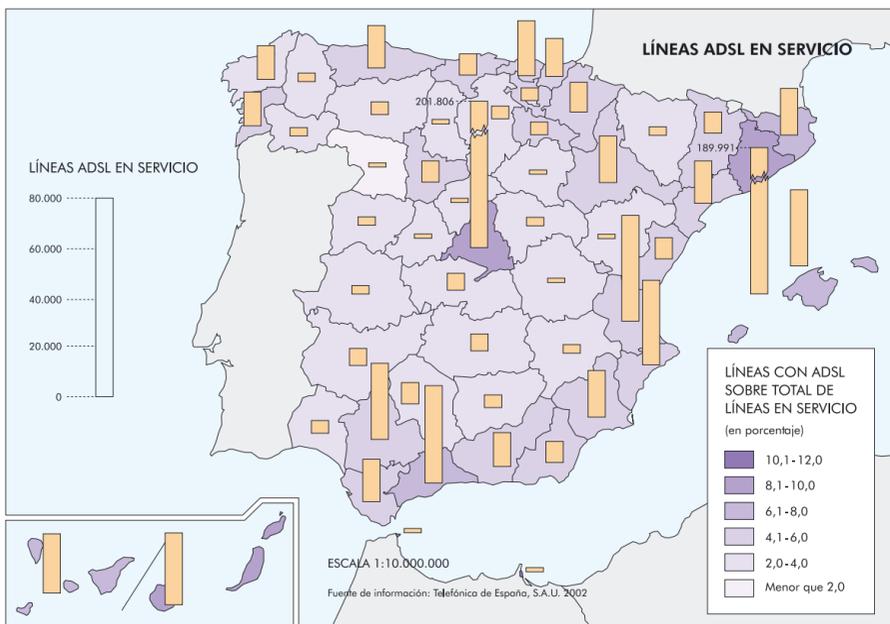
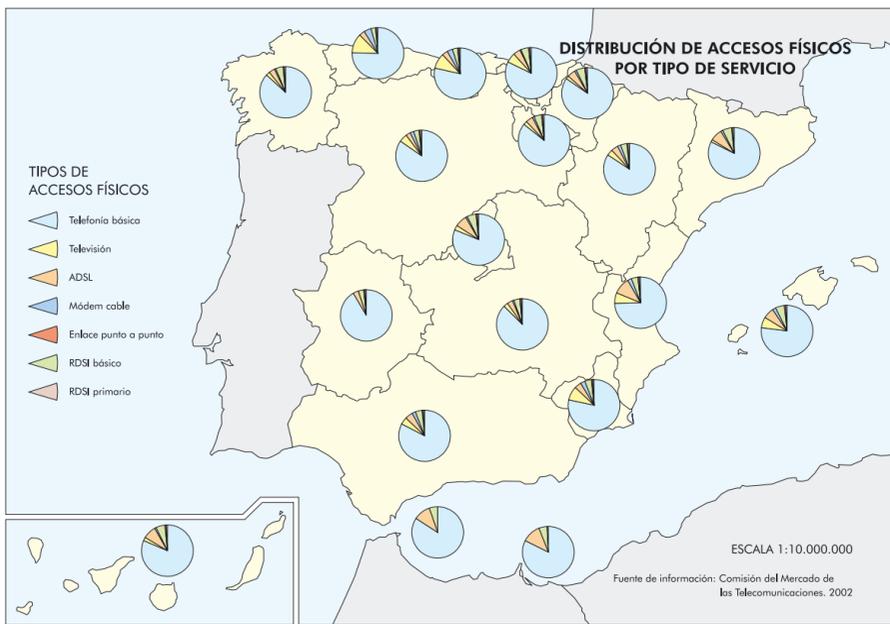
A partir de este momento y debido a la existencia de nuevos servicios (fax, etc.) el número de abonados sufre un claro retroceso. Así en 1987 el número de terminaciones de red disminuyó una media anual del 9,6 por 100. A partir de ese mismo año, el tráfico total, medido en minutos tasados, también disminuyó: el 7,4 por 100 en 1988, el 13 por 100 en 1989 y el 16,5 por 100 en 1990.

Al cabo de cinco años, en 1995, el número de abonados al servicio había bajado hasta los 7.000 abonados. Este ritmo de retroceso ha continuado de forma que a finales de 2001 el número de abonados es de 1.200.



Cabina de teléfono en la vía pública





ACCESO A LA RED PÚBLICA TELEFÓNICA EN ÁREAS RURALES

España se caracteriza por la existencia de disparidades notables entre las distintas comunidades autónomas en cuanto a orografía, accesibilidad y asentamiento poblacional, lo que se traduce en estructuras sociales y productivas muy diferentes.

Estas diferencias han condicionado, históricamente, el desarrollo de las telecomunicaciones ya que la implantación de los servicios ha dependido de factores ligados a la oferta, dado que las difíciles condiciones geográficas y diseminación de la población han determinado unos costes de instalación de líneas muy elevadas en determinadas regiones. Otros factores como la diferente estructura sectorial de la producción en las comunidades autónomas, han conllevado aún con un nivel semejante de desarrollo económico, unas demandas de servicios de telecomunicaciones menores.

Pero las telecomunicaciones no son aprovechadas únicamente por el sector terciario. Por el contrario, son infraestructuras que propician un desarrollo industrial, agrícola, etc., que a medio plazo genera importantes procesos de crecimiento y de creación de empleo, además de un mayor aprovechamiento de los recursos existentes.

SITUACIÓN ACTUAL

Los servicios de telecomunicación no sólo contribuyen al desarrollo económico de las regiones sino que, en la actualidad son básicos para el desarrollo social de la población y su incorporación en la llamada Sociedad de la Información. Resulta, por tanto, de gran importancia analizar y resolver las disparidades en cuanto a la implantación de infraestructuras de telecomunicaciones y la introducción de nuevos servicios, en concreto aquellos relacionados con Internet.

A continuación se exponen algunos datos representativos de las diferencias existentes en el desarrollo de las telecomunicaciones entre las comunidades autónomas:

- En relación con la infraestructura tradicional para conexión de abonados por par de cobre, la comunidad autónoma con mayor número de líneas cada 100 habitantes es Illes Balears, con 60 y la de menor densidad Andalucía con 35, frente a los 45 de media nacional.
- En cuanto a las redes de cable, se ha experimentado un crecimiento exponencial del desarrollo de los operadores en numerosas zonas, particularmente en áreas urbanas, de Galicia, Comunidad Valenciana, Cataluña, Madrid, Andalucía y Castilla y León.
- La distribución de la penetración de Internet se situaba finales de 2001 alrededor de 24 usuarios cada 100 habitantes de media nacional, con una oscilación entre los 15 usuarios cada 100 habitantes de Extremadura y Castilla-La Mancha y los 25 usuarios cada 100 habitantes de Cataluña, País Vasco y Madrid.
- Por otra parte, a finales de 2001, más del 70 por 100 de las empresas utilizaban Internet.

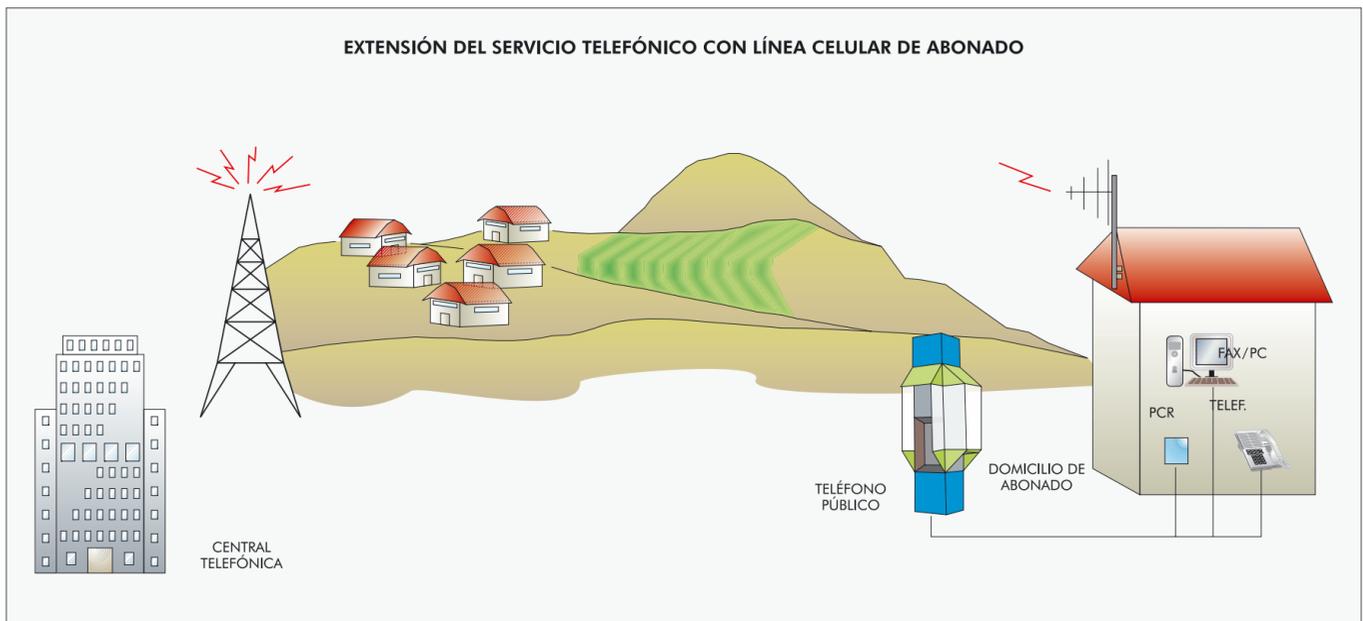
Esta distribución, si bien dispar, ha podido ser alcanzada paulatinamente gracias al despliegue y provisión de líneas telefónicas mediante accesos celulares analógicos y equipos específicamente desarrollados para el domicilio del usuario. En conjunto constituyen el sistema denominado Telefonía Rural de Acceso Celular (TRAC), en el que España, además de ser pionera en su utilización en lugares aislados o distantes, es el único Estado miembro de la UE con una red de acceso de estas características con cobertura nacional. Pero esta solución, se revela hoy insuficiente para disponer de accesos de Internet con la calidad adecuada. De ahí que sea prioritario establecer nuevas infraestructuras que permitan nuevas prestaciones.

Los usuarios atendidos con la solución técnica expuesta ascendían, en diciembre de 2002, a 230.179. Estos abonados, si bien disponen de los servicios básicos de telefonía con los parámetros de calidad adecuados, tienen limitaciones en el acceso a los nuevos servicios vinculados a la sociedad de la información y más concretamente en el acceso a Internet. A lo largo de 2002, se han pasado 1.308 abonados TRAC a la opción de abonados conectados por par de cobre.

Por provincias o por comunidades autónomas no existe uniformidad en el número de usuarios atendidos por esta tecnología: encontrándose el 41 por 100 de los usuarios están ubicados en Galicia y Asturias, debido tanto a la dispersión de la población, como a las condiciones orográficas de las dos comunidades.

La atención de estos usuarios se realiza desde estaciones base (EEBB) de la red del servicio MovilLine (900 MHz) y la instalación de un terminal fijo, con acceso radio, en el domicilio de los usuarios que proporciona el servicio básico de telefonía, de facsímil y de datos en banda vocal a 2.400 bit/s.

EXTENSIÓN DEL SERVICIO TELEFÓNICO CON LÍNEA CELULAR DE ABONADO



El número de estaciones base en las que se apoya este servicio es de 2.703. Por otra parte, el número de usuarios por estaciones base presenta una gran dispersión, y varía desde 1 hasta más de 2.000.

NUEVOS SERVICIOS DE LA TELEFONIA RURAL

El Servicio Universal de Telecomunicaciones es un concepto armonizado en el ámbito de la UE que todos los estados miembros están obligados a aplicar en sus respectivos territorios. Según este concepto, los servicios de telecomunicación que incluye deben ser accesibles a todos los ciudadanos; tal es el caso del servicio telefónico fijo disponible para el público. Así se recoge en la Ley 11/1998, General de Telecomunicaciones, y en su desarrollo reglamentario que además encomienda a Telefónica de España, S.A. la prestación de este servicio universal hasta el 31 de diciembre de 2005.

En el marco del Plan de Desarrollo Regional de la UE para el periodo 2000-2006, y del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, el Gobierno español presentó en noviembre de 2000 un Programa Operativo para la Sociedad de la Información en 2002, en el que se incluyen medidas concretas para las regiones objetivo de los fondos estructurales europeos. Entre estas medidas, se incluye la potenciación del acceso a los nuevos servicios digitales: acceso a Internet.

En este marco regulador de las telecomunicaciones, la Administración española promovió ante las instituciones de la UE la ampliación de las prestaciones del Servicio Universal de Telecomunicaciones, de forma que desaparezcán progresivamente las limitaciones al acceso a los nuevos servicios de la Sociedad de la Información en las áreas rurales.

Durante la presidencia española, primer semestre de 2002, se aprobó la Directiva 2002/22/CE del Parlamento Europeo, relativa al Servicio Universal de Telecomunicación, en la que se establece, entre otras obligaciones, que las conexiones a la red pública de telefonía fija deben permitir el acceso funcional a Internet, teniendo en cuenta las tecnologías actualmente utilizadas y sus posibilidades de evolución.

En ese sentido, la Ley 34/2002, de Servicios para la Sociedad de la Información y el Comercio Electrónico, que transpone al derecho interno esta ampliación de prestaciones supuso adelantar en más de un año la fecha establecida por la citada Directiva. Esta ley establece que la conexión a la red telefónica pública fija debe ofrecer al usuario la posibilidad de emitir y recibir llamadas nacionales e internacionales y permitir la transmisión de voz, fax y datos a velocidad suficiente para acceder de forma funcional a Internet. Se considera que la velocidad suficiente es la que utilizada de manera generalizada para acceder a Internet, por los abonados al servicio telefónico fijo disponible para el público con conexión a la red mediante pares de cobre y módem de banda vocal.

Estas exigencias imponen a Telefónica de España S.A., operador responsable del Servicio Universal, la necesidad de ac-

tualización de la parte de red de acceso que en este momento no cumple los nuevos requisitos. La misma ley fija los criterios para el desarrollo del plan de actualización tecnológica de la red de acceso a la red telefónica pública:

«En el plazo máximo de cinco meses a partir de la entrada en vigor de esta disposición, el operador designado para la prestación del servicio universal presentará al Ministerio de Ciencia y Tecnología, para su aprobación en el plazo de un mes, previo informe de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, un plan de actuación detallado para garantizar que las conexiones a la red telefónica pública fija permitan a sus abonados el acceso funcional a Internet y, en particular, a los conectados mediante Telefonía Rural de Acceso Celular (TRAC).

El desarrollo del plan estará sujeto a las siguientes condiciones:

- Incluirá soluciones tecnológicas eficientes disponibles en el mercado para garantizar el derecho de los usuarios a disponer, previa solicitud a partir de la aprobación del plan, de la posibilidad de acceso funcional a Internet en el plazo máximo de sesenta días desde la fecha de dicha solicitud en las zonas con cobertura. Estas soluciones tecnológicas deberán prever su evolución a medio plazo hacia velocidades de banda ancha sin que ello conlleve necesariamente su sustitución.
- La implantación en la red de acceso de las soluciones tecnológicas a las que se refiere el párrafo «a» deberá alcanzar a los abonados al servicio telefónico fijo disponible al público que, en la fecha de aprobación del plan, no tienen la posibilidad de acceso funcional a Internet, de acuerdo con el siguiente calendario:
 - Al menos el 30 por 100 antes del 30 de junio de 2003.
 - Al menos el 70 por 100 antes del 31 de diciembre de 2003.
 - El 100 por 100 antes del 31 de diciembre de 2004.

En todo caso, esta implantación alcanzará al menos el 50 por 100 de los abonados en cada una de las comunidades autónomas antes del 31 de diciembre de 2003.

c) En el plan de actuación deberá priorizarse el despliegue al que se refiere el párrafo «b», con arreglo al criterio de mayor densidad de abonados afectados.

d) A los efectos de lo dispuesto en los apartados anteriores y en caso de que sea necesario, el operador designado para la prestación del servicio universal podrá concluir, con otros operadores titulares de concesiones de dominio público radioeléctrico, contratos de cesión de derechos de uso de las bandas de frecuencias necesarias para el cumplimiento de los objetivos establecidos en esta disposición. Dichos contratos deberán ser sometidos a previa aprobación por parte del Ministerio de Ciencia y Tecnología, que podrá establecer las condiciones de salvaguarda del interés público que estime necesarias. Esta nueva exigencia, contemplada en la directiva de la UE y en la normativa de obligado cumplimiento para el operador responsable del servicio universal en la red fija, impone a Telefónica de España la obligación de actualización de la parte de red de acceso que en este momento no cumple este nuevo requisito».

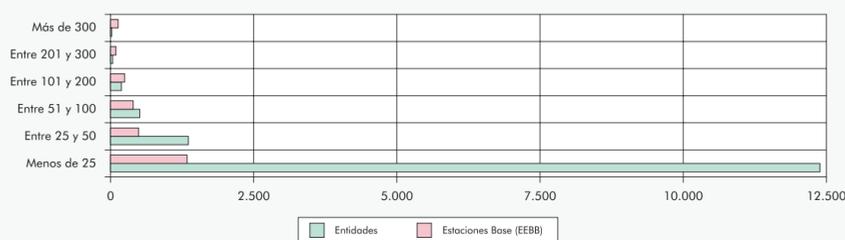
INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE TELEFONÍA RURAL DE ACCESO CELULAR

PREVISIÓN AÑO 2002 A 2006

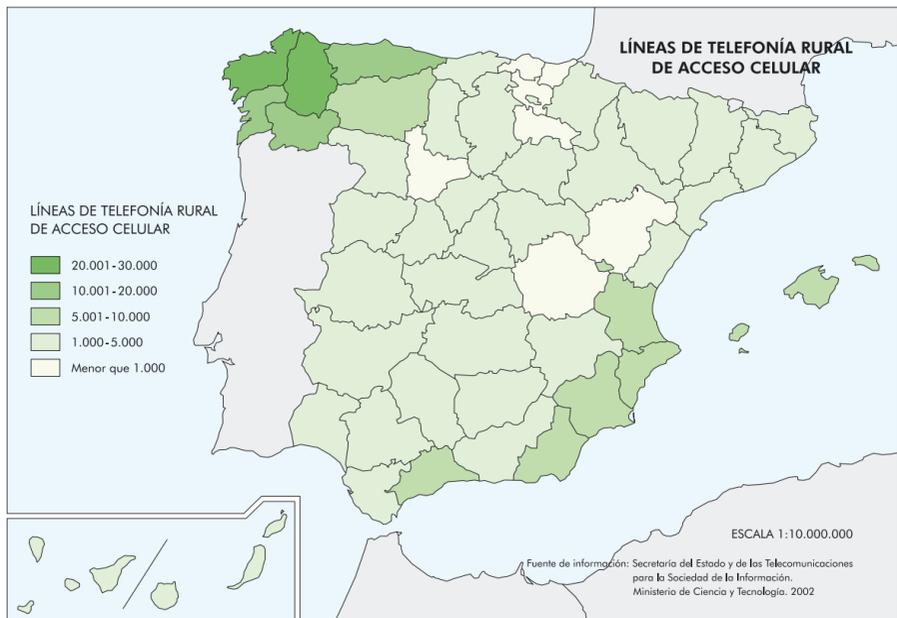
Año	Líneas TRAC migradas + nuevas altas	Acumulado líneas TRAC migradas + nuevas altas	% líneas TRAC migradas + nuevas altas
2002	1.308	-	-
2003	31.530	32.838	12,0
2004	41.283	73.121	15,8
2005	90.593	164.714	34,5
2006	98.998	263.712	37,7

Fuente de información: Secretaría del Estado y de las Telecomunicaciones para la Sociedad de la Información. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2002

USUARIOS DE TELEFONÍA RURAL DE ACCESO CELULAR

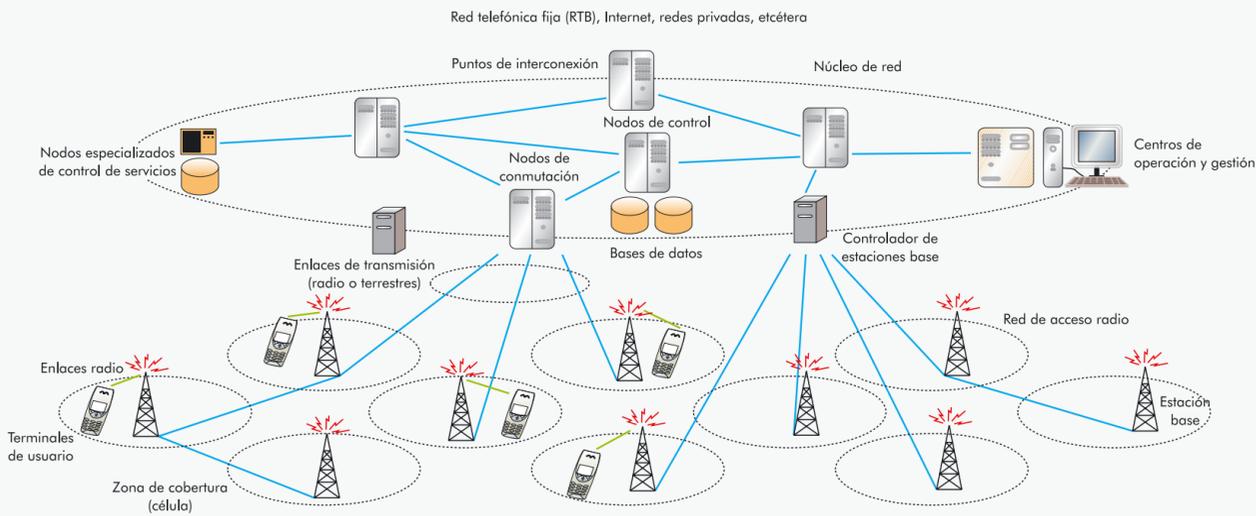


Fuente de información: Secretaría del Estado y de las Telecomunicaciones para la Sociedad de la Información. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2002



Telefonía rural

ARQUITECTURA Y ELEMENTOS GENERALES DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL



Fuente de información: Telefónica Móviles España S.A. 2003

SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL

En el contexto de toda comunicación entre un transmisor, que emite la señal, y un receptor que la recibe e interpreta, hablamos de comunicación móvil cuando el emisor o el receptor están en movimiento. La movilidad de los extremos de la comunicación es posible al utilizarse en el primer y/o último tramo de la comunicación un enlace radio como medio de transporte de la señal.

Si bien en general, se distinguen diferentes clases de servicios de radiocomunicaciones móviles según el entorno de aplicación, servicio móvil terrestre, marítimo o aeronáutico, la aplicación más ampliamente extendida en la actualidad es la de la utilización de servicios de comunicaciones móviles personales a través de redes terrestres con terminales de usuario portátiles, a la que está vinculado el concepto práctico de telefonía móvil.

En este ámbito, los principales objetivos de los sistemas de comunicaciones móviles son:

- Interconectar a los usuarios de una misma red móvil, proporcionando al mismo tiempo acceso al resto de redes de comunicaciones públicas.
- Permitir la movilidad de los usuarios prestando un servicio con continuidad y tratando de ofrecer la posibilidad de acceder a la red desde el mayor número de ubicaciones posible.
- Proporcionar un grado de servicio y velocidad de transmisión (ancho de banda) aceptables.

Para conseguir estos objetivos los sistemas encuentran obstáculos derivados fundamentalmente de la utilización de enlaces vía radio:

- El espectro radioeléctrico es un recurso natural limitado que debe ser compartido por múltiples servicios, en cuya gestión y optimización intervienen las diversas Administraciones. Para los sistemas de telefonía móvil existen bandas de frecuencia definidas en cada país; en general, se sitúan entre 450 MHz y 2500 MHz. Lógicamente, cuanto mayor es el ancho de banda disponible para la explotación de la red mayor puede ser su capacidad, tanto en términos de volumen de comunicaciones simultáneas por unidad de superficie como de velocidad de transmisión.
- La cobertura desde cada estación base de la red está limitada por la distancia y, en ocasiones, por la existencia de pequeñas áreas o entornos particulares en los que la orografía, obstáculos naturales, edificios, túneles, sótanos, etc., no puede establecerse una comunicación o ésta sufre perturbaciones. En este segundo caso, condiciones atmosféricas adversas o las interferencias debidas a otras emisiones radioeléctricas pueden ser también la causa.

ELEMENTOS BÁSICOS DE UNA RED DE TELEFONÍA MÓVIL

Aunque pueden existir diferencias de arquitectura según las diferentes tecnologías posibles, los elementos básicos de una red de telefonía móvil son los siguientes:

Terminales de usuario. Son las estaciones móviles de la red utilizadas por los usuarios, ya sean portátiles o de mano, portables, o instaladas en vehículos.

Estaciones base. Son las estaciones radioeléctricas fijas que se despliegan en la zona de servicio de la red móvil y en

las que se ubican, entre otros elementos, los equipos radio y antenas para establecer los enlaces de acceso (vía radio) de los usuarios a la red. De forma más específica, el término estación base designa realmente sólo los equipos radio ubicados en un determinado emplazamiento físico en el que, de hecho, pueden ubicarse otras estaciones base de diferente tecnología (una de la red analógica y otra de la red digital). También están instalados otros elementos de infraestructura comunes como las casetas de equipos, mástiles para las antenas y equipos de fuerza.

La superficie geográfica alrededor de una estación base, en torno a la cual las estaciones móviles pueden establecer comunicación con ella, se denomina zona de cobertura, siempre que en dicha zona la señal disponible supere un cierto umbral de funcionamiento. Cualquier comunicación iniciada-finalizada en un terminal llegará a la estación base en cuya zona de cobertura se encuentre. No obstante, para lograr una adecuada continuidad en las comunicaciones, las coberturas individuales de las estaciones base tienen un cierto grado de solapamiento. La zona de cobertura total de la red móvil se determina como la unión de todas las coberturas individuales de sus estaciones base para constituir el mapa de cobertura de la red. Cuando desde un terminal móvil se está manteniendo una comunicación, y se sale de la zona de cobertura de una estación base para adentrarse en la de otra, la red ejecuta un procedimiento de transferencia de la comunicación desde la primera estación a la segunda sin percepción del usuario. Este procedimiento, clave en los sistemas de telefonía móvil, se denomina traspaso (*handover* o *handoff*).

En función del entorno y según los requerimientos de cobertura y capacidad, hay diversas soluciones para atender las diferentes necesidades:

- **Macrocelulas.** Son las estaciones convencionales de telefonía móvil y fueron las primeras que se desplegaron, ya que son las únicas que pueden proporcionar zonas de cobertura grandes (aproximadamente desde 300 m a 20 km según el entorno), y servir a usuarios con alta movilidad (interior de vehículo). Dentro de la gama de potencias de las estaciones de telefonía móvil, muy inferiores a los otros sistemas de radiocomunicaciones como los de radiodifusión de televisión o radio (3 kW-150 kW de PIRE), este tipo de estaciones es la de mayor potencia (250-1500 W de PIRE) y se suelen ubicar bien sobre las azoteas de edificios o sobre suelo con torres de 20-40 m. En el caso de entorno urbanos, en ocasiones no se puede lograr una densidad de conexiones suficiente para atender la demanda de los usuarios, ya que no se puede aumentar la capacidad de una estación base, con un número limitado de conexiones simultáneas. En estos casos es necesario dividir la zona de cobertura de las estaciones en zonas más pequeñas, para así aumentar la densidad de capacidad, instalando inicialmente más estaciones macrocelulares o complementando el despliegue con microcelulas o picocelulas. Este procedimiento se conoce como división celular.
- **Microcelulas.** Son estaciones de menor potencia (inferior a 8W) y menos capacidad, que complementan las macrocelulas con zonas de cobertura más pequeñas que las anteriores, de unos 50 a 300 m, y permiten una movilidad intermedia de los usuarios. Pueden utilizarse este tipo de estaciones ya no sólo por capacidad, sino también cuando resulte complicado cubrir determinados lugares desde estaciones macrocelulares.
- **Picocelulas.** Llevando aún más al límite el concepto anterior, las picocelulas son estaciones de menor potencia que las micros (inferior a 500 mW) y cuya aplicación fundamental es atender el servicio en el interior de edificios o entornos de propagación difícil, como un aparcamiento subterráneo. Las zona de cobertura es muy pequeña (10-50 m) y orientada para usuarios de baja velocidad. Lógicamente la utilización de zonas de cobertura (células) tan pequeñas permite tener una densidad de conexiones simultáneas muy elevada, si el motivo de su uso es la capacidad.

Este tipo de estaciones se despliega de forma coordinada para atender las necesidades del servicio en cada zona específica. Las microcelulas y picocelulas son habituales en entornos urbanos, en los que los requerimientos de capacidad son mayores. Para cubrir un país como España las redes móviles actuales requieren varios miles de estaciones base.

Controladores de estaciones base. Son nodos dotados de mayor inteligencia que las estaciones base, que se encargan de controlar remotamente un cierto conjunto de ellas. Entre otras funciones, estos equipos interconectan las estaciones base con el núcleo de red, se encargan de gestionar la movilidad y los trasposos, los recursos radio (canales disponibles) y las configuraciones de parámetros de la red.

Núcleo de red. Conjunto de nodos interconectados que se encargan de las funciones de conmutación, ya sea en modo circuito o paquete, así como de almacenar las bases de datos necesarias para los datos de usuario y la gestión de la movilidad. Los diferentes nodos de conmutación redirigen las comunicaciones que les llegan a otros lugares de la red móvil o hacia otras redes, como la red fija (RTB), Internet, redes privadas, etc. Además de éstos, para el funcionamiento de la red son necesarios otros nodos más específicos como los registros de usuarios, de terminales, y otros servidores especializados en la prestación de servicios específicos del operador. Por ejemplo, para saber en todo momento en qué zona se ubica un usuario, para poder dirigirle una petición de llamada, se almacena la última ubicación conocida de cada usuario (como conjunto de estaciones base en cuya cobertura podría estar), y se va actualizando dicha información conforme se desplaza el usuario.

Red de transmisión. Red que interconecta las estaciones de base con los controladores, los controladores con los nodos de conmutación y los diferentes nodos del núcleo de red entre sí. Según el caso, pueden emplearse diferentes medios o portadores físicos para establecer los enlaces,

estación de gran radio de cobertura, numerosas estaciones de baja potencia, cada una de las cuales proporciona servicio a una zona de cobertura más reducida denominada célula. De esta forma surge el concepto de comunicaciones celulares, fundamento en el que se basan todas las redes móviles actuales y que fue descrito en un informe de D.H. Ring en 1947. Antes, al tener una única célula esta utilizaba todos los recursos (toda la banda de frecuencias atribuida al servicio), ahora, la división celular permite la reutilización de recursos: dos estaciones lo suficientemente alejadas en el espacio pueden utilizar los mismos canales radio, ya que a cada usuario sólo le llegará con buen nivel la señal de su estación. Esta reutilización controlada de los recursos radio disponibles permite extender la zona de cobertura del sistema de forma ilimitada, por ejemplo a lo largo de un país entero.

En el caso del acceso múltiple por división en frecuencia (FDMA), una de las técnicas más usuales, el espectro disponible se divide en grupos de canales (frecuencias) y a cada célula se le asigna un determinado grupo, de modo que haya una distancia suficiente entre células que usan los mismos canales, manteniéndose el nivel de las interferencias por debajo de un determinado umbral.

La aplicación práctica de este concepto requiere además de bandas de frecuencia amplias tener un sistema de señalización y control complejos para poder seguir la llamada con los trasposos oportunos. El primer sistema celular empezó a funcionar en 1983 en Chicago: AMPS en la banda de 800 MHz.

Primera generación de sistemas de telefonía móvil

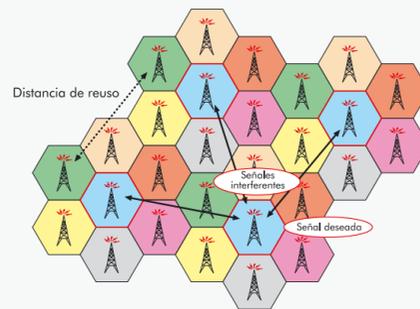
En Europa, el primer sistema móvil celular fue el NMT-450 desarrollado en los países nórdicos (Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca) y que trabajaba en la banda de 450 MHz. En paralelo se desarrolló en Gran Bretaña el sistema TACS similar al AMPS en la banda de 900 MHz. Posteriormente, los países nórdicos introdujeron una variante al NMT-450 en la banda de 900: NMT-900 que presentaban facilidades adicionales que le permitían incrementar su capacidad y el uso de equipos portátiles.

COMUNICACIONES MÓVILES DIGITALES EL SISTEMA GSM

Desarrollo y conceptos básicos del sistema GSM

A comienzos de los años 80 se empezaba a vislumbrar que los sistemas analógicos existentes tenían limitaciones de capacidad y compatibilidad para los usuarios. Ante la gran inversión que suponía el diseño de un sistema celular completo, se concibió un desarrollo común entre varios países con el re-

LA REUTILIZACIÓN CONTROLADA DE RECURSOS COMO BASE DE LAS COMUNICACIONES CELULARES



Fuente de información: Telefónica Móviles España S.A. 2003

siendo lo más usual emplear fibra óptica o radioenlaces, principalmente en los enlaces más cercanos a las estaciones base. En ocasiones se pueden llegar a utilizar enlaces vía satélite.

Centros de gestión y operación. Conjunto de sistemas y nodos para soportar el mantenimiento, provisión y la gestión de datos de la red. Estos sistemas recolectan alarmas y permiten gestionar fallos, adquirir medidas de la calidad y del tráfico en la red, y gestionar los datos de configuración de los diferentes elementos.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA Y FUNDAMENTOS DE LOS SISTEMAS CELULARES

Los orígenes y sistemas precursores

Si bien la viabilidad de las ondas de radio para establecer comunicaciones fue demostrada por Marconi en 1897, no fue hasta 1924 que la empresa AT&T desarrolló el primer sistema de radiocomunicaciones móviles para la policía de Detroit (EE.UU.). Se trataba de un sistema unidireccional para el aviso de vehículos policiales y dio lugar a la primera red de radiotelefonía móvil privada.

En la década de los 30 apareció un sistema de comunicaciones bidireccionales y posteriormente fueron apareciendo nuevas tecnologías y aplicaciones. Sin embargo, en estos primeros sistemas se puso de manifiesto que para prestar servicios bidireccionales en redes móviles se requerían técnicas más eficientes que solventasen los problemas de saturación y cobertura que se presentaban.

A diferencia de lo que sucede en los sistemas de radiodifusión convencionales de radio o TV, que implementan comunicaciones unidireccionales (la emisora emite y los usuarios sólo reciben) y se utilizan estaciones emisoras de gran potencia, para prestar servicios bidireccionales con terminales móviles (tanto desde la estación base como desde el terminal se transmite y se recibe) la limitación fundamental se halla en la potencia disponible en los terminales de los usuarios. Los terminales de usuario deben tener dimensiones y pesos reducidos, lo cual limita su potencia y hace que el enlace limitante sea el enlace ascendente (transmite el móvil y recibe la base). En estas condiciones, no se obtiene mejora alguna por incrementar la potencia de emisión de las bases y para extender la zona de cobertura se utilizan, en lugar de una única

querimiento fundamental de que operara en unas bandas de frecuencia comunes. Esta condición se cumplía unos años antes, en 1978, cuando se decidió reservar una banda de frecuencia de dos veces 25 MHz en torno a los 900 MHz para comunicaciones móviles en Europa.

En 1982 se creó, por tanto, un nuevo organismo de estandarización en la CEPT, cuya labor consistía en especificar un sistema único de telecomunicaciones para Europa, en 900 MHz. El recién creado «Groupe Spécial Mobile» (GSM) tuvo su primera reunión en diciembre de 1982, en Estocolmo. La elaboración del estándar GSM tardó en llevarse a cabo casi una década.

En 1990, bajo petición del Reino Unido, se añadió a los objetivos del grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM adaptada a la banda de frecuencias de 1800 MHz, con una asignación de 2 veces 75 MHz. Esta variante que se conoció con el nombre de DCS1800 (Digital Cellular System 1800) tiene como objetivo proporcionar mayor capacidad en áreas urbanas.

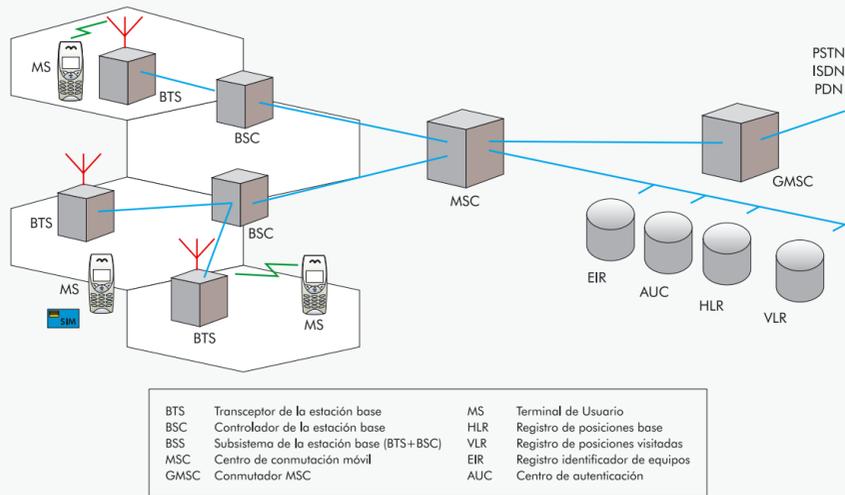
Como primer sistema de la nueva generación de sistemas digitales de comunicaciones móviles (la segunda generación), el GSM incorporó grandes ventajas respecto a los analógicos de primera generación: poder utilizar protocolos de corrección de errores para reducir los problemas derivados de los desvanecimientos de la señal y las interferencias; disponer de mejores mecanismos de seguridad en la autenticación del terminal llamante y la encriptación de las comunicaciones; permitir trasposos sin discontinuidad al almacenar la red la información durante el proceso de transferencia de una llamada de una célula a otra; y la posibilidad de utilizar el servicio en todos los países en los que existan redes basadas en el estándar mundial GSM.

En la interfaz radio, entre los móviles y las estaciones base, el sistema GSM trabaja con una técnica de acceso múltiple basada en una combinación de FDMA, con portadoras radio de ancho de banda de 200 kHz y tramas radio de 4,16 ms de duración en las que se utiliza una técnica de acceso múltiple por división en tiempo (TDMA) en la que se definen ocho intervalos temporales (*timeslots*) de 0,58 ms de duración. Esto supone que a cada comunicación se le asigna una frecuencia (portadora) y dentro un intervalo temporal de los 8 disponibles, de forma que sólo se transmite y recibe en el intervalo correspondiente. Para ello se dispone de un procedimiento para sincronizar los móviles. Esto supone asimismo que la potencia media emitida por los terminales es una octava par-



Antena de telefonía móvil

ARQUITECTURA Y DESIGNACIÓN DE LOS COMPONENTES DE UNA RED GSM



Fuente de información: Telefónica Móviles España S.A. 2003

de la potencia máxima utilizada en los intervalos en los que su transmisor se activa (250 mW en la banda de 900 MHz y 125 mW en la banda DCS de 1800 MHz).

Las bandas concretas en las que opera el sistema GSM/DCS son las siguientes:

- Banda 900 MHz: 890-915 MHz para el enlace ascendente (Móvil->BTS) y 935-960 MHz para el descendente (BTS->Móvil), con un total de 124 portadoras.
- Banda 1800 MHz: 1710-1785 MHz para el enlace ascendente (Móvil->BTS) y 1805-1880 MHz para el descendente (BTS->Móvil), con un total de 374 portadoras posibles.

Los servicios en una red GSM se dividen en dos grupos principales, básicos y suplementarios, y se han ido estandarizando en tres fases (fase 1, 2 y 2+). Los servicios básicos principales (fase 1) son los de voz a 13 kbit/s, datos a 9,6 kbit/s y mensajes cortos de 164 caracteres. Existe una amplia gama de servicios suplementarios (servicio añadido que complementa a un servicio básico) entre los que se encuentran entre otros, los de desvío de llamada, restricción de llamada, llamada en espera, almacenamiento de mensajes, grupos cerrados de usuarios, planes de numeración privados, indicación de consumo.

Transmisión de datos en modo paquete: GPRS

En una red en modo circuito, como es una red GSM convencional, los recursos disponibles se dividen en una determinada fracción de capacidad común: el circuito o canal que se asigna de forma exclusiva a una cierta comunicación. Si bien esta técnica de conmutación es la más indicada y habitual para las comunicaciones vocales, en el caso de transmisiones de datos resulta ser menos deficiente y en la práctica complica superar las velocidades de transmisión utilizadas para la información vocal. Cuando se cursan datos en modo circuito, en los instantes en los que no hay información que transmitir (lectura de una página web una vez descargada) el canal permanece ocupado sin que pueda ser usado por otras comunicaciones. Las transmisiones de datos tienen una naturaleza más discontinua, a ráfagas, con lo que la compartición de los recursos empleando una técnica de conmutación en modo paquete, es más aconsejable. En este caso, la información que cada usuario transmite o recibe se fragmenta en «paquetes», utilizándose una serie de recursos compartidos para cursar los paquetes de las conexiones de diferentes usuarios.

Este conjunto de recursos compartidos puede ser el total de los disponibles, si la red es una red en modo paquete exclusivamente, o una fracción en caso de combinarse ambos métodos de conmutación, circuito y paquete, como sucede con las redes móviles. En cualquier caso, el conjunto de recursos para comunicaciones en modo paquete será superior a la capacidad de un canal con lo que se pueden lograr velocidades de transmisión más altas, si bien la velocidad efectiva resultante pasa a depender del número y volumen de conexiones de otros usuarios que se den en la misma zona.

De esta forma, surge una nueva tecnología portadora denominada GPRS (General Packet Radio Service), basada en conmutación de paquetes y orientada fundamentalmente a las redes IP, que implica la creación de una red paralela a la red GSM exclusivamente para la transmisión de datos. El resultado es una red GSM/GPRS híbrida que puede emplear tanto conmutación de circuitos para voz y datos, como conmutación de paquetes como método portador más indicado para los servicios de datos.

En el mismo rango de frecuencias de la red GSM, los canales de comunicación con GPRS habilitado se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está transmitiendo datos realmente. En GSM sólo se puede tener un canal asignado (un timeslot), sin embargo, en GPRS, además de poder utilizarse diferentes esquemas de codificación de datos según las condiciones radio, se pueden tener varios canales asignados, tanto en el sentido de transmisión del móvil a la estación base como de la estación base al móvil (esta asignación puede ser asimétrica, porque se adapta mejor al tipo de tráfico de navegación html o wml). Esto permite mayor velocidad de transmisión en datos, que va aumentando con el número de canales asignados, parámetro que depende tanto de la clase del terminal del usuario como de la red. De cara al usuario, el GPRS tiene la gran ventaja de que permite tarifificar por volumen de datos y no por tiempo de conexión.

LA TERCERA GENERACIÓN: EL SISTEMA UMTS

En el contexto del gran desarrollo de las redes móviles de segunda generación, como es el caso de las redes

GSM/GPRS europeas la tercera generación de sistemas de telefonía móvil tiene por objeto fundamental hacer posible las comunicaciones de banda ancha con terminales móviles, tanto para aumentar el ancho de banda en las aplicaciones actuales (acceso a Internet, correo electrónico, FTP, etc.) como para el desarrollo de los servicios multimedia (videoconferencia, descarga de videos, etc.).

Los sistemas actuales de segunda generación no proporcionan buenos servicios multimedia, la eficiencia espectral (bit/s por Hz de espectro disponible) en el acceso radio es mejorable, los canales radio no son suficientemente flexibles para gestionar conexiones de alta tasa binaria y, a pesar de existir soluciones superpuestas en modo paquete, como el GPRS, han sido diseñados para comunicaciones tradicionales en modo circuito. A esto hay que unir, además, que en el ámbito de los servicios la estandarización es en algunos casos excesiva, lo que deja poco lugar a la innovación y a la diferenciación de operadores. Por todo ello desde 1988 y en el ámbito de diversos programas europeos, la Unión Europea, comenzó a desarrollar una nueva generación de sistemas de telefonía mó-

tecnologías de acceso que responden a intereses locales o regionales, seleccionadas entre las propuestas.

De esta forma, el UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) es la propuesta europea para sistema de tercera generación con dos tecnologías de acceso IMT o modos complementarios: el IMT-DS y el IMT-TC, también nombrados como FDD y TDD respectivamente.

El foro técnico 3GPP (3rd Generation Partnership Project) es el designado para la elaboración de los documentos técnicos que definen el UMTS, para cuyo desarrollo se han concebido diversas fases o releases, y que luego son tomados por los diferentes organismos normalizadores correspondientes para definir las especificaciones.

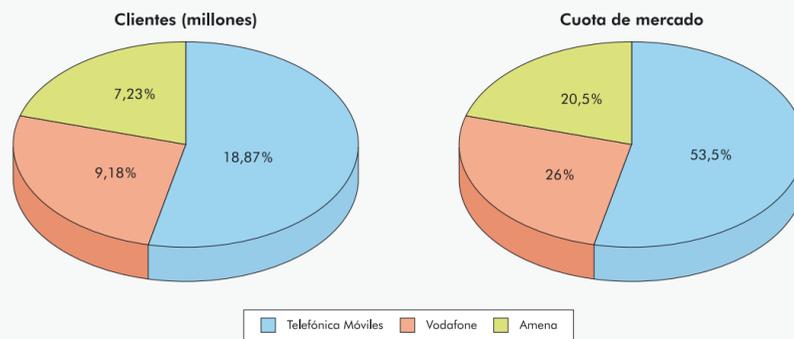
Ya en un primer momento, y como resultado de la revisión de las interfaces radio de los sistemas actuales, surgió la necesidad de definir una nueva interfaz radio. De esta forma, el sistema UMTS utiliza técnicas de espectro ensanchado y CDMA (Code Division Multiple Access) como tecnología de acceso múltiple.

El CDMA proviene del ámbito de los sistemas de comunicaciones militares y es una técnica en la que es posible que todos los usuarios transmitan en la misma frecuencia y al mismo tiempo; las comunicaciones de cada usuario se separan a partir de la utilización de códigos o firmas digitales que se emplean en el tratamiento de la señal. El emisor codifica la información a transmitir mediante un código o secuencia que se le asigna, proceso por el cual se produce un ensanchamiento en el dominio de la frecuencia y entre todas las señales recibidas el receptor es capaz de separar la señal deseada aplicando el mismo código.

De esta forma, la interfaz radio UMTS basada en CDMA, permite obtener mayor capacidad y eficiencia espectral; soportar servicios heterogéneos con diferentes velocidades y modos de conmutación (circuito/paquete), con posibilidad de conexiones diferentes simultáneas con velocidades variables en el tiempo; habilitar mejores trasposos, con la posibilidad de aprovechar la redundancia que supone que, en ocasiones, un mismo móvil esté conectado a varias estaciones base simultáneamente (soft-handover); disponer de mecanismos de control de potencia más precisos, y disfrutar de mayor inmunidad frente a interferencias y privacidad en las comunicaciones al utilizarse señales de espectro ensanchado.

Si bien en el acceso radio el enfoque es revolucionario, con la definición de nuevos métodos de acceso, en el núcleo de red el enfoque adoptado es evolutivo. Inicialmente, en las primeras versiones del sistema UMTS, la arquitectura de red era bastante similar a la de una red GSM/GPRS, con objeto de poder aprovechar la infraestructura existente, para evolucionar progresivamente hacia una arquitectura todo-IP (all IP).

DISTRIBUCIÓN DE CLIENTES POR OPERADOR



Fuente de información: Telefónica Móviles España S.A. 2003

vil. En paralelo, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) tenía el planteamiento de un nuevo sistema de comunicaciones móviles global y único para todos los países, el FPLMST (Future Public Land Telecommunications System), que integraba todas las redes existentes, unificando las bandas de frecuencia y las interfaces radio, y aportando mejoras tecnológicas que permitían comunicaciones personales en cualquier entorno, incluso con la participación del acceso vía satélite complementando las estaciones base terrestres, y en un amplio abanico de velocidades de transmisión, con posibilidad de soportar aplicaciones de banda ancha.

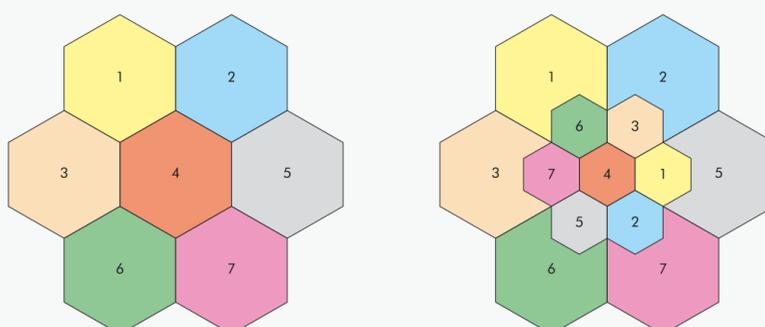
Sin embargo, ante las diversas propuestas e intereses, la integración total de los sistemas y la unificación en la interfaz radio no fue posible por lo que el sistema resultante, designado como el IMT-2000 (International Mobile Telecommunications 2000), está compuesto por familias de

En el terreno de los servicios, el enfoque adoptado en UMTS es más abierto, evitando la especificación excesiva de los servicios y facilidades, para que los operadores puedan diferenciarse entre sí. Lógicamente, UMTS soporta los servicios especificados con anterioridad en los sistemas GSM, pero ahora más que especificar los servicios lo que se estandarizan son los mecanismos y herramientas para su creación, de forma que se pueda adoptar un modelo cliente-servidor en el que no sólo los operadores pueden ofrecer servicios en una red móvil UMTS.

SITUACIÓN EN ESPAÑA

El primer sistema de telefonía móvil introducido en España fue el NMT-450 en 1982 por parte de Telefónica y, a finales de 1989, debido a la saturación del sistema, se inició el

PROCEDIMIENTO DE DIVISIÓN CELULAR



Fuente de información: Telefónica Móviles España S.A. 2003

desarrollo de la modalidad TMA900A, bajo la marca Moviline. A finales de 1993, el número de usuarios ascendía a unos 250.000.

En 1991 concluyó la especificación de la fase I del sistema GSM y a finales de 1994 se liberalizó el servicio de telefonía móvil en España con la concesión de dos licencias a Telefónica Móviles y Airtel (actualmente Vodafone) que desplegaron respectivamente las primeras redes de segunda generación en el país. Hasta entonces sólo Telefónica podía explotar la telefonía móvil. Posteriormente, a principios de 1999, Amena (Retevisión) se convertiría en el tercer operador de telefonía móvil en España.

Si bien el número de clientes de los servicios de telefonía móvil no fue muy elevado durante los primeros años, a partir de 1996 el uso del teléfono móvil se popularizó impulsado por rebajas en los precios y subvenciones en los terminales, de forma que el crecimiento experimentado en los años siguientes fue espectacular para ir luego progresivamente hacia una fase de madurez.

A mediados de 2003, la penetración en España supera ya el 86 por 100, por encima de la media Europea, con una distribución de clientes en los tres operadores existentes según se especifica en la tabla adjunta. El uso del teléfono móvil se ha integrado totalmente en la sociedad como un elemento básico en las relaciones personales y profesionales.

Respecto a las redes de tercera generación, desde marzo de 2000 en España son cuatro los operadores que disponen de licencia UMTS: a los tres operadores actuales se une Xfera como nuevo operador.

Desde junio de 2002 en España hay redes UMTS desplegadas, al menos, en las quince ciudades de más de 250.000 habitantes, en estado de pruebas. Esta situación todavía no ha cambiado pues, efectivamente, la tecnología UMTS es muy compleja y todavía no ha alcanzado un grado de madurez similar al de las actuales redes de segunda generación, tanto en el equipamiento de red, como en el desarrollo de terminales con economías de escala para los usuarios. Todo ello, unido a la desaceleración que ha vivido el sector de las telecomunicaciones en estos últimos años, ha motivado que las redes de tercera generación todavía no estén en explotación, aunque según las previsiones actuales todo parece indicar que no hará falta mucho tiempo para que esta situación cambie.

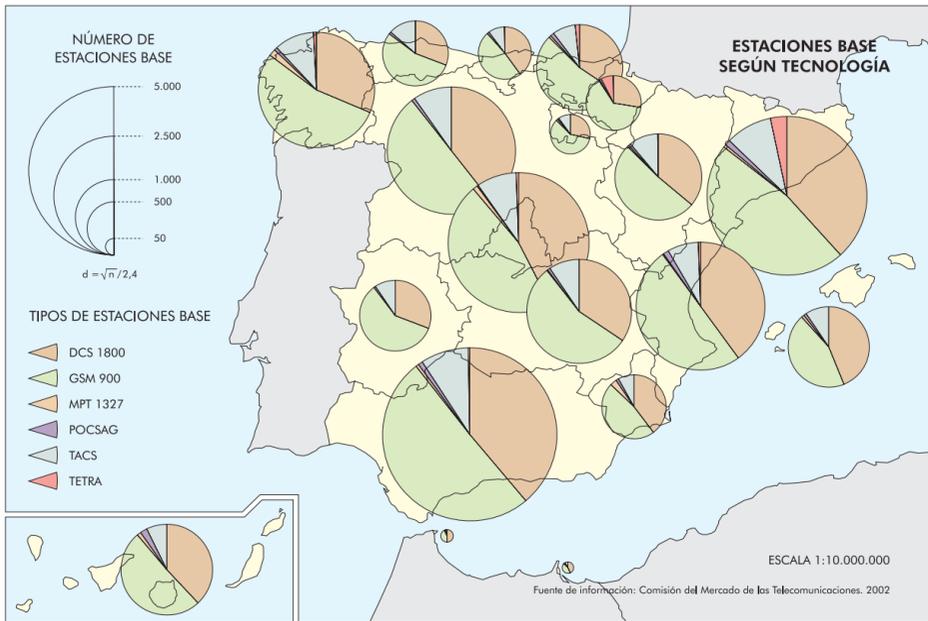
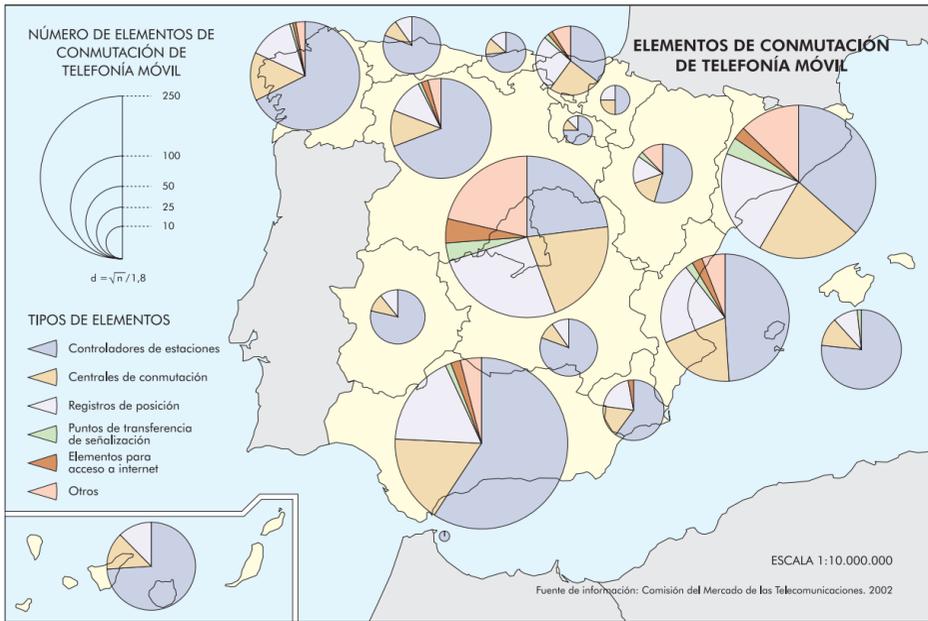
DESPLIEGUE DE REDES DE TELEFONÍA MÓVIL

El despliegue de estaciones base de una red de telefonía móvil, con toda la infraestructura asociada en controladores, centrales de conmutación, resto de nodos del núcleo de red y enlaces de transmisión, responde a unos objetivos marcados de cobertura, capacidad y calidad. En las primeras fases de despliegue la extensión de cobertura suele ser el objetivo primordial, que puede medirse en términos del porcentaje de población y de territorio cubiertos. Si bien cubrir un alto porcentaje de población se logra en las ciudades como consecuencia de la concentración de la población, la dotación de cobertura en todos los entornos, particularmente en las zonas alejadas y de difícil orografía o en túneles o sótanos, es una labor progresiva que paulatinamente va desarrollando el operador. Por otro lado, aunque ya desde el primer momento el despliegue debe preservar también los requisitos de capacidad y calidad, es en redes maduras cuando cobran mayor importancia también estos aspectos según van accediendo más usuarios al sistema y mayor es el tráfico a cursar. Todo operador realiza, por tanto, un seguimiento de la red en servicio para detectar deficiencias en la cobertura, saturación de capacidad en las estaciones o mala calidad de las comunicaciones debida por ejemplo a un exceso de interferencias. La instalación de nuevas estaciones es necesaria para dotar de cobertura lugares donde no exista y para solventar problemas de capacidad o calidad en los casos en que, optimizando la configuración de las estaciones existentes (antenas, frecuencias, número de portadoras equipadas, etc.), no sea posible alcanzar los umbrales requeridos en la calidad del servicio. El procedimiento de adición de nuevas estaciones al conjunto previo de estaciones existentes para aumentar la capacidad recibe el nombre de división celular, ya que las células iniciales se subdividen en células más pequeñas. Este aumento de estaciones ha sido necesario, fundamentalmente, en las ciudades y zonas de mayor volumen de comunicaciones.

En estos casos, la evolución de la red se traduce en un aumento progresivo del número de estaciones, definiendo células (zonas de cobertura) cada vez más pequeñas, utilizando potencias cada vez más bajas para las conexiones y desplegándolas necesariamente lo más cerca posible de los usuarios. De esta forma, la densidad de conexiones puede ir aumentando y adaptándose a la demanda, para lo que es necesario elegir la topología correcta en la ubicación de las estaciones. Por otra parte, para el desarrollo de los sistemas de tercera generación serán necesarias aún más estaciones, ya que los alcances que se pueden obtener para los servicios de banda ancha son inferiores a los conseguidos actualmente para los servicios de voz y datos en las redes GSM/GPRS.



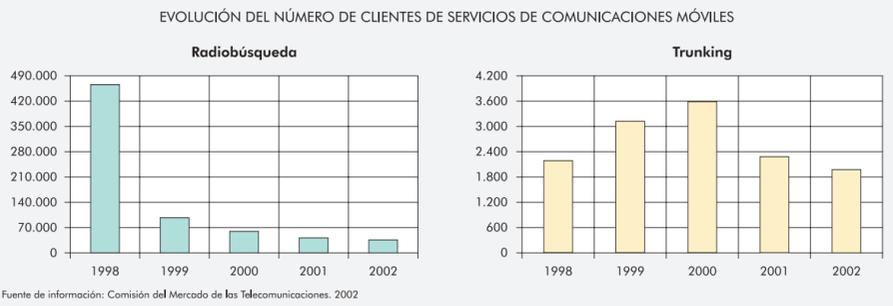
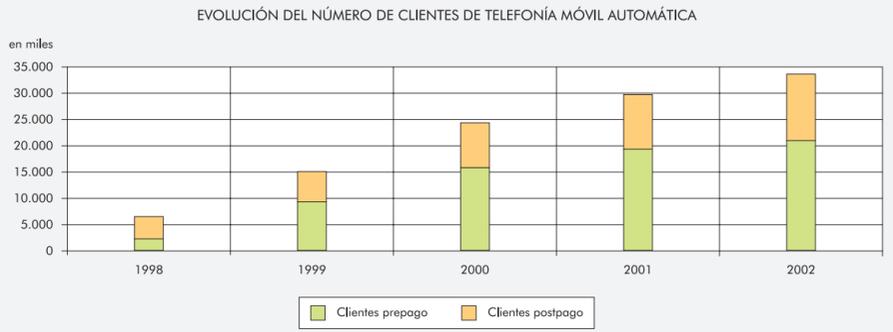
Antena de telefonía móvil de tecnología UMTS

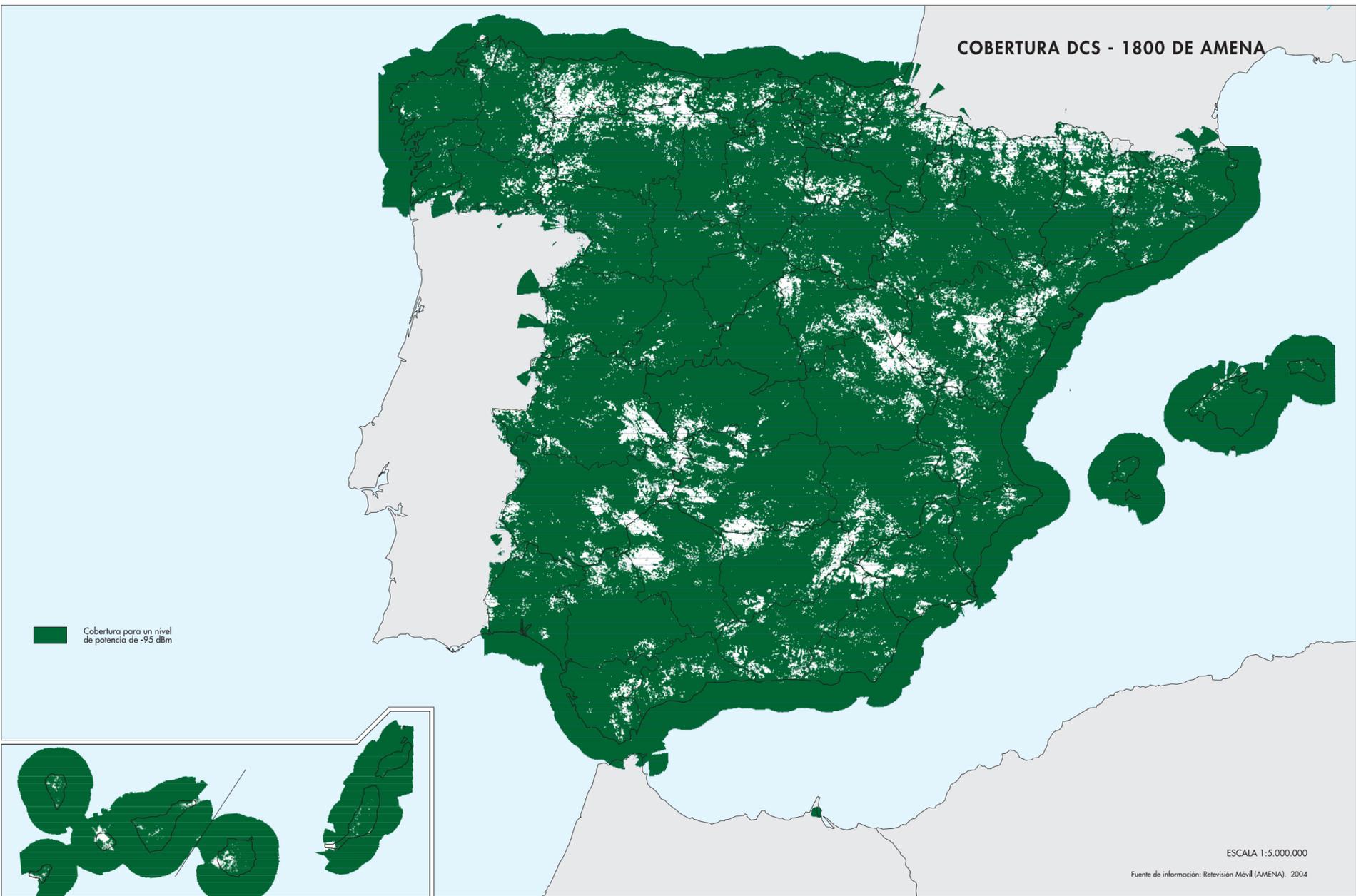


TELEFONÍA MÓVIL

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE OPERADORES QUE PRESTAN SERVICIOS DE COMUNICACIONES MÓVILES

1998	1999	% Variación 1999/1998	2000	% Variación 2000/1999	2001	% Variación 2001/2000	2002	% Variación 2002/2001
4	7	75,0	5	-28,6	10	100,0%	12	20,0





Según las características de las comunicaciones se puede realizar una clasificación atendiendo a su naturaleza; de este modo se distinguen dos grandes tipos: comunicaciones de voz y comunicaciones de datos que se clasifican en función de la ubicación de las entidades finales (emisor y receptor) que intervienen en el proceso de comunicación: tierra/aire, tierra/tierra y aire/aire.

En las **comunicaciones de voz**, la información se produce de manera oral entre personas o mediante la emisión de mensajes de voz grabada; se clasifican en:

- Tierra/aire, se desarrollan entre instalaciones terrestres y aeronaves, y viceversa. Hay dos tipos de servicios:
 - Servicio móvil aeronáutico, es el prestado por las comunicaciones orales establecidas entre la estación de una aeronave y una estación aeronáutica, o entre dos o más estaciones de aeronaves. Este servicio está soportado y facilitado por los equipos e instalaciones ubicados a bordo de las aeronaves y aquellos que integran y componen las estaciones de tierra. Su función es establecer una comunicación oral directa e inmediata entre controlador y piloto para asegurar así la correcta provisión del servicio ATC (Control del Tráfico Aéreo) utilizando para ello las bandas de frecuencias VHF (aeronaves civiles), UHF (aeronaves militares) y HF (Canarias). Este tipo de comunicaciones aire-aire, tierra-aire se apoya cada vez más en satélites de comunicaciones integrados a su vez en el servicio móvil aeronáutico, aunque no de forma exclusiva.
 - Servicio de radiodifusión aeronáutica, consiste en una emisión continua de mensajes orales con información relativa a la navegación aérea, destinados a las aeronaves que operan dentro de áreas específicas, con el fin de mejorar la eficacia de los servicios de control. Los principales servicios de radiodifusión son:
 - ATIS: Servicio automático de información de área terminal. Emite información meteorológica y de operaciones del área terminal de un aeropuerto.
 - VOLMET: Servicio de información meteorológica para aeronaves en vuelo.
- Tierra/tierra, facilita el intercambio de información, relativa al control del tráfico aéreo, entre:
 - Distintas posiciones de control dentro de un emplazamiento ATC
 - Distintos emplazamientos ATC
 - Posiciones de gestión de afluencia
 - Dependencias aeronáuticas en general

Las **comunicaciones de datos** permiten mejorar las prestaciones de las comunicaciones de voz, disminuyen problemas de entendimiento y la posibilidad de errores, y aumentan la cantidad de información intercambiada por unidad de tiempo. Se pueden dividir en:

- Tierra/aire, se utilizan comunicaciones digitales tierra/aire. Esta comunicación se denomina CPDLC (*Controller Pilot Data Link Communications*) y en función de la banda de frecuencias sobre la que se implanta se disponen de los siguientes medios:
 - AMSS (*Aeronautical Mobile Satellite Service*), red de satélites geoestacionarios (INMARSAT) para comunicaciones móviles, con amplia cobertura para voz y datos
 - Comunicaciones de datos VHF, se desarrollan directamente entre la aeronave y la instalación en tierra
 - Modo S, suministra funciones de vigilancia y un gran ancho de banda

LAS COMUNICACIONES AERONÁUTICAS

para comunicaciones de datos, por lo que resulta apropiado para áreas de alta densidad

- Comunicaciones de datos HF, se utiliza como complemento al AMSS, sobre todo en zonas polares, debido a la poca cobertura que este proporciona
- Tierra/tierra, las comunicaciones de datos se realizan fundamentalmente a través del Servicio Fijo de Telecomunicaciones Aeronáuticas y se utilizan líneas telefónicas, telegráficas y de datos, así como radioenlaces por microondas y la Red de Datos de Navegación Aérea (REDAN).

SERVICIO FIJO DE TELECOMUNICACIONES AERONAUTICAS

Conjunto de sistemas y aplicaciones utilizados del servicio internacional de telecomunicaciones aeronáuticas para las comunicaciones tierra-tierra, bien entre puntos fijos, bien de punto a multipunto.

La red ATFN (Red de Telecomunicaciones Fijas Aeronáuticas) es uno de los sistemas integrantes del servicio fijo aeronáutico que proporciona un servicio de almacenamiento y retransmisión de mensajes de texto en un determinado formato (ITA-2 o IA-5), utilizando un procedimiento a base de caracteres.

Los mensajes se clasifican en las siguientes categorías: de socorro; de urgencia; relativos a la seguridad y regularidad de vuelo; meteorológicos; de los servicios de información aeronáutica; aeronáuticos administrativos y de servicio.

Todas las comunicaciones se encaminan por la vía más rápida. Para ello cada centro de comunicaciones dispone de listas de encaminamiento de desviaciones apropiadas, convenidas por las administraciones que tengan a su cargo los centros de comunicaciones afectados, y se utilizarán cuando sea necesario.

Con el fin de garantizar la continuidad de los mensajes, la estación receptora verifica la identificación de las transmisiones que reciba para cerciorarse de que son consecutivos los números de orden en el canal de datos. Cuando la estación receptora observa que faltan uno o más números de orden en el canal, envía un mensaje completo de servicio a la estación anterior, y rechaza la recepción de cualquier mensaje que pueda haber sido transmitido con ese número. El texto de este mensaje de servicio incluye la señal QTA, la señal de procedimientos MIS seguida de la identificación de una o más transmisiones ausentes, y la señal de fin de texto.

El formato de los mensajes, según el alfabeto telegráfico internacional número 2 (ITA-2), contendrá encabezamiento, dirección, procedencia u origen, texto y final.

Otra de las redes del servicio fijo aeronáutico es la red OACI común de intercambio de datos (CIDIN). Esta red comprende entidades de aplicación y servicios de comunicaciones para el intercambio de mensajes tierra-tierra, haciendo uso de protocolos basados en la recomendación X25 del Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT).

REDAN

Es el sistema de comunicación nacional que provee todo tipo de comunicaciones para servicios tierra/tierra entre centros de control, centros de control con torres de comunicación, cabeceras de radar, etc.

La red de comunicaciones de datos de navegación aérea REDAN está compuesta por:

- Una red central de diez nodos conmutadores de red o puntos centrales de afluencia de información en: Madrid, Sevilla, Barcelona, Canarias, y en los aeropuertos de Santiago, Vitoria, Málaga, Palma de Mallorca, Valencia y Tenerife Sur. Cada uno está interconectado por lo menos con otros dos no-

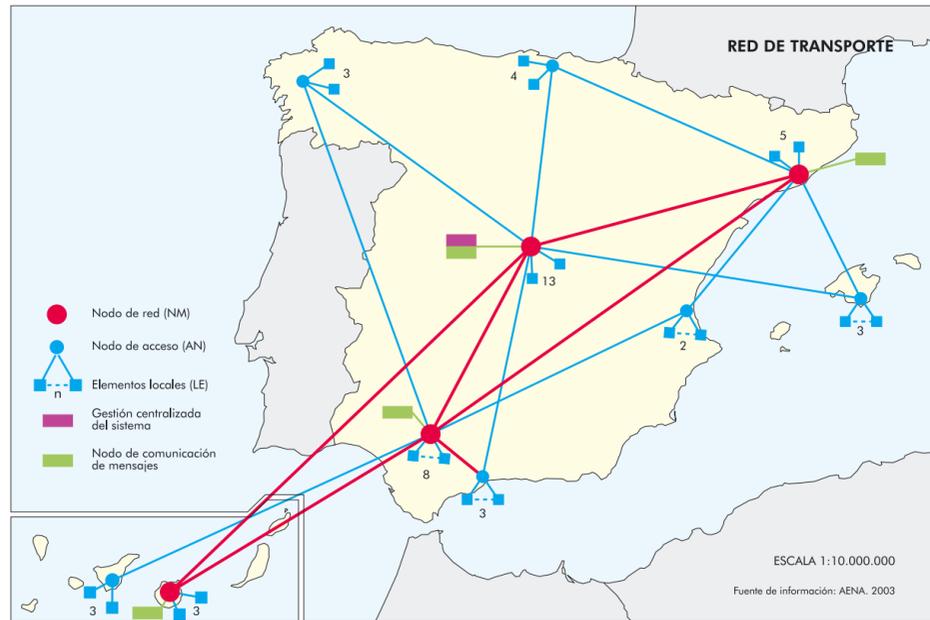
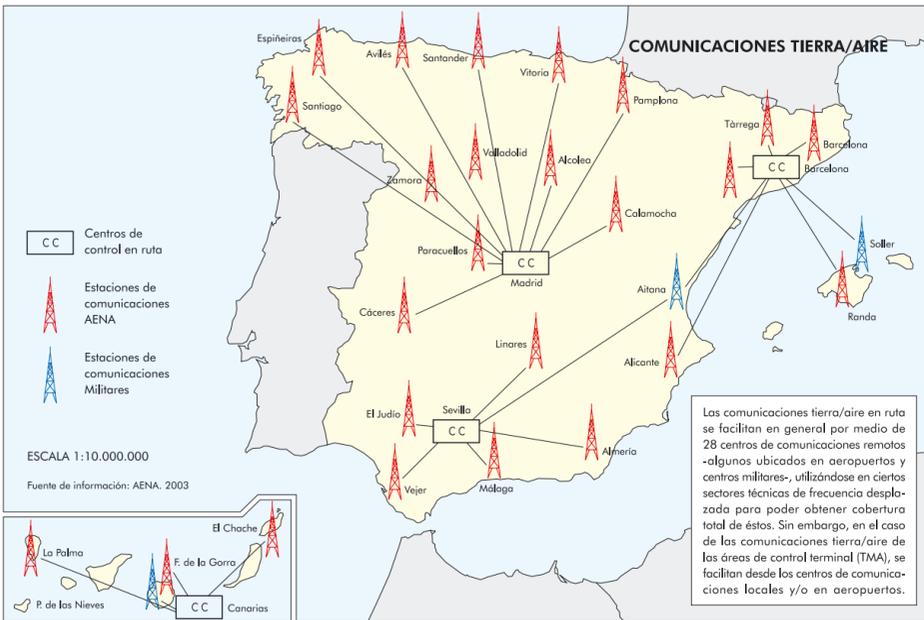
dos, que soportan funciones de encaminamiento y acceso de usuarios.

- Un área periférica compuesta por elementos locales redundantes (aeropuertos y bases aéreas) a los cuales se conectan los usuarios. Están dotados de respaldo a través de la red de telefónica básica (RTB) y la red digital de servicios integrados (RDSI).

Además la red ofrece la posibilidad de conexión a la Red IBERPAC (Red pública de paquetes X.25), RECOA (Red Ofimática de Aena) y las redes de Navegación Aérea de Portugal (RINAL) y de Francia (RENAR).

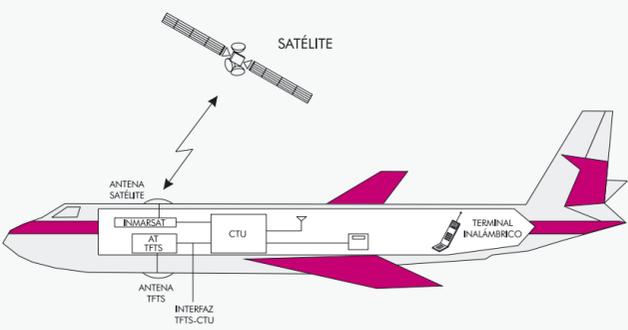


Torres de comunicación Tierra/aire en el aeropuerto de Palma de Mallorca



SERVICIO MÓVIL AERONÁUTICO

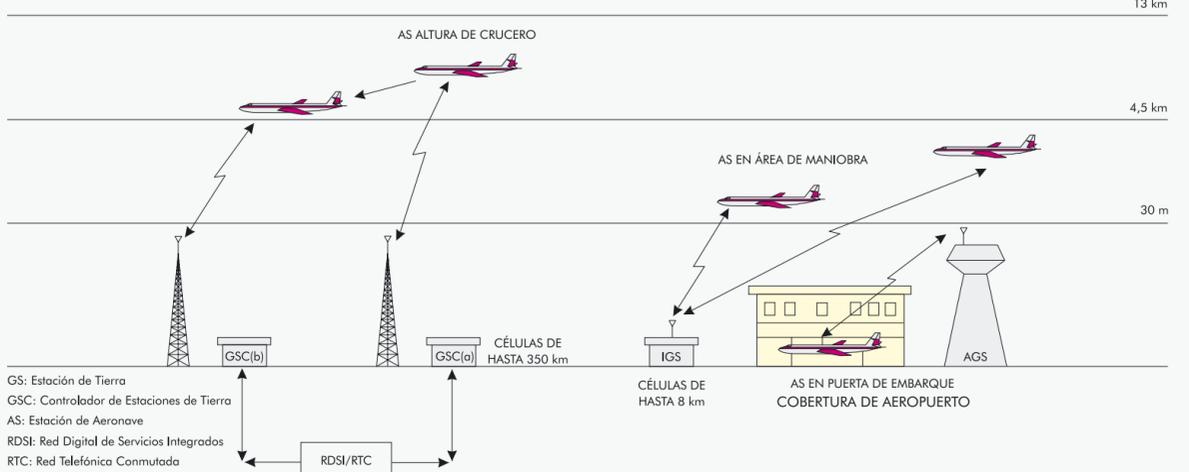
TIPOS DE ESTACIONES GS



EQUIPOS DEL SISTEMA TFS EN UNA AERONAVE

CTU: Unidad de Telecomunicaciones de Cabina

AT: Transceptor de Avión



SERVICIO MÓVIL MARÍTIMO DE TELEFÓNICA

En 1971 se inicia el servicio marítimo en la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE). Nació dotado con 25 estaciones radiotelefónicas y 10 de radiotelefonía que permitieron el establecimiento de la comunicación con buques en alta mar utilizando para ello la onda corta y enlaces de menor alcance (hasta 500 km del litoral español) mediante estaciones costeras de onda media. Asimismo, la comunicación con barcos en los puertos y en sus cercanías se hizo mediante estaciones de radio en VHF.

Las estaciones costeras radiotelefónicas situadas en Algorta, Alicante, Almería, Arrecife, Barcelona, cabo Mayor, Cádiz, Las Palmas de Gran Canaria, Valencia y Vigo se conectaron a la red telefónica para establecer la comunicación entre los tripulantes de los barcos y los abonados de cualquier parte del mundo. Operaban además 16 estaciones costeras con alcance de hasta 150 km desde los puertos españoles.

En 1973, la red se había ampliado con otras 16 estaciones costeras más, y el tráfico telefónico ascendía a 193.000 conferencias radiotelefónicas y 454.000 radiotelegramas.

SITUACIÓN ACTUAL

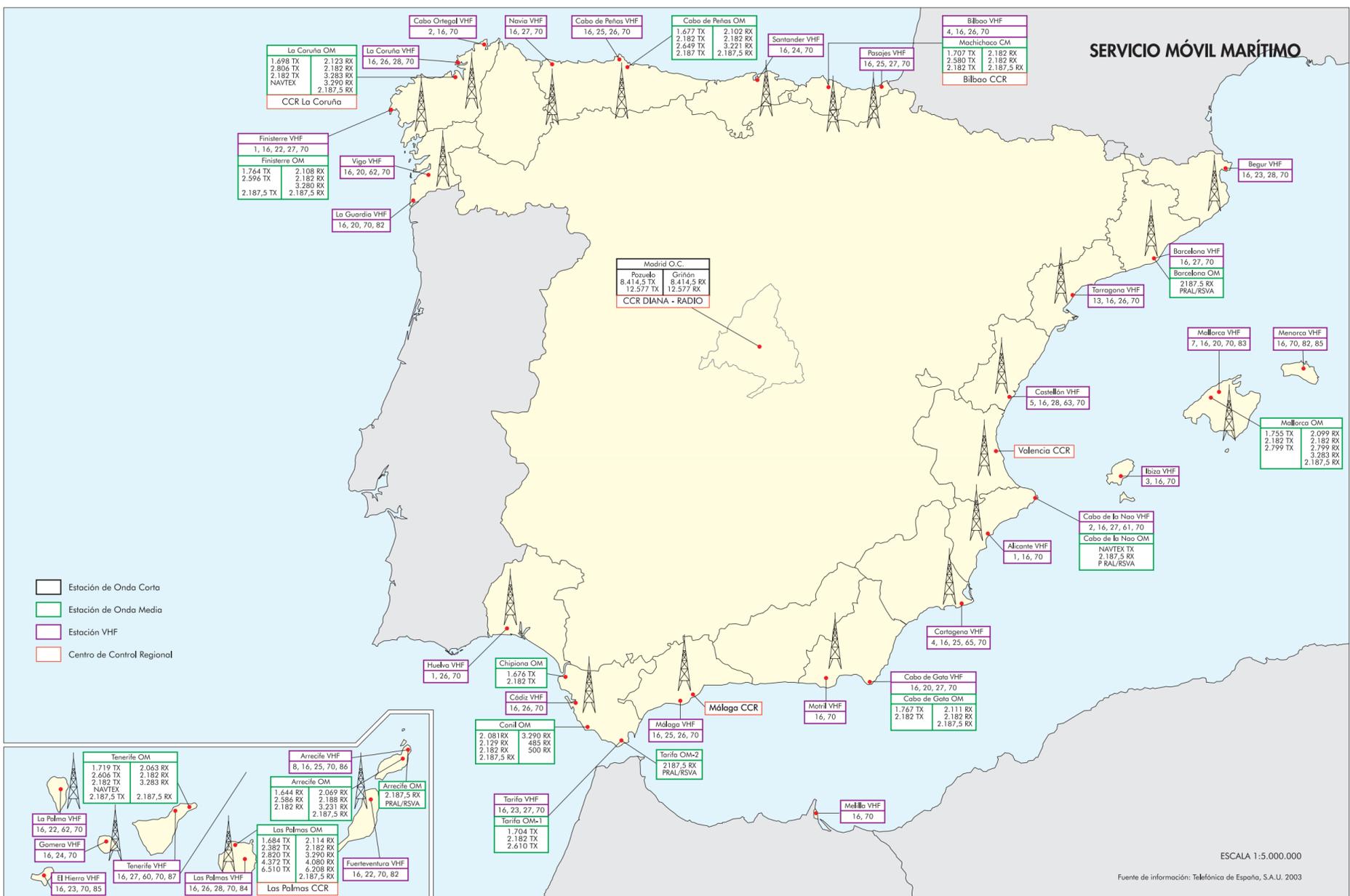
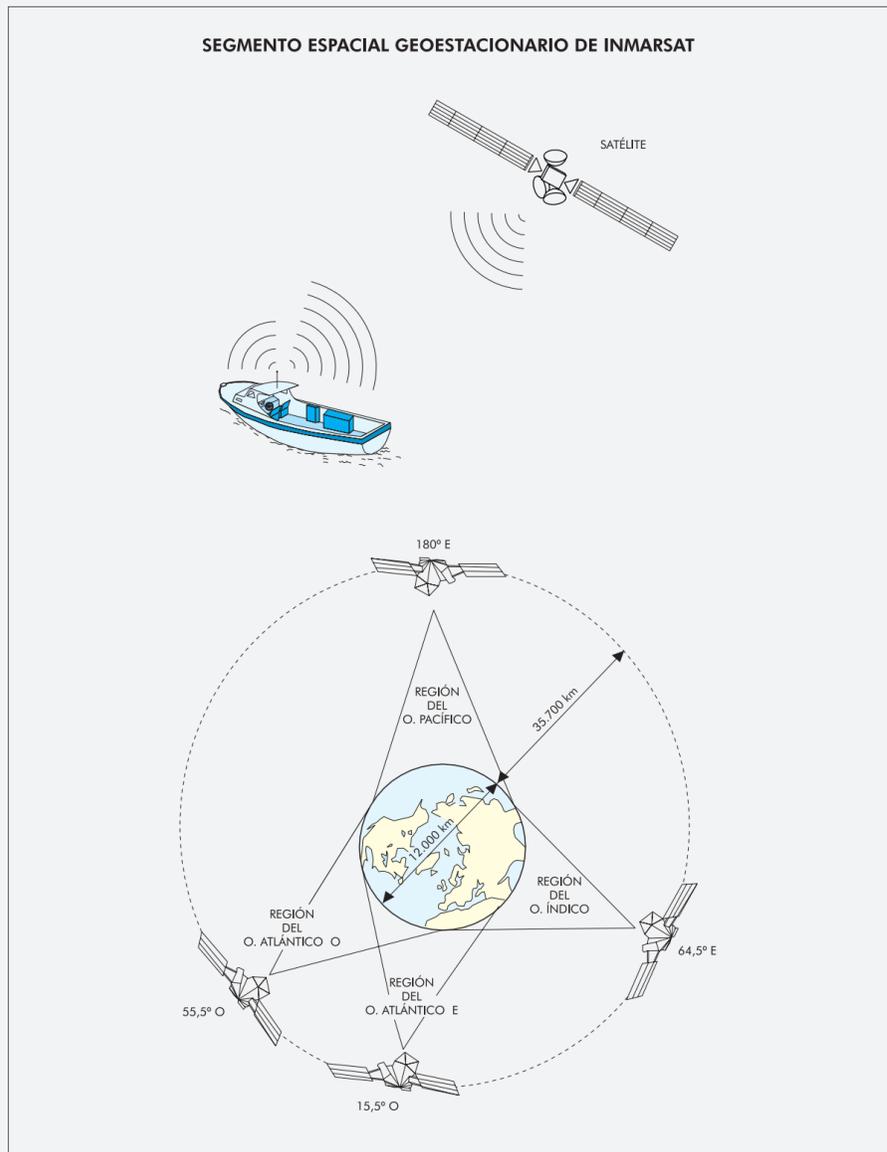
En la actualidad y atendiendo a los medios de transmisión empleados, el servicio marítimo se ofrece en nuestro país de dos formas:

- Apoyado en una red terrestre de estaciones costeras:
 - De largo alcance (onda corta), con cobertura prácticamente mundial. Se presta servicio de correspondencia pública -comunicaciones telefónicas de carácter comercial y privado, telegramas, télex y faxes a través de las vías de Correos y Telégrafos y Telefónica, y sistema de radiotelefonía marítima automática y servicio radiomédico.
 - De alcance medio (onda media), con cobertura hasta 500 millas de la costa. Se presta el servicio de correspondencia pública y servicios de seguridad marítima como tráfic de socorro, urgencia o seguridad, servicio radiomédico, avisos náuticos y boletines meteorológicos.
 - De corto alcance (VHF), con cobertura hasta 30 millas de la costa. Se presta el servicio de correspondencia pública y servicios de seguridad marítima: tráfic de socorro, urgencia o seguridad, servicio radiomédico y avisos náuticos.
- Apoyado en un conjunto de estaciones terrestres y espaciales (satélites): utiliza terminales estándar A, con cobertura mundial a través de la red de satélites geoestacionarios de Inmarsat que permiten, además de las telefónicas, las siguientes comunicaciones: télex, transmisión bidireccional de datos a alta velocidad, servicios de socorro, llamadas de grupo, radiodifusión, imágenes fijas, vídeo comprimido y videoconferencia.

En cuanto a la infraestructura, España dispone de tres redes terrestres funcionalmente independientes, pero complementarias en cuanto a cobertura y controladas remotamente desde los centros de comunicaciones radiomarítimas ubicados en Madrid, Bilbao, A Coruña, Málaga, Valencia, Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife:

- Red de onda corta (OC) o de largo alcance que, con la utilización de ondas decamétricas (frecuencias entre 3 y 30MHz/s), presta cobertura mundial. Está compuesta por un centro de operación, control y supervisión, un centro receptor y dos centros emisores que requieren la intervención manual para el establecimiento de enlaces. No dispone de frecuencias ni de posiciones especiales de operadora para atender llamadas de socorro, sin embargo se establece la prioridad de estas comunicaciones como norma de funcionamiento.
- Red de onda media (OM) o de medio alcance que, a través de las 15 estaciones costeras que trabajan en la banda de frecuencias hectométricas, presta cobertura hasta las 500 millas del litoral. La operación es manual, realizada desde dos centros de control que también realizan la escucha permanente en las frecuencias internacionales de socorro de telegrafía (500 KHz/s) y de fonía (2.182 KHz/s).
- Red de muy alta frecuencia (VHF) o de corto alcance, dispone de 34 estaciones costeras con un total de 103 canales, de los que 33 son de llamada, socorro y seguridad: proporciona una cobertura del 75 por 100 del litoral, con un alcance de 50 km. La operación es manual y dispone de seis centros regionales.

Todo el servicio marítimo está unido por una red de transmisión de datos (Red Mercurio) con los organismos e instituciones directamente relacionados: Dirección General de la Marina Mercante, Sociedad Estatal de Salvamento Marítimo (SASEMAR), Instituto Nacional de Meteorología, Instituto Hidrográfico de la Marina, Estado Mayor de la Armada en el ámbito de la seguridad marítima, y con la Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos en relación a la correspondencia pública.



INMARSAT

INMARSAT (*International Maritime Satellite Organization*/ Organización Internacional de Satélites Marítimos) es una organización intergubernamental, comercial y de carácter cooperativo fundada mediante un convenio intergubernamental, que entró en vigor en 1979, tras alcanzarse la firma de 26 estados, entre ellos España.

El sistema es operativo desde febrero de 1982. Inicialmente, la actividad de Inmarsat se destinó a mejorar las comunicaciones marítimas y la seguridad en el mar mediante el suministro de Servicios Móviles Marítimos, a través de un sistema mundial de satélites.

Posteriormente Inmarsat, amplió su cobertura proporcionando Servicios Móviles Aeronáuticos (1985) y Servicios Móviles Terrestres (1989).

En la reunión de septiembre de 1998 en Rodas (Grecia), la Asamblea de los estados firmantes acordó por consenso que la organización internacional Inmarsat se convirtiera en una sociedad limitada en abril de 1999; un órgano intergubernamental (IGO) aseguraría el mantenimiento de la oferta de servicios públicos, incluido GMDSS (*Global Maritime Distress Safety System*). Es la primera organización intergubernamental que se privatiza.

SATÉLITES

El sistema Inmarsat utiliza una constelación de cuatro satélites geostacionarios operativos, y al menos uno de reserva, que proporcionan cobertura mundial (excepto en los cascos polares).

Existen tres generaciones de satélites. La primera generación estaba formada por un conjunto heterogéneo de satélites alquilados: se utilizaron dos satélites a través de COMSAT, organización formada por un consorcio de empresas norteamericanas, en el sistema Marisat (primer sistema que permitía las comunicaciones marítimas comerciales vía satélite); dos satélites MARCES proporcionados por la Agencia Espacial Europea y tres satélites de Intelsat con subsistemas MCS.

Entre 1990 y 1992 se lanzaron los cuatro primeros satélites específicos de Inmarsat, la generación de los Inmarsat-2 fabricados por un consorcio liderado por *British Aerospace*. Se trata de satélites estabilizados en tres ejes basados en la plataforma Eurostar de *Matra Marconi Space*. Cada satélite pesa 1.300 kg en el momento del lanzamiento, que se reduce a 800 kg de peso cuando entra en la órbita, y tiene una vida estimada de 10 años. La potencia máxima desarrollada por los paneles solares es de 1.200 W. El equipo de comunicaciones está compuesto por dos transpondedores que soportan los enlaces satélite-móvil en la banda L (1,6 GHz en enlace ascendente, 1,5 GHz en el enlace descendente) y por los enlaces satélite-estación terrena (alimen-

tador) en la banda C (6,4 GHz en el ascendente; 3,6 GHz en el descendente). La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) es de 39 dBW.

En 1996, entró en servicio la generación de satélites Inmarsat-3 fabricados por Lockheed Martin Astro Space. Forman una constelación de cuatro satélites, más uno de reserva, que cubren las cuatro regiones oceánicas en que Inmarsat divide su cobertura: Atlántico este (AOR-E); Atlántico oeste (AOR-W); Índico (IOR) y Pacífico (POR). Cada uno de estos satélites tiene una capacidad equivalente, en circuitos de voz simultáneos, ocho veces superior a la de los Inmarsat-2. La potencia desarrollada por los paneles solares es de 2.800 W. El equipo de comunicaciones incluye también un transpondedor de navegación que ha sido diseñado para mejorar tanto la precisión como la disponibilidad e integridad de los sistemas de navegación vía satélite Glonass y del sistema GPS. Alcanzan una PIRE de, aproximadamente, 48 dBW en la banda L, unas ocho veces superior a Inmarsat-2.

Para responder a la demanda creciente por parte de usuarios de satélites móviles para acceso a Internet de alta velocidad, Inmarsat está construyendo su cuarta generación de satélites: los Inmarsat-4.

Además de los satélites, para cubrir las cuatro regiones oceánicas la red Inmarsat dispone de los siguientes elementos:

Estación controladora de red (ECR).

La ECR es la encargada de gestionar la subred, con funciones como la de asignar los canales de los satélites a las llamadas, liberar dichos canales tras la comunicación, controlar el tráfico, mantener las bases de datos de terminales autorizados y monitorizar el flujo de información para asegurar que las llamadas se efectúan correctamente y que las ETF no fallen. Existe una ECR por cada zona de cobertura.

Estación terrena fija (ETF).

En el ámbito marítimo también se denomina ETC (estación terrena costera). Los satélites de Inmarsat actúan como enlace de las comunicaciones entre los terminales y las ETF, que son las que conectan la red de Inmarsat con los distintos servicios públicos de telecomunicaciones nacionales e internacionales, como la Red Telefónica Conmutada, RDSI, telex, Internet, etc. Por lo general, estas estaciones son propiedad de los signatarios, organizaciones nombradas por el gobierno de cada país para trabajar e invertir en Inmarsat. Los signatarios son los encargados de la explotación comercial de las estaciones.

Estación terrena móvil (ETM) o terminal.

Cada estándar de Inmarsat dispone de diferentes terminales. Existen terminales terrestres y marítimos.

INMARSAT-1

Modelo (activo/reserva)	Capacidad (enlaces bidireccionales simultáneos)	Cobertura	Órbita
Marecs B2/MCS-B (Intelsat V)	50/30	Atlántico	26°O/18,5°O
MCS-A (Intelsat V)/ Marisat F2	30-oct	Índico	63°E/66°E
MCS-D (Intelsat V)/ Marecs A	30/50	Pacífico	180° E/178°E

Fuente de información: INMARSAT, 2003

INMARSAT-2

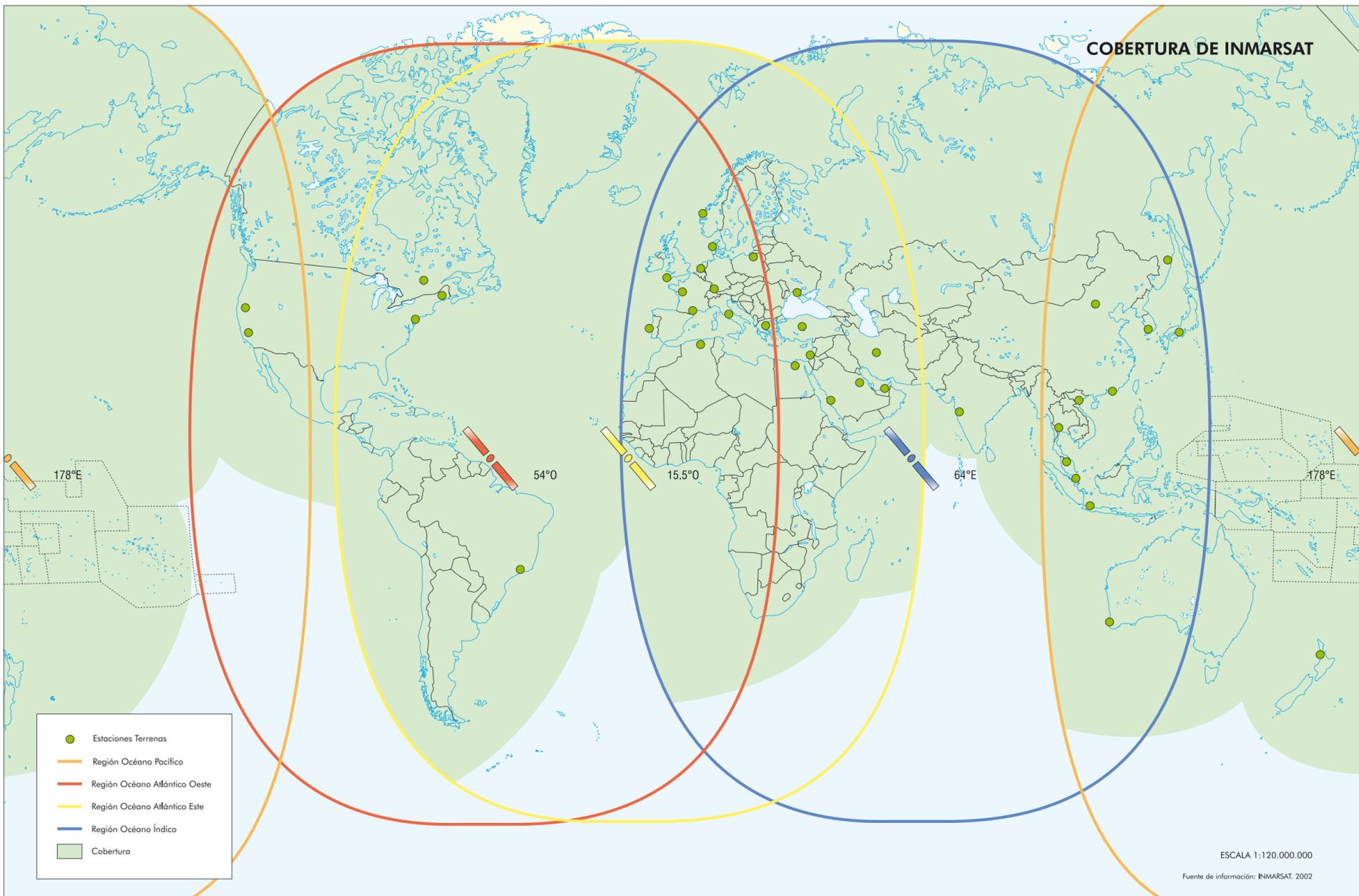
Satélite	Día lanzamiento	Modelo	Lugar lanzamiento	Vehículo de lanzamiento	Órbita
F1	30 octubre 1990	Eurostar 1000	Cabo Cañaveral	Delta 6925	64,5°E
F2	8 marzo 1991	Eurostar 1000	Cabo Cañaveral	Delta 6925	15,5°O
F3	16 diciembre 1991	Eurostar 1000	Kourou	Ariane 44L	178°E
F4	15 abril 1992	Eurostar 1000	Kourou	Ariane 44L	55°O

Fuente de información: INMARSAT, 2003

INMARSAT-3

Satélite	Día lanzamiento	Modelo	Lugar lanzamiento	Vehículo de lanzamiento	Órbita
F1	3 abril 1996	AS 4000	Cabo Cañaveral	Atlas IIA	64,1°E
F2	6 septiembre 1996	AS 4000	Baikonur	Proton 8K82K/Block DM	15,5°O
F3	18 diciembre 1996	AS 4000	Cabo Cañaveral	Atlas IIA	157,6°E
F4	3 junio 1997	AS 4000	Kourou	Ariane 44L	Geosíncrona a 54,0°O
F5	4 febrero 1998	AS 4000	Kourou	Ariane 44LP	Geosíncrona a 25,0°E

Fuente de información: INMARSAT, 2003



Fuente de información: INMARSAT, 2002

EL SISTEMA HISPASAT

Desde que el primer satélite de comunicaciones geoestacionario *Early Bird* encaminara a través del Atlántico 300 circuitos telefónicos y un canal de televisión, enlazando cuatro países europeos con Estados Unidos, las comunicaciones por satélite han acumulado más de un cuarto de siglo de experiencia.

Los satélites de comunicaciones emiten y reciben en las frecuencias 6/4 GHz y 12/14 GHz. Están situados en órbitas a 36.000 km de altitud y circulan alrededor del globo a la velocidad de rotación de la Tierra, permaneciendo, por tanto, en un lugar fijo con respecto a los observadores terrestres (en órbita geoestacionaria).

A lo largo de los últimos años se han producido sustanciales progresos en la tecnología y el rendimiento de los satélites. Ahora, disponen de mayor potencia para la transmisión a bordo, han aumentado su vida útil hasta diez años y han incrementado su eficiencia en el aprovechamiento del limitado espectro radioeléctrico.

En abril de 1989, el gobierno aprobó el programa Hispasat que el 11 de septiembre de 1992 pondría en órbita el primer satélite español de comunicaciones: el Hispasat 1A; al que se uniría en 1993 su gemelo Hispasat 1B.

El sistema satélite multimisión Hispasat está formado por dos unidades de vuelo (Hispasat 1A y 1B), una tercera unidad en proyecto; un centro de control del satélite y dos centros de control de la carga útil. La posición nominal de los dos satélites es 30° oeste, correspondiente a la asignación española para el servicio de radiodifusión directa. Las características de la plataforma proporcionan a cada uno de los satélites una vida útil en torno a los 10 años. Esta plataforma garantiza el mantenimiento de la posición orbital con gran precisión (0,05°) y ofrece una potencia total superior a 3,5 kW; la masa total de cada satélite es del orden de 2.150 kg. Esta plataforma sirve de soporte a la carga útil (antenas y repetidores) que determina la utilización del sistema. Las cargas de los satélites que soportan son las siguientes:

- Servicio de Radiodifusión Directa (DBS). Los dos satélites Hispasat disponen conjuntamente de cinco canales de alta potencia para la emisión de programas de televisión en difusión directa, que se reciben con antenas de diámetro muy pequeño (entre 40 y 60 cm).
- Servicio Fijo (FSS). Para este servicio, Hispasat cuenta con 16 canales en la banda de frecuencias Ku (11/14 GHz) con anchos de banda de 72,54 y 36,0 MHz. La cobertura abarca todo el territorio español y, por desbordamiento, Portugal, parte de Francia, Suiza, Italia y Marruecos.
- Servicios gubernamentales.
- Servicios de Televisión hacia América. Cuenta con dos

canales para la distribución de programas de televisión en el continente americano, con cobertura de la práctica totalidad de las zonas de habla hispana. Así mismo, cuenta con la posibilidad de dos canales de retorno de señales de televisión sobre el servicio fijo.

- Segmento terreno. El segmento terreno de control esta compuesto por un centro de control de satélites desde el que se realizan las funciones de telemetría y telemando para el mantenimiento de la posición y apuntamiento de los satélites, y por un centro de control de carga útil, para supervisar el correcto funcionamiento de los repetidores y demás elementos de dicha carga.

Desde su nacimiento, Hispasat gestiona sobre el Atlántico la posición orbital de 30° oeste a la que, recientemente, se ha unido la posición orbital brasileña 61° oeste. Cuenta con cuatro satélites de comunicaciones (Hispasat 1A, 1B, 1C y 1D) que permiten la cobertura simultánea de todos los países latinoamericanos y Estados Unidos. Hispasat aspira a convertirse así en un operador global de comunicaciones por satélite, líder de los mercados de habla hispana y portuguesa, y desarrollar sus negocios en América, Europa y norte de África.

En septiembre de 2002 entró en servicio el Hispasat 1D, diseñado para atender el crecimiento en segmento espacial provocado por el desarrollo de Internet, y dar respuesta a las comunicaciones banda ancha existentes en los mercados hispanos.

En el capital social de Hispasat están presentes grandes operadores y usuarios de telecomunicaciones (Grupo Auna, Admira

FLOTA DE SATÉLITES

Posición	Satélite	Transpondedores	Lanzamiento	Vida útil
30° Oeste	H 1A/1B	23 Ku	1993	10 años
30° Oeste	H 1C	24 Ku	2000	15 años
30° Oeste	H 1D	28 Ku	2002	15 años
30° Oeste	H 1E	En estudio	2004/2005	En estudio
30° Oeste	SpainSat ⁽¹⁾	13 X, 1 Ku	2003	15 años
61° Oeste	Amazonas ⁽¹⁾	36 Ku, 27C	2004	15 años
IOR (TBD)	Xtar-Eur	12 X	2003	15 años

(1) En construcción
Fuente de información: HISPASAT S.A. 2003



Puesta en órbita del Hispasat 1D, 18 de septiembre de 2002

de señales de radio y televisión, a servicios avanzados de telecomunicaciones en medios empresariales y al incremento de la oferta audiovisual entre Europa y América. Además, permite el acceso a Internet en banda ancha y al desarrollo de los nuevos servicios interactivos y multimedia asociados a la tecnología digital, como la tele-educación, distribución de contenidos, vídeo y cine bajo demanda o videoconferencias de alta calidad.

TV DIGITAL

Hispasat desempeña un papel hegemónico en la distribución por satélite de cadenas de televisión y radio, y en el desarrollo de la TV digital en los mercados español, portugués y latinoamericano. La señal transmitida por Hispasat es distribuida por la mayoría de las redes de cable y recibida directamente por satélite en los hogares con pequeñas antenas de entre 50 y 150 centímetros, gracias a la utilización en banda Ku y a la alta potencia de los satélites. Es el operador de satélites transatlántico que mejor acerca la programación europea a Latinoamérica, donde más de ocho millones de hogares reciben los canales de televisión de las grandes cadenas españolas y europeas.

INTERNET EN BANDA ANCHA Y SERVICIOS MULTIMEDIA

Hispasat está preparado para afrontar la evolución de los servicios multimedia hacia servicios de banda ancha e interactivos asociados a la tecnología digital. El acceso a Internet de alta velocidad para empresas, la tele-educación, *streaming* de vídeo y cine bajo demanda, la TV de negocios o la distribución de contenidos serán los nuevos productos multimedia que Hispasat incorporará a su oferta de servicios, a través de plataformas de servicios multimedia basados en la transmisión de protocolo IP por satélite.

Hispasat se plantea mantener y reforzar su segmento espacial en posiciones orbitales geoestacionarias utilizando principalmente la banda Ku, pero introduciendo también capacidades en bandas Ka, y en banda C en sus nuevos satélites de comunicaciones en función de las necesidades de los mercados y de los acuerdos de coordinación de frecuencias. La introducción de la banda Ka permitirá atender la previsible evolución de los servicios multimedia hacia servicios de banda ancha e interactivos, mediante el «canal de retorno» vía satélite; de esta forma, el usuario se podrá independizar totalmente de las redes terrestres, permitiendo su conexión directa bidireccional con el proveedor de servicios.

SOLUCIONES EMPRESARIALES

Hispasat es uno de los sistemas de satélites que soporta un mayor número de redes VSAT (*Very Small Aperture Terminals*) en Europa y permite a grandes corporaciones y empresas, públicas y privadas, el establecimiento de enlaces entre un gran número de estaciones remotas con antenas de pequeño tamaño. En la actualidad, más de 40 redes y más de 7.500 terminales VSAT operan a través de este sistema.

y Eutelsat), una de las entidades financieras españolas más importantes (BBVA), y destacados representantes de la industria aeronáutica (EADS CASA) y del sector público español (INTA, SEPI, CDTI).

OBJETIVOS, PROYECTOS Y COLABORACIONES

Los proyectos de Hispasat se centran en la expansión hacia nuevos mercados, especialmente en Latinoamérica; en la consolidación de la prestación de servicios multimedia vía satélite y en el liderazgo del mercado DTH (televisión por satélite) de España y Portugal; y en el desarrollo de nuevos servicios multimedia e Internet de banda ancha.

Hispasat tiene como objetivo estratégico su internacionalización y expansión hacia los mercados de Latinoamérica, convirtiéndose así en un gran operador de satélites latinoamericano. Para alcanzar dicho objetivo se ha constituido Hispasat do Brasil, y a través de su filial brasileña Hispamar Satélites se llevará a cabo el lanzamiento y explotación del satélite americano Amazonas, sobre la posición 61° oeste, que estará operativo en 2004 y dará servicio a todo el continente americano, Europa y el norte de África.

Hispasat también participa en la sociedad Galileo Sistemas y Servicios (GSS), con un 14,28 por 100 de capital social, para el desarrollo del Programa Galileo que pondrá en marcha un sistema de posicionamiento y navegación por satélite complementario al actual GPS americano.

Con participación del ministerio de Defensa español y la práctica totalidad de la industria espacial española se ha constituido la sociedad Hisdesat, de cuyo capital posee el 43 por 100, para el desarrollo de un nuevo programa de comunicaciones que prestará servicios gubernamentales en banda X, mediante dos satélites. Este proyecto abarca desde la fabricación y lanzamiento de los satélites, hasta el desarrollo de los sistemas y estaciones de seguimiento y control terrestre. El satélite de comunicaciones principal se denominará Spainsat, mientras que el segundo, Xtar-Eur, asumirá la tarea de proporcionar el apoyo necesario. Ambos satélites tendrán una vida útil de quince años.

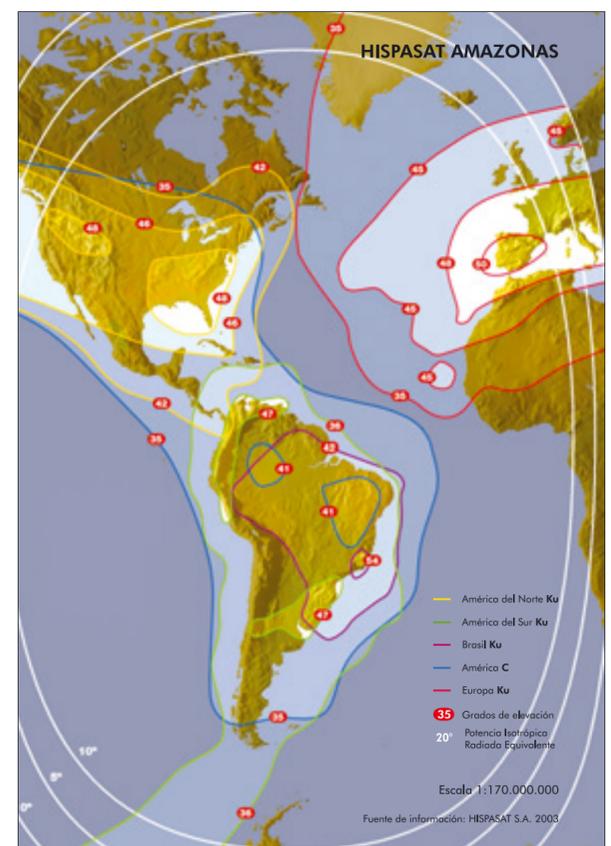
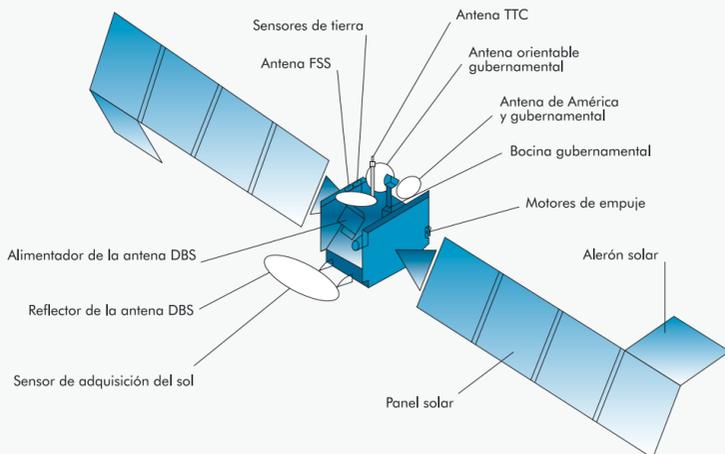
COBERTURA Y FLOTA DE SATÉLITES

Los satélites que componen el sistema Hispasat ofrecen una óptima cobertura en Europa (desde las islas Canarias hasta gran parte de Rusia y desde Escandinavia hasta el norte de África) y en la práctica totalidad del continente americano (desde Canadá a Tierra del Fuego). Se da servicio así a un amplio número de operadores de telecomunicaciones y empresas de radiodifusión, utilizando diversas infraestructuras y las tecnologías punteras del mercado, con lo que se ofrece una plena conexión entre Europa y América.

APLICACIONES AL SERVICIO DE LA COMUNICACIÓN

Los satélites Hispasat contribuyen al despliegue del contenido de diversas plataformas de televisión digital, a la distribución

CONFIGURACIÓN DEL SATÉLITE HISPASAT



Un cable es un cordón formado por varios conductores eléctricos convenientemente aislados unos de otros y protegidos del exterior por una envoltura que reúna la flexibilidad y resistencia necesarias al uso a que se destine, cuya finalidad es obtener gran número de circuitos en un espacio reducido.

Los cables telefónicos se agrupan, principalmente, en cuatro grupos: cables de pares, de cuadretes, coaxiales y de fibra óptica.

Los cables de pares se emplean en distancia relativamente cortas, por ejemplo en servicio urbano. Los cables de cuadretes, empleados principalmente para comunicaciones a largas distancias, son generalmente portadores de sistemas de transmisión para altas frecuencias.

Los cables coaxiales están constituidos por un tubo conductor de cobre, que aloja en su interior otro también de cobre, y se emplean cuando se precisa de un número elevado de canales, utilizando corrientes portadoras en una banda de frecuencias muy alta. Mejoran considerablemente la calidad de transmisión a larga distancia. Los cables coaxiales submarinos empiezan a utilizarse después de la segunda guerra mundial, cuando el desarrollo de las microondas permite mayores anchos de banda de transmisión y, por tanto, mayor cantidad de información.

Los cables de fibra óptica son ideales para transportar millones de comunicaciones simultáneas. Están constituidos por conductos de óxido de silicio (sílice) por los que se transporta la información en forma de impulsos luminosos. Permiten la transmisión digital directamente, evitando el inconveniente del cable coaxial de tener que convertir las señales de digitales a analógicas para su transmisión.

LOS CABLES SUBMARINOS TELEFÓNICOS 1920-1950

1924: A comienzos de, el Gobierno, bajo mandato del general Primo de Rivera, toma la firme decisión de unificar el servicio telefónico español mediante su concesión total a una sola compañía telefónica. En abril, se constituye la Compañía Telefónica Nacional de España (CTNE), que firma un con-

trato con el Estado por el que se le concede el monopolio del servicio telefónico español.

LOS CABLES SUBMARINOS COAXIALES 1950-1985

1950: El tendido de cables submarinos telefónicos se ve favorecido por dos grandes innovaciones: la invención del cable coaxial y el desarrollo de repetidores sumergidos que amplifican la señal, atenuada por la gran longitud del cable. La válvula amplificadora empleada resistió la presión del agua a cinco mil metros de profundidad.

1965: Se instala el cable submarino PENCAN-1 (San Fernando-Santa Cruz de Tenerife) con 160 circuitos, 1.404 km de longitud y un coste aproximado de 2,5 millones de libras esterlinas de la época.

1967: Se revolucionan los sistemas de cables coaxiales submarinos con la aparición del transistor y su aplicación a los repetidores submarinos.

1969: Se pone en funcionamiento el cable submarino Barcelona-Pisa (Italia), con participación de la CTNE y la Azienda di Stato per i Servizi Telefonici (ASST) al 50 por 100; longitud total de 821 km, 59 repetidores y una capacidad de conversación de 480 circuitos. Se mantuvo en servicio durante más de veinte años.

1970: Entran en servicio ESPING-1 entre Bilbao y Goonhilly (Inglaterra) con 480 circuitos, y PENBAL-1 entre Barcelona y Palma de Mallorca, primer cable en la banda de transmisión de 14 MHz, con 900 circuitos ampliados más tarde a 1.380.

Dentro de la política de expansión internacional, se inaugura el MAT-1 (Mediterráneo-Atlántico) entre Estepona y Roma, con 93 repetidores y 1.832 km de longitud. Se instala en régimen de copropiedad entre CTNE, Italcable (Italia), CPRM (Portugal), AT&T (EEUU), ITT (EEUU), RCA (EEUU) y WUI; y servía de enlace y prolongación al resto de Europa del cable transatlántico TAT-5, desde Green Hill (EEUU) a Conil (España), con 6.423 km de recorrido, 361 repetidores con una sección de repetición de 10 mn (millas



Cable submarino. Ayamonte a Villarreal de San Antonio (Portugal)

que se llevan a cabo en ITT sobre transmisión de información a través de fibra óptica.

1978: Entra en funcionamiento el cable submarino PENCAN-3, tendido entre Chipiona y Las Palmas de Gran Canaria.

1980: Una variante del cable coaxial permite transportar una capacidad teórica superior a los 4.000 circuitos de voz

1983: La CTNE y la compañía American Telephone and Telegraph (AT&T) firman un acuerdo para la experimentación de un cable submarino de fibra óptica: OPTICAN.

1984: Entra en funcionamiento el cable submarino ME-

ble de fibra óptica con repetidores tendido en aguas profundas.

Hasta este año, Telefónica dependía de compañías extranjeras, tanto para la instalación como para las posibles reparaciones de sus inversiones en cables submarinos que en aquel entonces llegaron a ser las segundas más importantes del mundo, detrás tan sólo de la AT&T. Para el mantenimiento se acudía a acuerdos internacionales que existían y siguen en la actualidad dando servicio.

Con el fin de eliminar esta dependencia tecnológica de terceros, Telefónica decidió la construcción de el buque cableero



Tendido del cable Algeciras-Ceuta

trato con el Estado por el que se le concede el monopolio del servicio telefónico español.

La primera comunicación telefónica por cable submarino tiene lugar el 4 de diciembre de 1924 entre España y África, utilizando como portador en este caso un cable para uso telegráfico tendido con anterioridad. Tras el intercambio de saludos del rey Alfonso XIII y el general Primo de Rivera, se establece la comunicación telefónica permanente por cable submarino entre Madrid y Tetuán. Sin embargo, hasta el 30 de diciembre del mismo año no se tiende el primer cable submarino telefónico entre Algeciras y Ceuta. Esta operación de tendido se consigue en apenas dos días, y para ello se emplea el buque cableero Amber.

1926: se constituye la Standard Eléctrica, S.A. (SESA).

1928: se tiende el cable submarino Ayamonte-Vila Real de Santo Antonio (Portugal) y en 1929, el cable Tenerife-Gran Canaria y el segundo Algeciras-Ceuta.

1933: España está conectada telefónicamente con cincuenta naciones.

náuticas) y ganancia de 40 dB, y los mismos propietarios.

1971: Se instala el PENCAN-2 (Gran Canaria-Cádiz) con 1.840 circuitos a 14 MHz, una longitud de 1.370 km y 116 repetidores. La inversión ascendió a seis millones de libras esterlinas de la época. Se inaugura el TRANSCAN-1 que enlaza las islas de Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote, con 25 repetidores a una ganancia de 43 dB cada uno y una sección de repetición de 7,64 mn. A pesar de no portar más que 480 circuitos, prestó servicio hasta finales de 1999.

1972: Se unen Gran Canaria y Recife (Brasil) a través del BRACAN-1, con 160 circuitos, en servicio hasta el año 1997. La participación de la CTNE fue del 20 por 100, correspondiendo el resto a la Empresa Brasileira de Telecomunicacoes. El buque cableero Mercury comienza el tendido del cable submarino COLUMBUS-1, que durará seis meses, cuyo trazado sigue el del último viaje de Colón. El sistema COLUMBUS-1 tiene capacidad para 1.840 circuitos de 3 kHz cada uno y es el primer cable submarino entre Europa y Latinoamérica.

1977: Investigadores de SESA colaboran en los trabajos



Tendido del primer cable telefónico español entre Algeciras y Ceuta

RIDIAN, entre Rodiles (Asturias) y Veurne (Bélgica), que cubre 1.341 km. Así se logra una ruta directa entre el norte y el sur de Europa.

1987: La CTNE cambia su denominación por la de Telefónica de España.

LOS CABLES SUBMARINOS DE FIBRA ÓPTICA 1985-2000

1985: La fibra óptica se consolida como el medio idóneo de transmisión por su potencia, calidad y precio, en comparación con los sistemas de cable coaxial. Se instala el cable submarino de fibra óptica OPTICAN que une Gran Canaria y Tenerife. La capacidad es de 7.680 canales de 64 kb/s. El cable está formado por seis fibras ópticas; para su instalación fueron precisos tres sondeos: uno por medio de buzos hasta unos 20 m de profundidad, y dos por medio del buque cableero Salernum hasta los 200 m. El OPTICAN es el primer ca-

Atlántica. Para llevar a cabo esta misión Telefónica creó su empresa filial TEMASA (Telecomunicaciones Marinas S.A.) que se encargó del desarrollo, construcción y operación del buque.

1988: Entra en servicio el primer trasatlántico de fibra óptica, TAT-8, basado en la tecnología utilizada en el sistema OPTICAN, que une Estados Unidos, Reino Unido y Francia con una capacidad de 7.560 circuitos básicos

1989: Se realiza el tendido del primer cable digital de fibra óptica con el norte de Europa: el UK-SP-4 entre España y Reino Unido. Instalación del cable submarino PENBAL-4 con 57.600 circuitos que mejora considerablemente las comunicaciones entre la Península y las islas Baleares.

1990: Concluye la instalación del PENCAN-4 entre la Península y las islas Canarias, que permitirá triplicar la capacidad del tráfico con el archipiélago. Instalación del cable de fibra óptica entre Roquetas de Mar y Almería compuesto por 6 pares de fibras monomodo con capacidad para 38.400 circuitos y velocidad de transmisión de 560 Mb/s.



Amarre del cable submarino PENCAN III, 1978



Buque cableero



Buque cablero

Tendido del cable entre Almería y Melilla, compuesto por 6 pares de fibras ópticas con 9.600 circuitos a 140 Mb/s, sin regeneradores submarinos y el más largo del mundo -unos 200 km- sin repetidores intermedios.

Firma del acuerdo para la construcción y tendido del SAT-2 entre Sudáfrica y Europa (Ciudad del Cabo-Tenerife-Madeira). Participan las compañías British Telecom, Deutsche Bundespost Telekom, Companhia Portuguesa Radio Marconi, France Télécom, Southafrican Post Office y Telefónica de España. La velocidad de transmisión es de 650 Mb/s. Desde Madeira, el SAT-2 se prolongará a través del cable EURAFRICA (Madeira-Portugal-Francia-Canarias). Telefónica decide construir el buque cablero Teneo.

1991: Instalación cable submarino entre Barcelona y Marsella en colaboración con la France Télécom. El Canal Internacional de TVE comienza a ofrecer dos programaciones distintas (una para Europa y otra para América).

1992: Se refuerzan las comunicaciones con las islas Baleares gracias a la puesta en servicio del sistema por cable submarino PENBAL-4 entre Valencia e Ibiza. El SAT-2 se prolongará desde Canarias hasta la Península a través del cable PENCAN-5.

1993: La empresa TEMASA, filial de Telefónica, contrata un nuevo buque cablero que se dedicará al tendido y mantenimiento de cables en el Mediterráneo. El buque, con base en el puerto de Valencia, tiene una tripulación de 32 personas, puede llevar a cabo cualquier reparación de cables coaxiales y de fibra óptica.

1994: Tendido del cable submarino entre Palma de Mallorca y Argel. ALPAL-1.

ATT, Italcable, TELMEX y Telefónica toman la iniciativa para la construcción del cable submarino COLUMBUS-2 que unirá México, EE.UU. y España. El cable estará constituido por dos pares de fibras ópticas a 565 Mb/s con capacidad para 15.000 circuitos y una velocidad de transmisión de 64 kb/s.

1995: Instalación del cable transatlántico TAT-10, con capacidad para 80.000 conversaciones telefónicas simultáneas, que enlaza directamente EE.UU., Alemania y Países Bajos. También se instala el cable transatlántico TAT-11.

1996: Las conexiones con la red española desde Norteamérica se realizan a través del cable submarino RIOJA. Las conexiones terrestres se realizan por medio de fibra óptica con Francia y el cable submarino por fibra óptica COLUMBUS II con capacidad para 23.000 canales telefónicos y para transmitir 90.000 conferencias simultáneamente. Los amarres se encuentran en Cancún (México); West Palm Beach (EE.UU.); Saint Thomas e Islas Vírgenes (EE.UU.); Gran Canaria (España); Madeira (Portugal) y Palermo (Italia). En el proyecto participaron 58 compañías de telecomunicaciones de 41 países, entre las que se encuentran Telefónica de España, AT&T, Italcable y Companhia Portuguesa Radio Marconi.

1997: Mejoran las comunicaciones con Italia con la puesta en servicio del Barcelona-Savona. Telefónica participa en sistemas lejanos como el de Antillas-1 y el FLAG.

1998: Se amplía la capacidad de transmisión de algunos sistemas por cable submarino, como el PENBAL-4, y se cubre la futura demanda de tráfico para las comunicaciones en la zona.

1999: Año fructífero para las comunicaciones por cable submarino: entran en servicio tres sistemas domésticos por

fibra óptica entre las islas Canarias: TEGOPA (La Gomera-Tenerife), CANDALTA (Tenerife-Gran Canaria) y TRANSCAN-3 (Gran Canaria-Lanzarote) y un sistema que enlaza las islas con el sur de la Península: PENCAN-6, todos ellos de Telefónica.

La compañía participa también en otros sistemas internacionales como PANAMERICAN, SEAMEWE-3, COLUMBUS-3 y ATLANTIS-2, que cubren largas distancias, emplean tecnología WDM y proporcionan una gran capacidad de transmisión, 122.880 circuitos, con el continente americano o el litoral asiático, en previsión de la fuerte demanda de tráfico por Internet y señales de vídeo y audio. Se configura así, una de las redes de comunicaciones por cable submarino más importantes y diversificadas del planeta.

Telefónica vende a Tycom Submarine System su empresa filial TEMASA.

2000: Se ponen en marcha el proyecto SAT-3 que recorre la costa oeste del continente africano, con unos catorce puntos de amarre, el sistema europeo WESC y un sistema doméstico entre la Península y Canarias, PENCAN-7.

Debido a la gran experiencia de Telefónica en este campo, distintos organismos oficiales han solicitado su colaboración, como el grupo de Geología Marina del Instituto de Ciencias del Mar del CSIC. A petición de esta entidad, el equipo de sondeos de cables submarinos participa activamente en el proyecto de investigación que tiene por objeto el estudio geológico del margen y cuenca del Mar de Alborán, enmarcado en el Plan Nacional de I+D (BOE, 8 de marzo de 2000).

DESCRIPCIÓN DE UN CABLE SUBMARINO

Los cables submarinos de fibra óptica, además de estar diseñados para proporcionar un camino óptico para transmitir las señales de información y de supervisión, deben proporcionar la robustez mecánica suficiente para asegurar un funcionamiento perfecto, tanto en aguas profundas como en aguas poco profundas, y soportar los esfuerzos a los que se ven sometidos durante las operaciones de tendido, enterramiento y recuperación. Se utilizan varios tipos de cable en función de las profundidades de instalación y la morfología del fondo, los cuales se describen a continuación.

Estos cables se forman a partir de un núcleo óptico, al que se le van añadiendo protecciones en función de los requerimientos de seguridad, según la morfología del fondo y la profundidad a la que vayan a ser tendidos.

Los diferentes tipos de cables, se van conformando según su utilización:

Núcleo óptico

Consta de un tubo de acero de 0,2 mm de espesor, su interior contiene un compuesto elastómero thixotrópico. Alojadas en este compuesto se encuentran las fibras ópticas, que de esta forma disponen de una holgura adecuada en su interior. Esta unidad está protegida por dos capas de hilos de acero de alta resistencia de 1,4 y 1,0 mm de diámetro respectivamente. Este conjunto es extruido por una capa de cobre con un diámetro exterior de 7,2 mm.

Cable ligero de fondo, tipo LW

A la estructura anteriormente formada se le extrusiona de forma circular polietileno de alta densidad que proporciona al conjunto resistencia a la abrasión y lo hace totalmente estanco. Este tipo de cable se utiliza en aguas profundas y nunca para enterrar, su diámetro exterior es de 17 mm.

Cable ligero apantallado, tipo LWP

Se forma añadiendo al cable ligero de fondo una cinta de aluminio circular y soldada de forma longitudinal de 0,305 mm de espesor sobre la capa de polietileno, que confiere al cable protección eléctrica y mecánica. Se utiliza también en aguas profundas y su diámetro exterior es de 23 mm.

Cable ligero armado, tipo LW

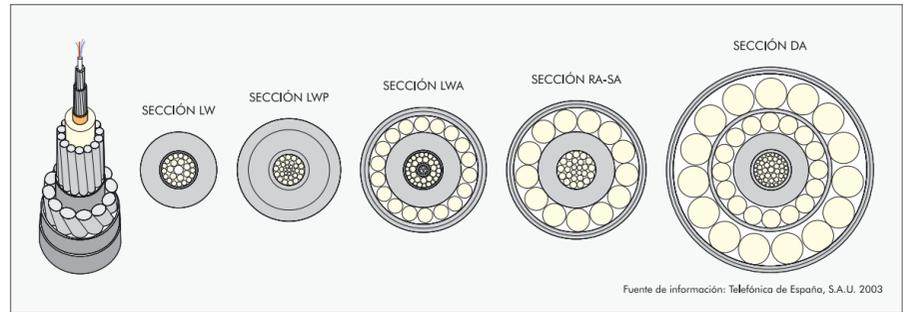
A la unidad básica formada por el cable ligero de fondo se le añade una capa de 18 hilos de acero galvanizado de 3,35 mm de diámetro de alta resistencia con un ligero paso de hélice. Esta se cubre con una hilada de polipropileno impregnada en un compuesto bituminoso, ese tipo de cable así formado tiene su principal utilización en los enterramientos de las plataformas continentales hasta los 900 m de profundidad; su diámetro exterior alcanza los 28 mm.

Cable simple armado, tipo SA

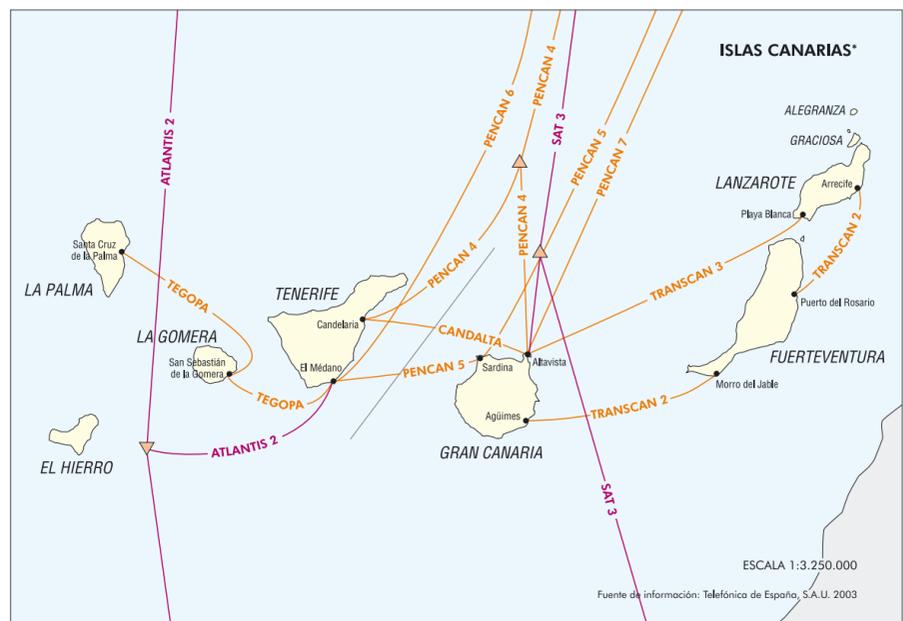
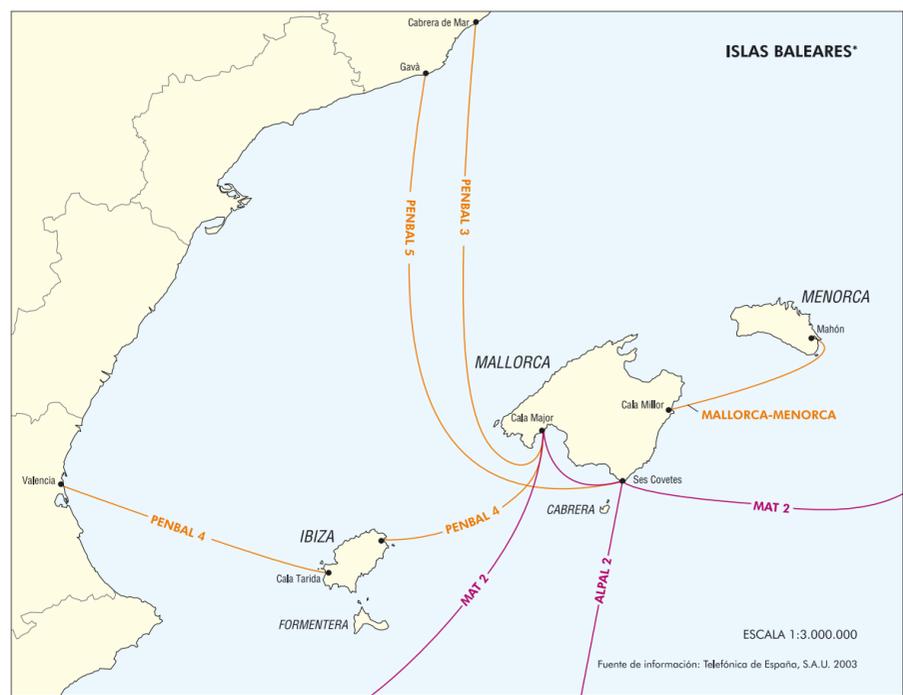
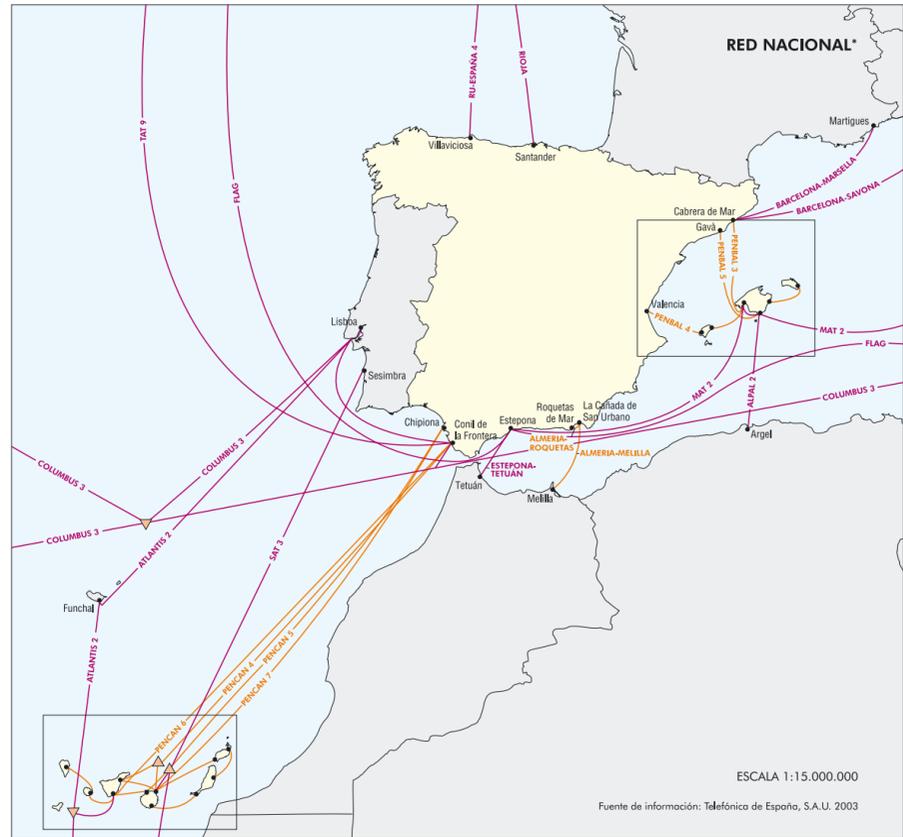
Se diferencia del tipo de cable anterior en el número de hilos de acero y su diámetro. Este cable está formado por 14 hilos de 4,57 mm de diámetro, que le confiere una mayor resistencia mecánica. Se utiliza en profundidades entre los 100 y 900 m. Su diámetro exterior es de 31 mm.

Cable doble armado, tipo DA

Añadiendo al cable simple armado anterior una capa de 20 hilos de acero galvanizado de 4,57 mm de diámetro, además de las capas de nylon, se obtiene un tipo de cable de gran robustez mecánica que se emplea desde los cero metros hasta los 100 m de profundidad, en fondos con afloramientos rocosos. Su diámetro exterior de 46 mm.



Cable submarino de fibra óptica: esquema y tipos de sección



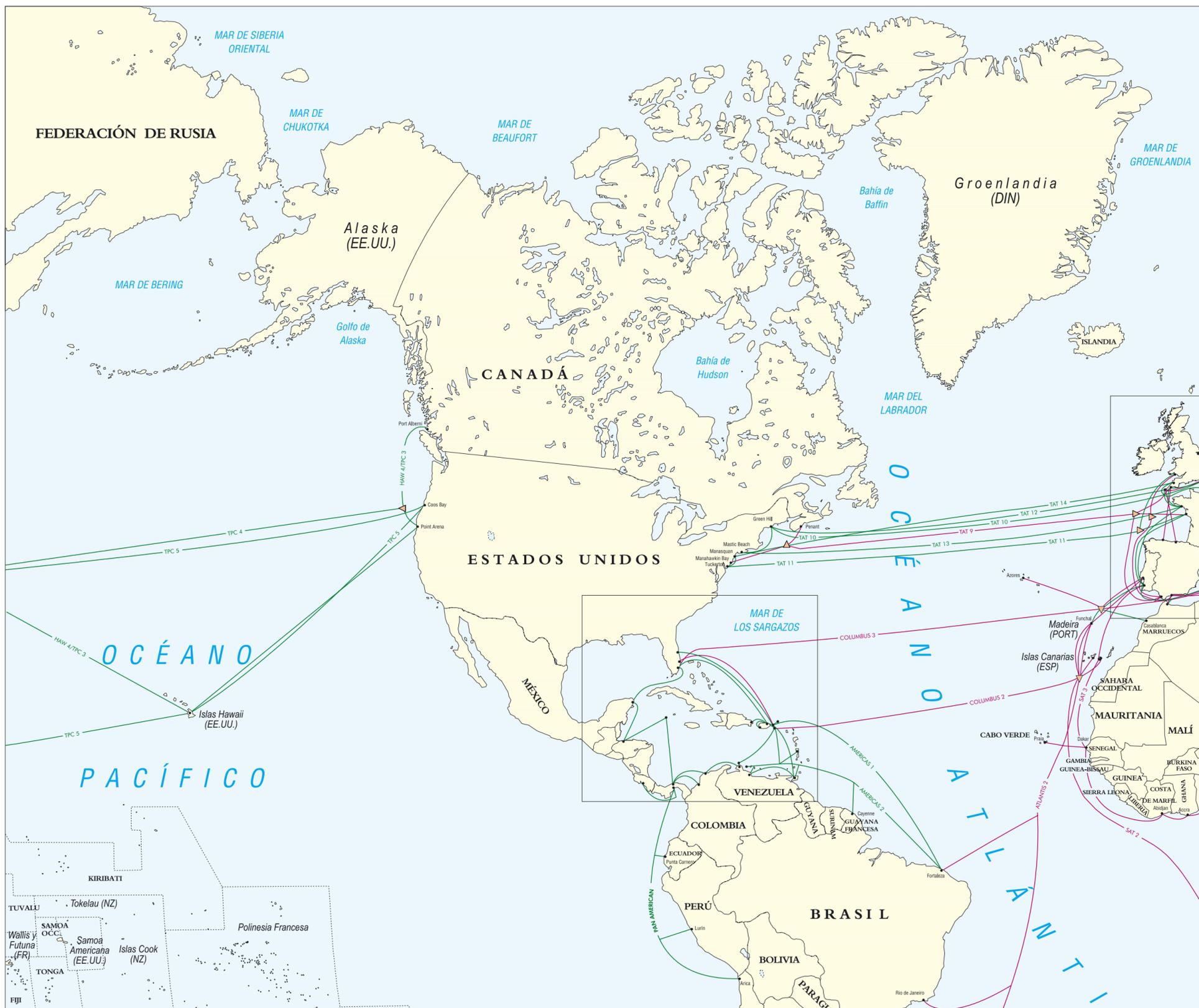
CABLES SUBMARINOS NACIONALES*

Año	Nombre	Trazado	Longitud (km)	Capacidad nº de circuitos
1989	PENBAL 3	Cabrera de Mar (Barcelona) - Cala Major (Mallorca ¹)	313	11.520
1990	PENCAN 4 Segmento 1	Conil de la Frontera (Cádiz) - Unidad de ramificación	1.346	7.680
	PENCAN 4 Segmento 2	Unidad de ramificación - Candelaria (Tenerife ²)	85	3.840
	PENCAN 4 Segmento 3	Unidad de ramificación - Alavista (Gran Canaria ³)	46	3.840
1990	ALMERIA-MELILLA	La Cañada de San Urbano (Almería) - Melilla	198	30.320
	ALMERIA-ROQUETAS	La Cañada de San Urbano (Almería) - Roquetas de Mar (Almería)	27	38.400
1990	TRANSCAN 2 Segmento 1	Agüimes (Gran Canaria) - Morro del Jable (Fuerteventura ³)	147	61.440
	TRANSCAN 2 Segmento 2	Puerto del Rosario (Fuerteventura) - Arrecife (Lanzarote ³)	91	9.120
1991	PENBAL 4 Segmento 1	Valencia - Cala Tarida (Ibiza ¹)	154	307.200
	PENBAL 4 Segmento 2	Ibiza - Cala Major (Mallorca)	164	368.640
1992	PENCAN 5 Segmento 1	Chipiona (Cádiz) - Sardinia (Gran Canaria)	1.485	30.720
	PENCAN 5 Segmento 2	Sardinia (Gran Canaria) - El Médano (Tenerife)	107	330.240
1994	TEGOPA Segmento 1	El Médano (Tenerife) - San Sebastián de la Gomera (La Gomera)	81	38.400
	TEGOPA Segmento 2	San Sebastián de la Gomera (La Gomera) - Santa Cruz de la Palma (La Palma ²)	140	38.400
1995	PENBAL 5	Gavá (Barcelona) - Ses Covetes (Mallorca)	315	307.200
1995	MALLORCA-MENORCA	Cala Millor (Mallorca) - Mahón (Menorca ¹)	116	38.400
2000	PENCAN 6	El Médano (Tenerife) - Conil de la Frontera (Cádiz)	1.850	245.760
1999	CANDALTA	Alavista (Gran Canaria) - Candelaria (Tenerife)	109	307.200
1999	TRANSCAN 3	Alavista (Gran Canaria) - Playa Blanca (Lanzarote)	211	61.440
2002	PENCAN 7	Alavista (Gran Canaria) - Chipiona (Cádiz)	1.449	245.760

Provincias: (1) Illes Balears; (2) Santa Cruz de Tenerife; (3) Las Palmas

*Sólo aparecen representados los cables submarinos propiedad de Telefónica o que cuentan con participación de esta compañía

Fuente de información: Telefónica de España, S.A. 2003



CABLES SUBMARINOS INTERNACIONALES CON AMARRE EN ESPAÑA

Año puesta en servicio	Nombre	Trazado	Longitud (km)	Capacidad (nº de circuitos)
1991	RU-ESPAÑA 4	Villaviciosa (España) - Goonhilly (Reino Unido)	830	23.040
1991	TAT 9	Manahawkin Bay (Estados Unidos) - Conil de la Frontera (España)	8.828	15.360
1991	MAT 2	Estepona (España) - Ses Covetes (España) - Palermo (Italia)	2.010	7.680
1993	SAT 2	Melkbostrand (Sudáfrica) - El Médano (España) - Funchal (Portugal)	9.518	15.360
1994	COLUMBUS 2	Cancún (México) - Palermo (Italia)	12.30	123.040
1994	RIOJA	Santander (España) - Alkmaar (Países Bajos)	1.926	153.600
1996	BARCELONA-SAVONA	Cabrera de Mar (España) - Savona (Italia)	761	122.880
1993	BARCELONA-MARSELLA	Cabrera de Mar (España) - Martigues (Francia)	362	15.360
1994	ESTEPONA-TETUÁN	Estepona (España) - Tetuán (Marruecos)	113	15.360
1997	FLAG	Portcawl (Reino Unido) - Estepona (España) - Miura (Japón)	27.943	122.880
1999	COLUMBUS 3	Mazara del Vallo (Italia) - Conil de la Frontera (España) - Hollywood (Estados Unidos)	9.833	491.520
1999	ATLANTIS 2	Lisboa (Portugal) - Conil de la Frontera (España) - Las Toninas (Argentina)	13.083	245.760
2001	SAT 3	Sesimbra (Portugal) - Altavista (España) - Melkbostrand (Sudáfrica)	14.341	184.320
2002	ALPAL 2	Ses Covetes (España) - Argel (Argelia)	312	30.720

CABLES SUBMARINOS INTERNACIONALES SIN AMARRE EN ESPAÑA

Año puesta en servicio	Nombre	Trazado	Longitud (km)	Capacidad (nº de circuitos)
1989	RU-HOLANDA 12	Aldeburgh (Reino Unido) - Domburg (Países Bajos)	154	11.520
1989	GPT	Tanguisson (Guam) - Fengshan (Taiwan)	3.405	3.840
1989	HAW 4/TPC 3	Point Arena (Estados Unidos) - Chikura (Japón)	13.385	7.680
1990	HJK	Hong Kong (China) - Cheju (Corea del Sur)	2.106	3.840
1990	EMOS 1	Palermo (Italia) - Lechaine (Grecia)	2.880	11.520
1992	RU-ALEMANIA 5	Winterton (Reino Unido) - Norden (Alemania)	480	17.280
1992	RU-BELGICA 6	St. Margarets at Cliffe (Reino Unido) - Veurne (Bélgica)	111	46.080
1992	EURAFRICA	St. Hilaire (Francia) - Casablanca (Marruecos)	3.279	7.680
1992	ALEM-DINAMARCA 1	Norden (Alemania) - Moade (Dinamarca)	293	23.040
1992	TPC 4	Chikura (Japón) - Point Arena (Estados Unidos)	9.850	23.040
1992	TAINO	Isla Verde (Puerto Rico) - Tórtola (Islas Virgenes, Reino Unido)	187	46.080
1992	TAT 10	Green Hill (Estados Unidos) - Alkmaar (Países Bajos)	7.100	46.080
1993	APC	Singapur (Singapur) - Miura (Japón)	7.520	23.040
1993	TAT 11	Manahawkin (Estados Unidos) - St. Hilaire (Francia)	7.093	23.040
1995	UNISUR	Florianópolis (Brasil) - Maldonado (Uruguay)	1.983	15.360
1994	AMERICAS 1	Vero Beach (Estados Unidos) - Camuri (Venezuela)	7.582	23.040
1993	ALEM-SUECIA 4/5	Ribnitz (Alemania) - Trelleborg (Suecia)	398	7.680
1995	ODIN	Alkmaar (Países Bajos) - Lysekil (Suecia)	1.040	61.440
1996	TAT 12	Land's End (Reino Unido) - Mastic Beach (Estados Unidos)	6.800	122.880
1996	ITUR	Palermo (Italia) - Novorossiysk (Rusia)	3.541	15.360
1997	KAPOS	Istanbul (Turquía) - Mangalia (Rumania)	565	7.680
1996	TAT 13	Land's End (Reino Unido) - Mastic Beach (Estados Unidos)	6.300	122.880
1996	TPC 5	Ninomiya (Japón) - Hawaii (Estados Unidos)	24.554	122.880
1997	ANTILLAS 1	Miramar (Puerto Rico) - Punta Cana (Rep. Dominicana)	500	15.360
1998	PAN AMERICAN	Saint Thomas (Estados Unidos) - Arica (Chile)	7.303	61.440
1999	SEAMEWE 3	Norden (Alemania) - Okinawa (Japón)	30.000	122.880
1999	AMERICAS 2	Hollywood (Estados Unidos) - Fortaleza (Brasil)	8.1189	83.040
2000	MAYA 1	Hollywood (Estados Unidos) - Tolú (Colombia)	4.407	92.160
2001	TAT 14	Tuckerton (Estados Unidos) - Norden (Alemania)	15.300	7.864.320



RED INTERNACIONAL DE CABLES SUBMARINOS



INFRAESTRUCTURAS PARA RADIODIFUSIÓN SONORA

En un sistema de radiodifusión pueden distinguirse dos instalaciones físicamente independientes: por una parte, el centro de producción, lugar donde se elabora la programación de la emisora, y por otra el centro emisor, donde se procesa la señal de programación para su emisión mediante el transmisor de frecuencia modulada (FM) o de onda media (OM), que en general está en un lugar alejado del casco urbano.

Centro de producción FM

El centro de producción es habitualmente conocido como *estudios de la emisora*, lugar donde se genera la señal de programación. En el bloque denominado equipos audio se incluyen todas las fuentes de sonido que van a conformar la señal de programación. Estas fuentes tienen su origen en el locutor de radio, en el lector de discos compactos, en el casete, en una cinta de publicidad, en un disco, etc., hasta la mesa de mezclas, lugar donde se irán seleccionando las distintas fuentes para dar paso únicamente a una señal estereofónica, que será presentada en forma de dos canales de audio independientes (L y R) dirigidos después al codificador digital.

Por otra parte, a este equipo también le llegan los datos de control e información de las señales RDS y SCA que se generan en el centro emisor. La señal RDS (*Radio Data System*), se utiliza para ofrecer servicios de buscapersonas, de selección de la programación (deportes, noticias, música, etc.) o de seguimiento de frecuencias alternativas (selección en el receptor del usuario de la frecuencia de una misma cadena que se reciba con mayor intensidad). La señal SCA (*Subsidiary Communication of Authorization*) es una señal modulada, con datos para telecomando del centro emisor, con datos informativos para difusión, o con música ambiental.

Las señales RDS y SCA y los canales L y R se mezclan en el codificador digital y forman la denominada señal duobinaria, que será recogida por el transmisor de enlace encargado de llevar la señal de programación desde el centro de producción hasta el centro emisor.

Centro emisor FM

El centro emisor es también conocido como emisora, y engloba todas las instalaciones y equipos, incluidos el transmi-

sor de radiofrecuencia y el sistema radiante, necesarios para la difusión de la señal de programación. Habitualmente, la emisora se encuentra situada en emplazamientos elevados desde los que existe visibilidad óptica con la zona de servicio a cubrir.

La señal del transmisor de enlace estudios-emisora es captada por el receptor de enlace del centro emisor que efectúa la desmodulación para obtener la misma señal duobinaria que se había generado en el codificador digital. Esta señal se introduce en el descodificador digital de forma que a su salida se obtienen nuevamente las señales analógicas de los canales L y R, la información del SCA y los datos del RDS.

Los canales L y R se llevan al generador de estéreo digital, que se encargará de formar la señal compuesta de estéreo normalizada, conocida como señal múltiplex (MPX), que a su vez es conducida al generador RDS, a la salida del cual se obtiene la suma de ambas señales.

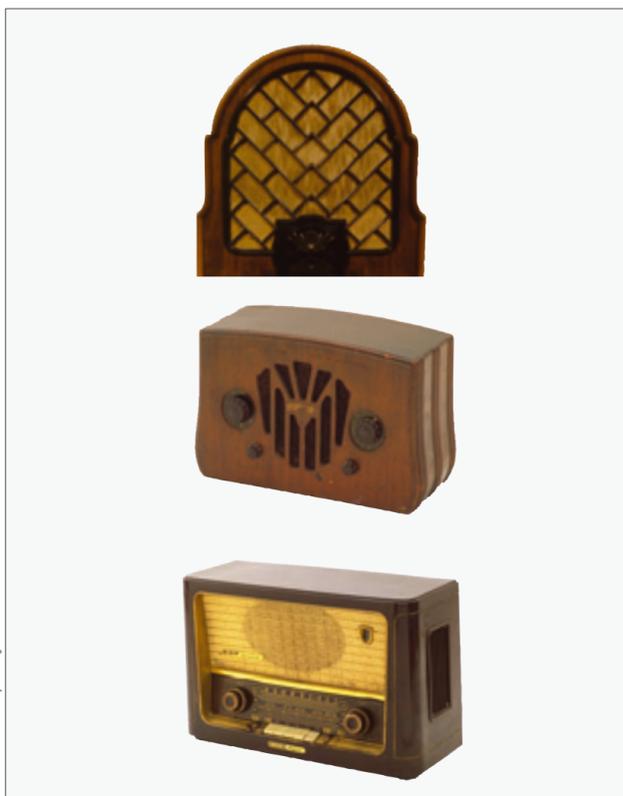
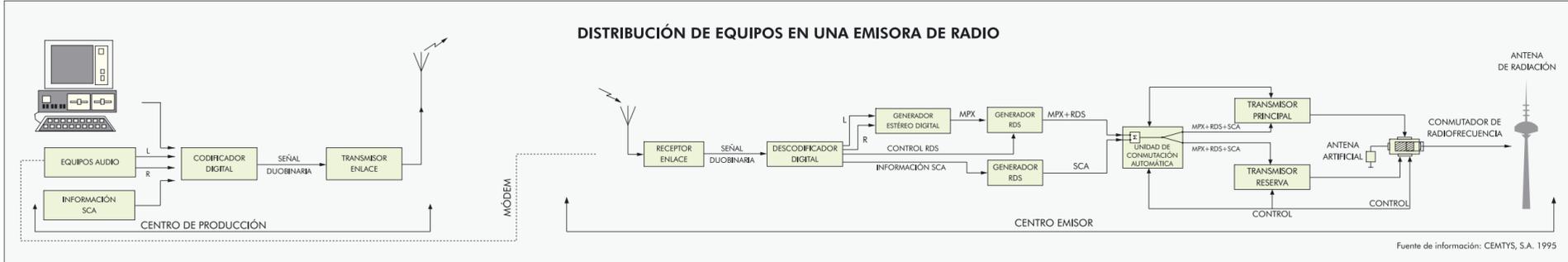
Por otro lado, la información del canal SCA llega al generador de dicha señal y a su salida se unirá a la suma de las se-

ñales MPX y RDS en la unidad de conmutación automática.

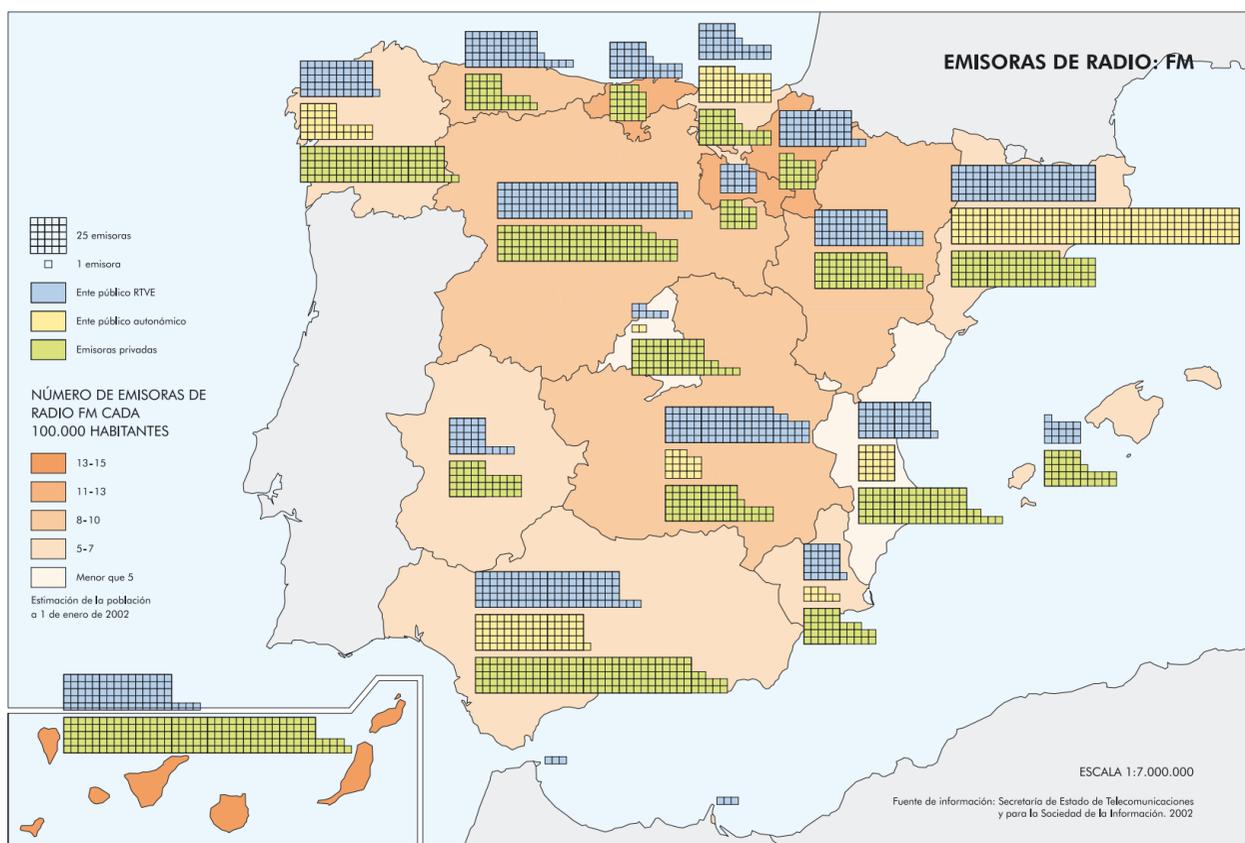
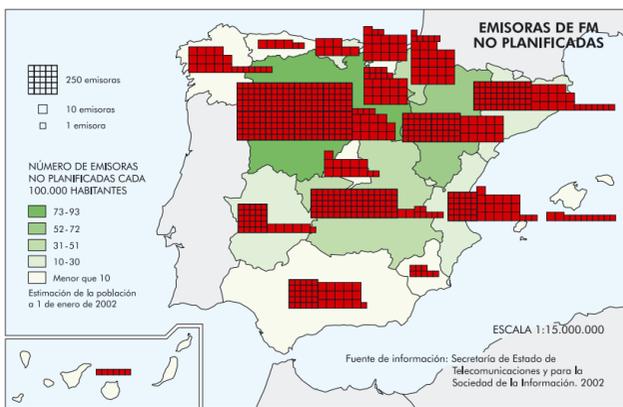
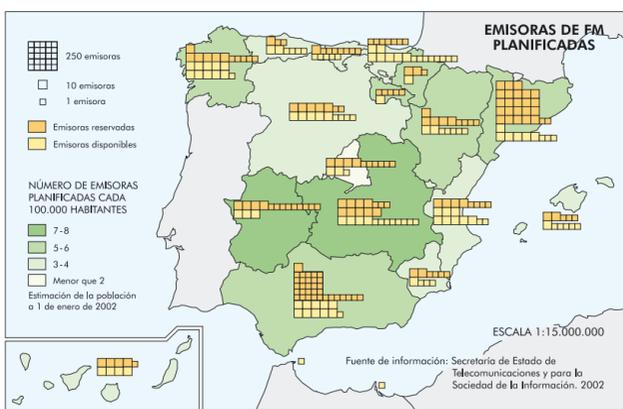
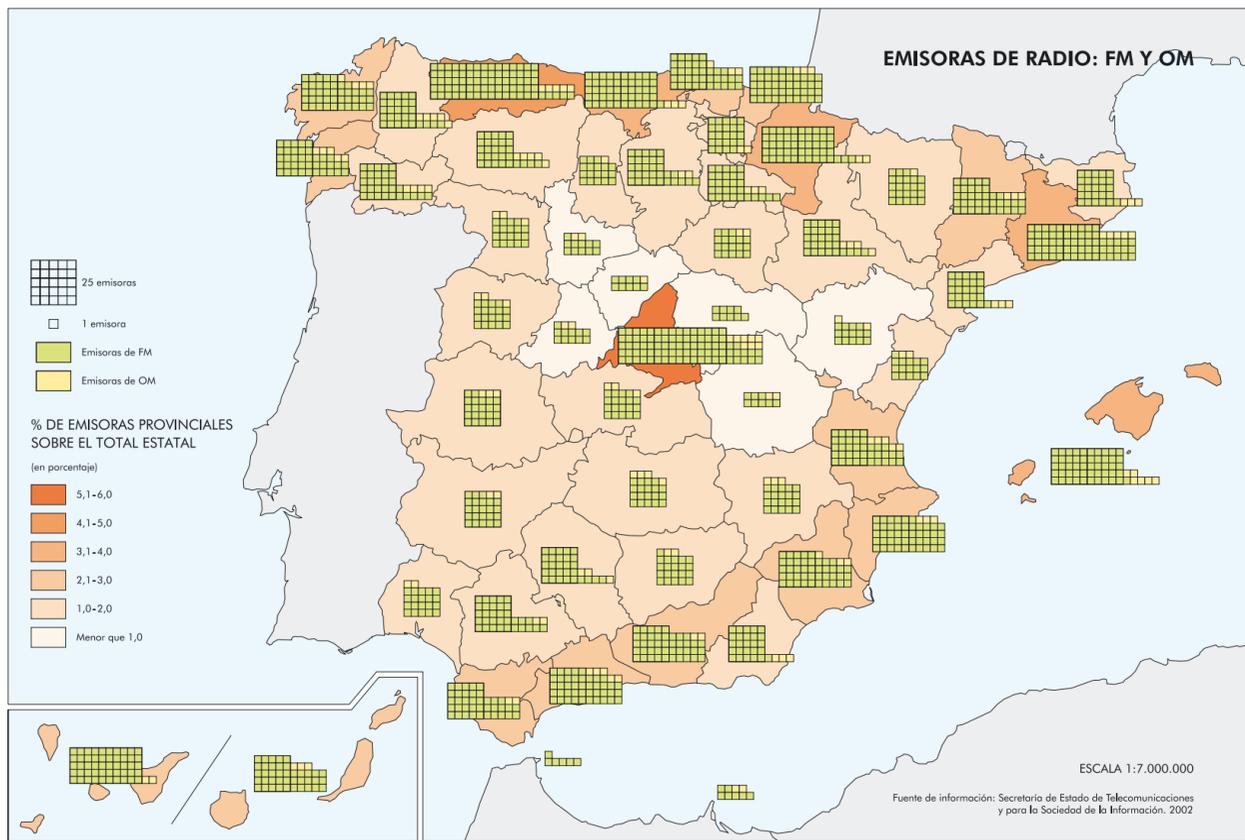
En condiciones normales de funcionamiento, el transmisor principal del centro emisor está conectado a la antena para radiar la programación de señal MPX+RDS+SCA, mientras que el transmisor de reserva, conectado a una antena artificial, no radia y permanece en estado de espera sin señal de programación.

En el caso eventual de un fallo en el transmisor principal, la unidad de conmutación automática, que está recibiendo continuamente datos sobre el estado de ambos transmisores, apagará el transmisor principal y activará el conmutador de radiofrecuencia, de forma que el transmisor principal se conecte a la antena artificial y el transmisor de reserva se conecte a la antena de radiación, encendiéndolo al tiempo que le suministrará la señal completa de modulación MPX+RDS+SCA, mientras se subsana la avería.

Todas estas operaciones pueden ser controladas, a su vez, a distancia desde el ordenador central en el centro de producción.



De arriba a abajo, aparato receptor de radio de la marca Telefunken 1931, receptor de 1932-1935 y receptor de la marca Grundig modelo Majestic 1950-1955



RADIOAFICIONADOS

El origen de la radioafición en España data de los años veinte; en 1924 se publica el primer reglamento, vigente hasta 1936, cuando comienza la guerra civil. A partir de entonces la actividad se prohibió hasta que en 1949, coincidiendo con la fundación de la URE (Unión Española de Radioaficionados), se vuelve a autorizar con la publicación del veintinueve reglamento, que considera una sola categoría de aficionados. En 1979, se publica el tercer reglamento, según el cual se establecen tres categorías, clase A, B y C, que dan derecho a utilizar determinadas frecuencias en ciertas condiciones según se indica a continuación:

Clase A: Licencia general que comprende todas las bandas de frecuencia, clases de emisión y potencia autorizadas en el servicio de aficionados.

Clase B: Licencia restringida a frecuencias de valor igual o mayor que 144 MHz en las mismas condiciones que la clase A.

Clase C: Licencia restringida al uso de frecuencias entre 3.350 kHz y 29.100 kHz en determinadas clases de emisión y con limitaciones de potencia respecto a la de clase A.

En 1986, según Orden de 21 de marzo se aprobó el actual reglamento de estaciones de aficionado (BOE del 17 de abril).

A partir de 1994 se autoriza con ciertas limitaciones técnicas y geográficas el uso de la banda 50 a 50,2 MHz por los radioaficionados.

CLASES DE LICENCIAS DE RADIOAFICIONADO

Frecuencias clases A y C	Frecuencias clases A y B	Potencia máxima	Clase de emisión
1830-3800 kHz	144-146 MHz; 430-440 MHz	50 W de portadora	AM, BLU, FM y PM
7000-7100 kHz; 10100-10150 kHz; 14000-14150 kHz; 18068-18168 kHz; 21000-21450 kHz; 24890-24990 kHz; 28000-29700 kHz		200 W de portadora 25 W para la clase C	AM, BLU, FM y PM Las mismas modalidades con limitaciones para la clase C
	1240-1300 MHz	10 W de portadora	AM, BLU, FM y PM
	2,30-2,45 GHz; 5,65-5,85 GHz; 10,00-10,50 GHz; 24,00-24,05 GHz; 47,00-47,20 GHz; 75,50-76,00 GHz	30 kW de p.i.r.e.	AM, BLU, FM y PM AM, BLU, FM y PM AM, BLU, FM y PM

Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2003

REPETIDORES Y RADIOBALIZAS DEL SERVICIO DE RADIOAFICIONADOS



● Radiobalizas autorizadas
■ Repetidores analógicos
■ Repetidores digitales

ESCALA 1:7.000.000

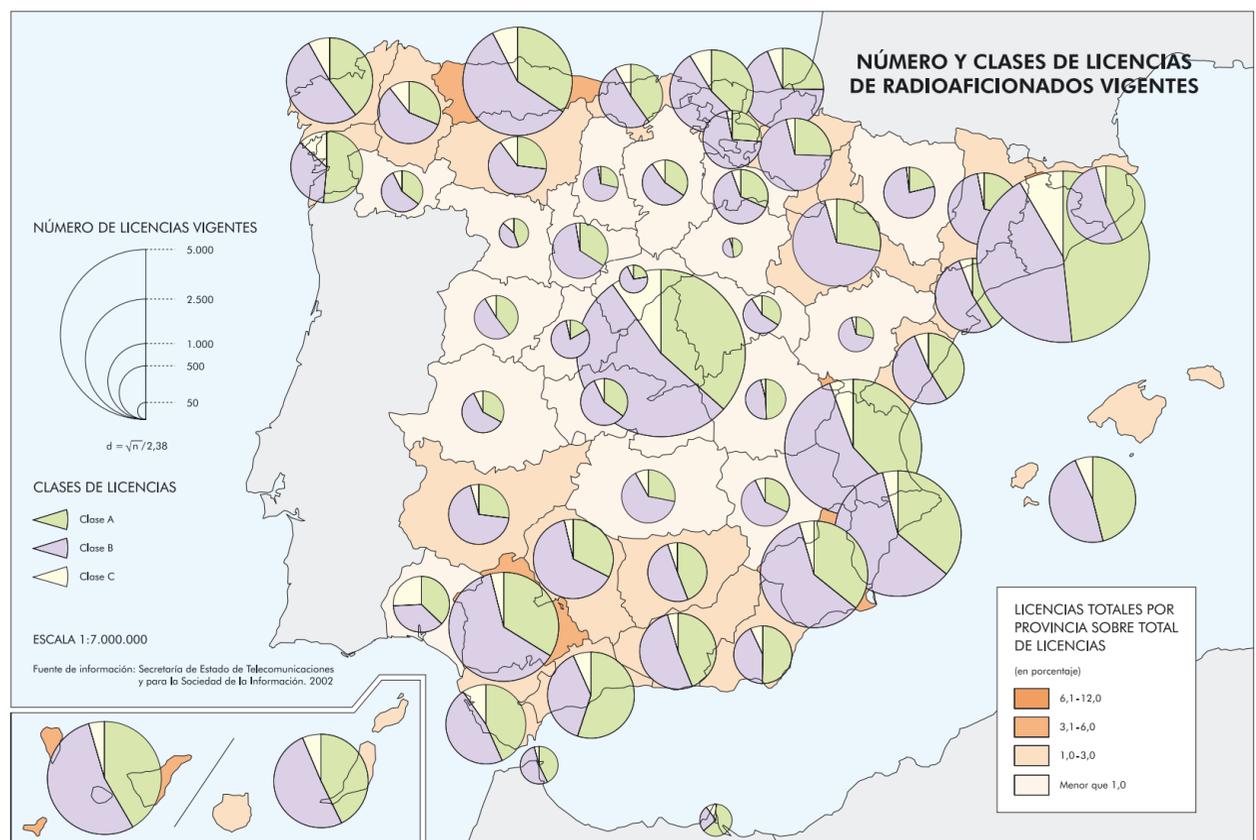
Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2002

CANALES DE LOS REPETIDORES EN BANDA 144-146 MHz

Canal	Receptores (Rx MHz)	Transmisores (Tx MHz)
R0	145,000	145,600
R1	145,025	145,625
R2	145,050	145,650
R3	145,075	145,675
R4	145,100	145,700
R5	145,125	145,725
R6	145,150	145,750
R7	145,175	145,775

Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2003

NÚMERO Y CLASES DE LICENCIAS DE RADIOAFICIONADOS VIGENTES



NÚMERO DE LICENCIAS VIGENTES



$d = \sqrt{n} / 2,38$

CLASES DE LICENCIAS



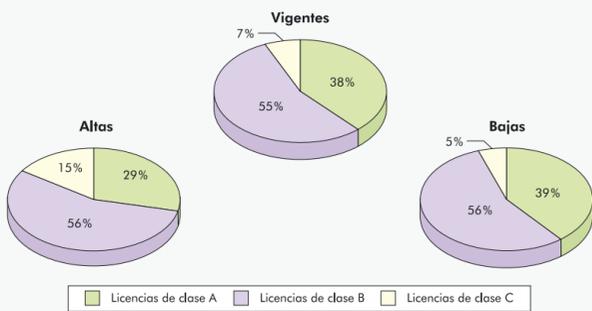
ESCALA 1:7.000.000

Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2002

LICENCIAS TOTALES POR PROVINCIA SOBRE TOTAL DE LICENCIAS (en porcentaje)

6,1-12,0
3,1-6,0
1,0-3,0
Menor que 1,0

LICENCIAS DE RADIOAFICIONADOS



Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2002

BANDA CIUDADANA CB-27

Por sus peculiares características tiene la consideración de uso especial. El origen de la banda ciudadana data de principios de los setenta, fecha en la que no estaba aún autorizado su uso por no existir ninguna disposición reguladora sobre el mismo.

En 1983 se publica la Orden de 30 de junio por la que se establecen las condiciones de utilización y características de los equipos ERT-27 como se denominaba entonces.

Según esta se destinan 40 canales de 10 kHz de ancho de banda en todo el territorio nacional para CB-27, en la banda de frecuencias de 26,960 MHz a 27,410 MHz. La modulación autorizada es de frecuencia o fase con 4 W de potencia, y de amplitud de doble banda lateral AM pero en este caso solamente se autorizan 100 mW.

El número de usuarios y asociaciones ha ido en aumento, así como las demandas para autorizar otros tipos de modulaciones y otras potencias con las que satisfacer las necesidades de cobertura.

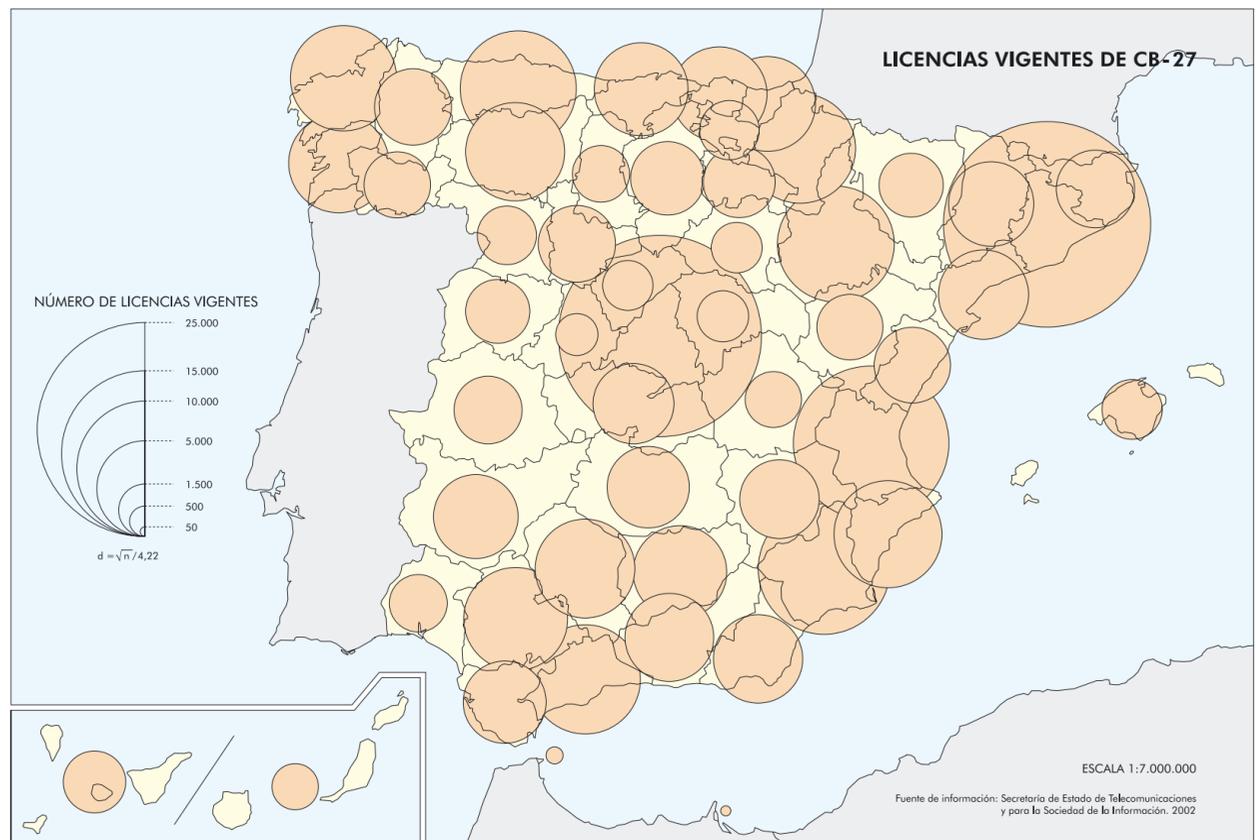
En el año 1990, por resolución de la Dirección General de Telecomunicaciones, se autoriza temporalmente el uso de modulación de amplitud con 4 W de potencia y de banda lateral única en todas sus modalidades, con potencia de hasta 12 W de pico de la envolvente; así como unos niveles de emisiones espúreas y canal adyacente adecuados para un uso general, donde se requieren equipos de bajo coste.

CANALES DE CB-27

Canal	Frecuencia MHz	Canal	Frecuencia MHz	Canal	Frecuencia MHz
1	26,965	15	27,135	29	27,295
2	26,975	16	27,155	30	27,305
3	26,985	17	27,165	31	27,315
4	27,005	18	27,175	32	27,325
5	27,015	19	27,185	33	27,335
6	27,025	20	27,205	34	27,345
7	27,035	21	27,215	35	27,355
8	27,055	22	27,225	36	27,365
9	27,065	23	27,255	37	27,375
10	27,075	24	27,235	38	27,385
11	27,085	25	27,245	39	27,395
12	27,105	26	27,265	40	27,405
13	27,115	27	27,275	—	—
14	27,125	28	28,285	—	—

Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2003

LICENCIAS VIGENTES DE CB-27



NÚMERO DE LICENCIAS VIGENTES

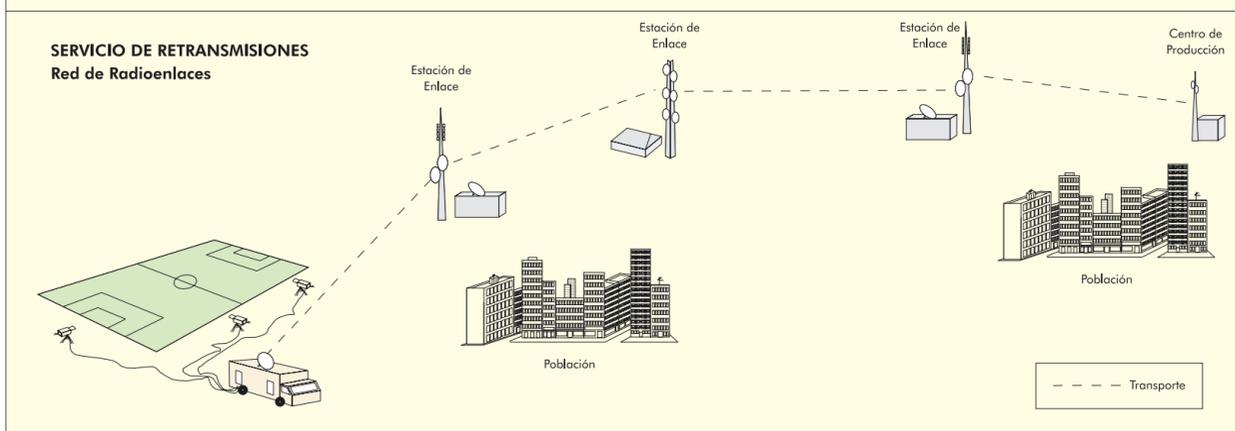
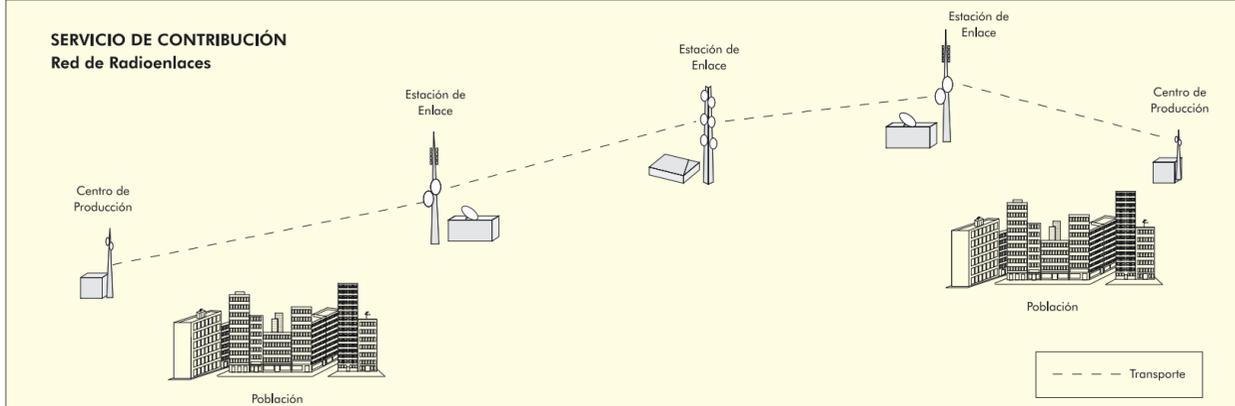
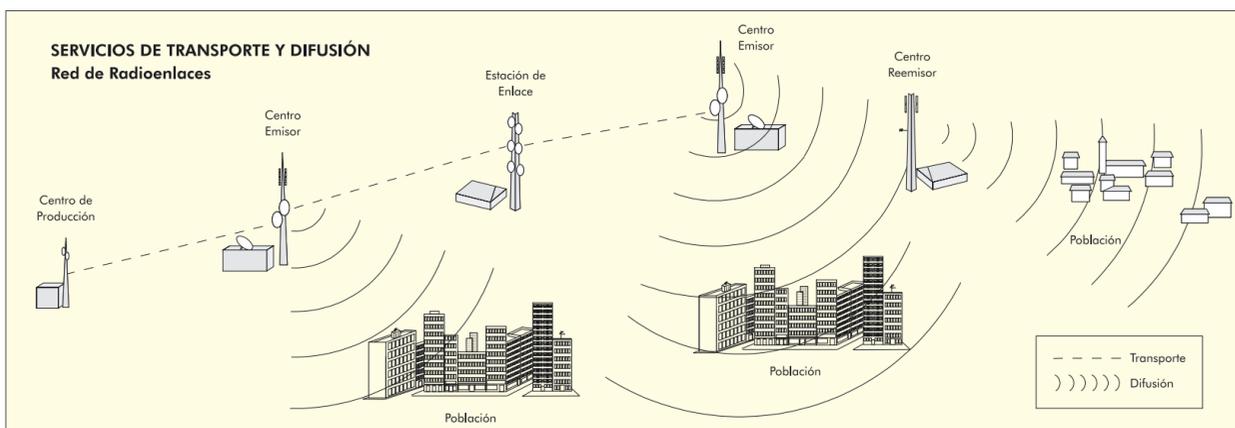


$d = \sqrt{n} / 4,22$



ESCALA 1:7.000.000

Fuente de información: Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información. 2002



SERVICIOS DE TRANSPORTE Y DIFUSIÓN

Para recibir un determinado programa de radio o televisión se necesita un receptor conectado a una antena. Retevisión hace posible que las antenas reciban las distintas señales de las cadenas nacionales, autonómicas o privadas, tanto de radio como de televisión, que existen en España. Para ello se encarga de transportar y distribuir todas las señales que las diferentes cadenas le entregan en sus respectivos centros de producción de programas.

El transporte se lleva a cabo a través de su red de radioenlaces de microondas que cuenta con 18.000 km de ruta y 100.000 km de circuitos, la mayor parte digitales. Esta red, plenamente operativa, conecta entre sí los centros emisores y los reemisores. Estos últimos están destinados a dar cobertura en aquellas zonas donde no alcanza la señal distribuida por los primeros. Así se puede hacer llegar la señal a los distintos núcleos de población, tal y como se indica en el primer esquema.

En esto se basa fundamentalmente el servicio de distribución, uno de los tres básicos que lleva a cabo Retevisión a través de esa importante infraestructura técnica que constituye su red terrena que, con una disposición capilar, compuesta por más de 1.400 centros transmisores y reemisores de VHF y UHF y las estaciones de enlaces de microondas, que se ubican estratégicamente a lo largo y ancho de la geografía nacional, permite una cobertura radioeléctrica superior al 98 por 100 de la población.

Esta red se complementa vía satélite para conectar las redes de enlaces de la Península y las Islas Canarias.

SERVICIO DE CONTRIBUCIÓN

Para el intercambio de programas entre los distintos centros de producción de sus respectivos clientes, Retevisión presta el llamado servicio de contribución. Las imágenes y el sonido de un programa, producido por una determinada cadena en una ciudad, son transportadas por Retevisión hasta el centro emisor, y, a través de su red terrena de radioenlaces, pueden recorrer todo el país hasta el punto de destino solicitado por el cliente, tal y como expresa el gráfico.

Este intercambio de programas puede llevarse a cabo entre los centros de producción de una misma cadena situados en localidades distintas y entre los centros de producción de distintas cadenas, así como entre centros situados en España y cualquier otro punto del mundo.

SERVICIOS DE RETRANSMISIONES

En la retransmisión de un acontecimiento deportivo, un espectáculo musical u otro evento de interés para una cadena de televisión, Retevisión presta un servicio fundamental al recoger la señal desde la unidad móvil, el punto donde se inicia la producción de cualquier programa retransmitido, llevarla hasta la estación más próxima de su red, y, desde allí, al centro de producción de esa cadena, donde se llevará a cabo la realización definitiva para que ese programa esté en condiciones de ser emitido, ya sea en directo o en diferido.

El transporte de la señal se realiza, una vez más, a través de la red de radioenlaces de Retevisión que conecta ambos puntos, bien con enlaces móviles, bien con enlaces fijos.

RETEVISION I, S.A. es el principal operador español de redes públicas de transporte y difusión de señales de televisión. Asimismo proporciona infraestructura para la radiodifusión sonora y presta servicios vía satélite VSAT. Su origen va vinculado a la liberalización de las telecomunicaciones en España.

Desde 1988, fecha de creación del Ente Público de la Red Técnica Española de Televisión (por la Ley 37/1988), hasta la entrada en vigor de la Ley 12/1997, de Liberalización de las Telecomunicaciones, el Ente Público era el encargado de la prestación del servicio portador de difusión (que hasta entonces se autoprestaba RTVE) a través de la gestión de los bienes y derechos que el Estado le adscribió para conseguir dicho fin.

El Real Decreto-ley 6/1996, de 7 de junio de liberalización de las telecomunicaciones (tramitado posteriormente como Ley 12/1997) estableció la creación de una sociedad anónima, Retevisión, S.A., a la que se aportaban todos los bienes y derechos pertenecientes al Estado e integrantes de la red pública de telecomunicaciones que hasta dicho momento gestionaba el Ente Público. La sociedad fue privatizada y los servicios de telecomunicaciones y audiovisuales pasaron a ser prestados por RETEVISION I, S.A (RETEVISION).

La Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones liberaliza las infraestructuras de red soporte de los servicios de difusión de televisión y la Orden de 9 de marzo de 2000 establece el régimen del servicio portador soporte para la difusión de televisión a partir del 2 de abril de 2000. Desde esa fecha, cualquier operador de telecomunicaciones con licencia individual de tipo B o C puede so-

licitar la extensión de la misma a la instalación y explotación de infraestructuras de red soporte de los servicios de radiodifusión sonora y televisión.

Red de Difusión

Está formada por 2.394 centros de emisión que reciben la señal de la red terrena de transporte de satélite o de otros centros de emisión. Todos ellos emiten las señales para ser recibidas por los usuarios. En cada centro existe un emisor para cada una de las cadenas allí ubicadas, ya sean públicas o privadas, que comparten las infraestructuras, antenas, torres, edificios, sistemas de energía eléctrica y los sistemas de supervisión de red.

La red de difusión ha ido ampliándose a lo largo de los más de 45 años de existencia de la televisión en España. En el año 2000 se iniciaron las emisiones de televisión digital terrestre y en el 2001 las de radio digital terrestre. Actualmente el nivel de cobertura radioeléctrica de la población es superior al 98 por 100 en televisión analógica, del 80 por 100 en televisión digital y del 50 por 100 en radio digital. Estos porcentajes son muy elevados teniendo en cuenta la orografía de nuestro país.

Red de Transporte

La red de transporte de RETEVISION tiene como objeto llevar las distintas señales de televisión desde los centros de producción (estudios) hasta los centros de emisión, así como conectar los centros de producción entre sí y con los lugares de origen de las transmisiones (estadios, unidades móviles, productoras, etc).

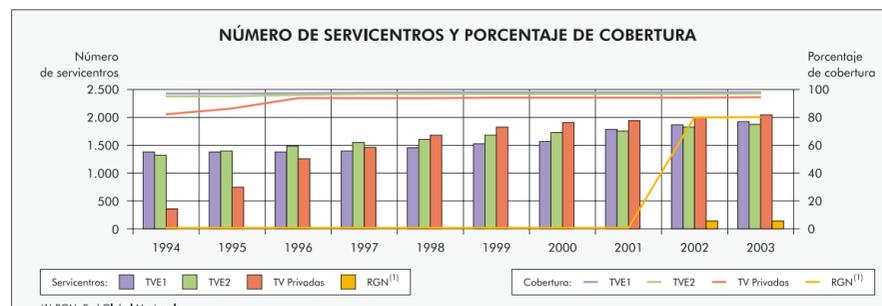
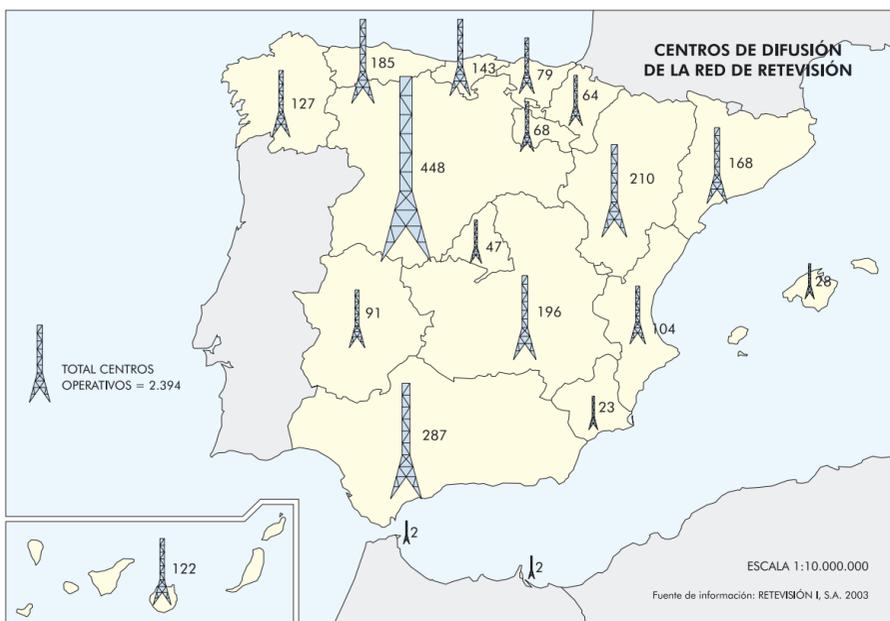
La red se basa fundamentalmente en radioenlaces de microondas con una extensión aproximada de 18.000 km. Originalmente, se trataba de radioenlaces ana-

lógicos que posteriormente, se fueron digitalizando para distribuir las señales de televisión privada, con equipos de tecnología PDH. Recientemente, se ha introducido la tecnología SDH para facilitar el despliegue de difusión digital terrenal. Los sistemas PDH tienen una capacidad de 140 Mbps, equivalente a cuatro canales de televisión codificados a 34 Mbps cada uno. La tecnología SDH utilizada dispone de una capacidad de 155 Mbps y ofrece sustanciales mejoras en la supervisión y gestión de la red.

RETEVISION utiliza la fibra óptica como medio de transmisión en áreas metropolitanas y en enlaces de larga distancia entre los grandes núcleos urbanos del país; también dispone de radioenlaces móviles para el acceso a la red fija en retransmisiones desde los centros no conectados a la red fija.

Medios de Satélite

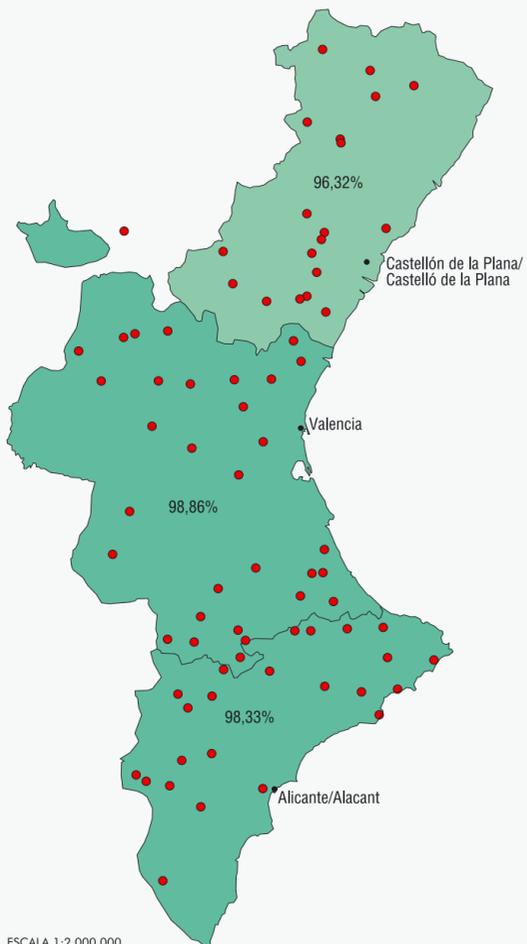
RETEVISION fue socio fundador de Hispasat, el sistema Español de Satélites, y desde enero de 1993, fecha en la que inició la prestación de sus servicios a través del satélite español. En la actualidad, RETEVISION utiliza seis transpondedores con carácter permanente y varios de forma ocasional. Los servicios prestados a través de Hispasat son los de distribución de señales de radio y televisión, contribuciones e intercambio de señales de televisión, distribución de señales de radiobúsqueda, comunicaciones de datos con redes VSAT, entre otros. Además, utiliza los satélites de los sistemas Eutelsat, INTELSAT, Panamsat y Astra cuando las necesidades de los servicios lo requieren. En cuanto al segmento terrestre, dispone de un telepuerto en Madrid (Arganda) y otro en Las Palmas de Gran Canaria, además de unidades móviles de satélite sobre camión y antenas transportables en contenedores tipo *fly-away*.



NÚMERO DE SERVICENTROS DE TELEVISIÓN SEGÚN PROGRAMA

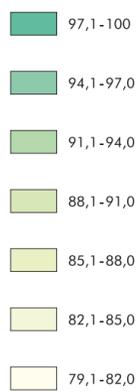
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
TV Pública	TVE1	1.376	1.376	1.376	1.396	1.453	1.524	1.565	1.784	1.866	1.927
	TVE2	1.327	1.397	1.489	1.554	1.611	1.684	1.725	1.755	1.827	1.871
	RGN	0	0	0	0	0	0	0	0	140	142
TV Autonómicas	Canal 9	51	53	68	69	69	69	72	72	72	72
	Canal Sur	176	176	176	178	179	179	0	0	0	0
	Telemadrid	17	19	19	19	19	19	20	20	22	24
	TDT Madrid	0	0	0	0	0	0	5	5	5	6
	TVAC	0	0	0	0	0	20	93	99	112	112
TV Privadas	TVCAM	0	0	0	0	0	0	0	28	28	28
	Tele 5	356	747	1.259	1.464	1.682	1.830	1.905	1.936	1.993	2.044
	Antena 3	356	747	1.259	1.464	1.682	1.830	1.905	1.936	1.992	2.043
	Canal Plus	356	747	1.259	1.464	1.682	1.830	1.905	1.934	1.990	2.041

CENTROS DE DIFUSIÓN ANALÓGICA DE CANAL 9



ESCALA 1:2.000.000

COBERTURA DE RETEVISIÓN PARA TV AUTONÓMICAS

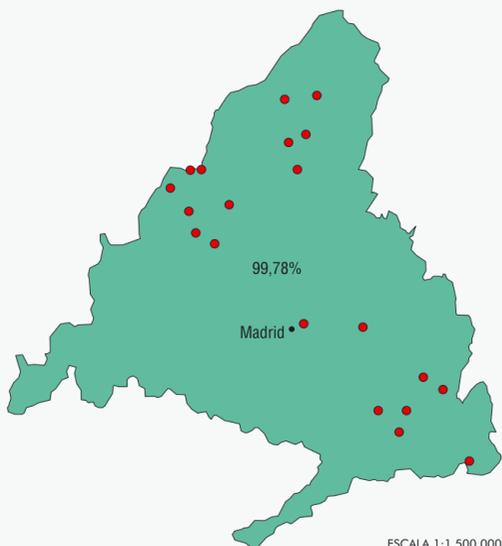


CENTROS DE DIFUSIÓN ANALÓGICA DE TV CASTILLA-LA MANCHA



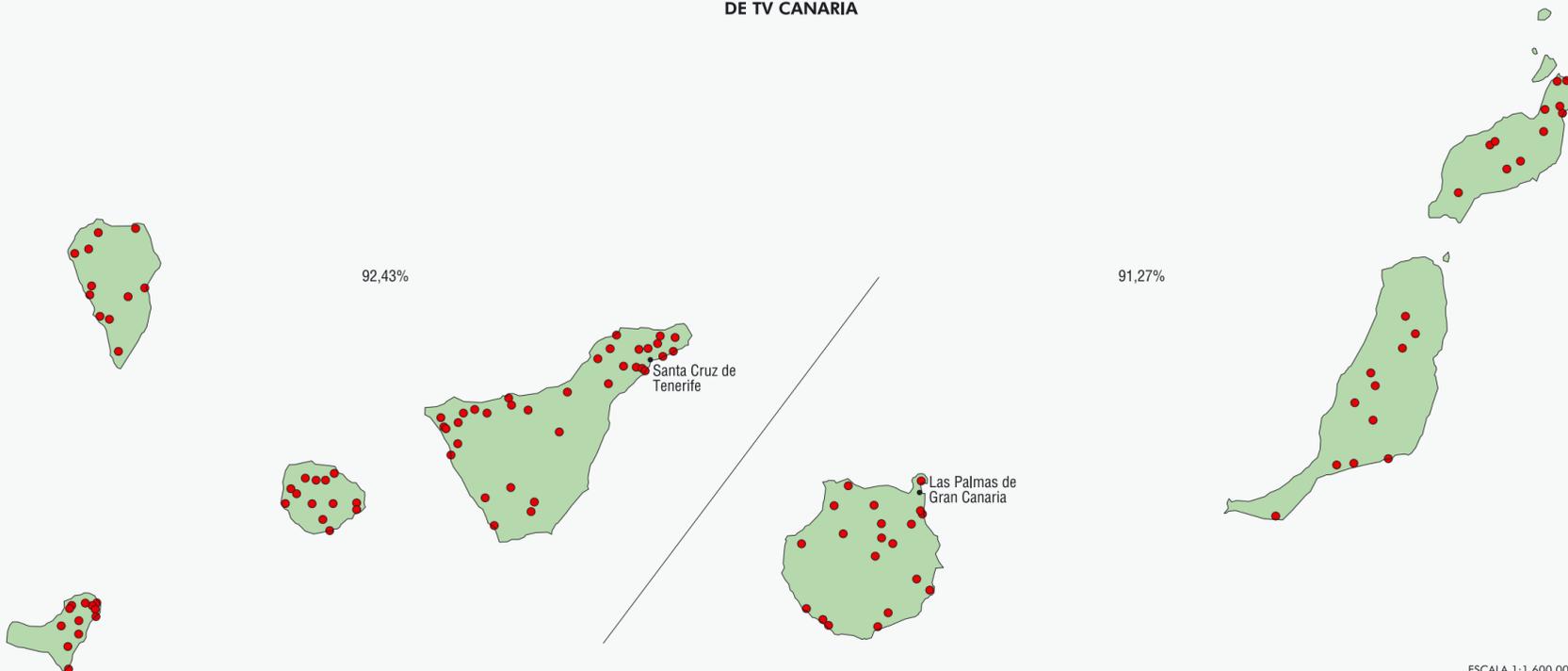
ESCALA 1:2.000.000

CENTRO DE DIFUSIÓN ANALÓGICA DE TELEMADRID



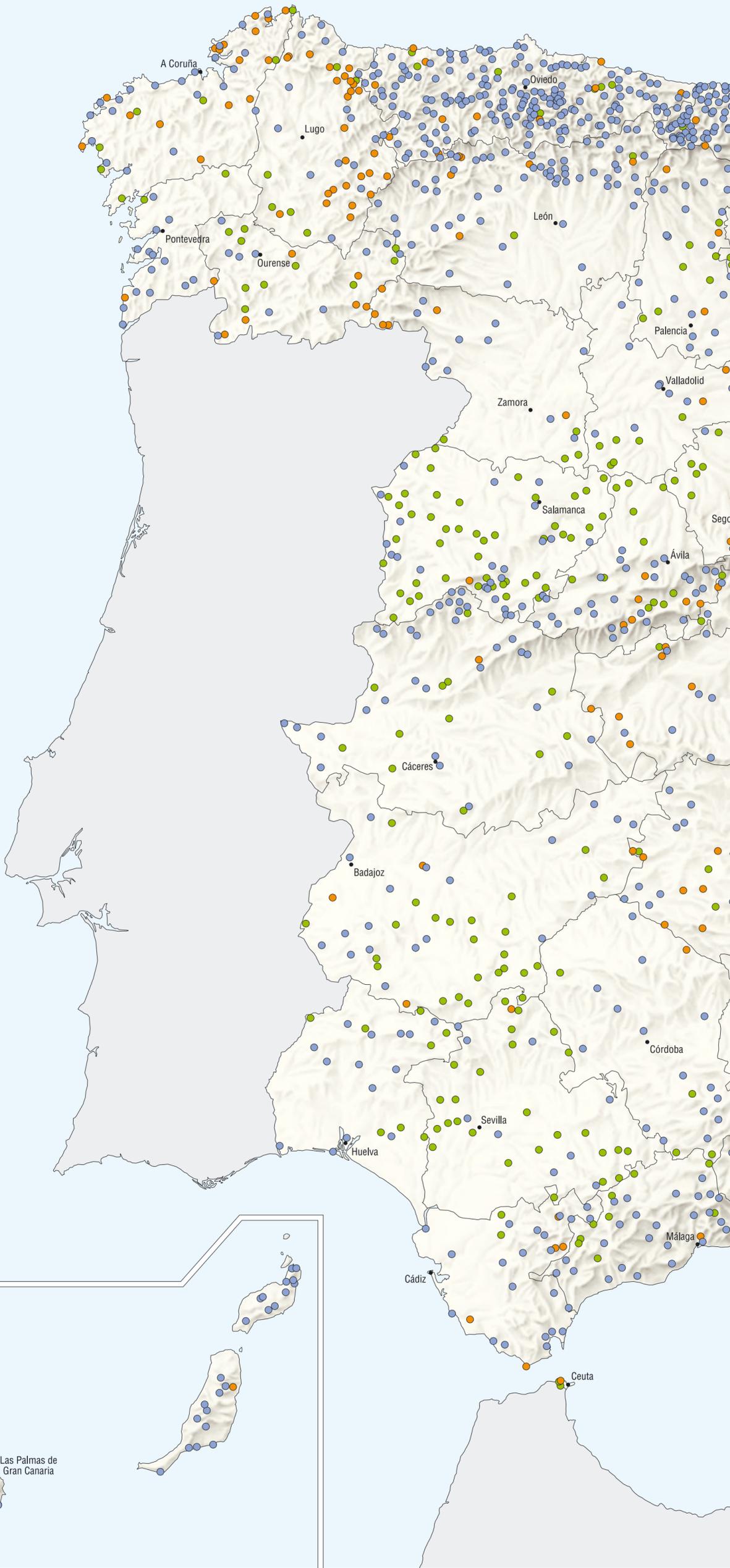
ESCALA 1:1.500.000

CENTROS DE DIFUSIÓN ANALÓGICA DE TV CANARIA



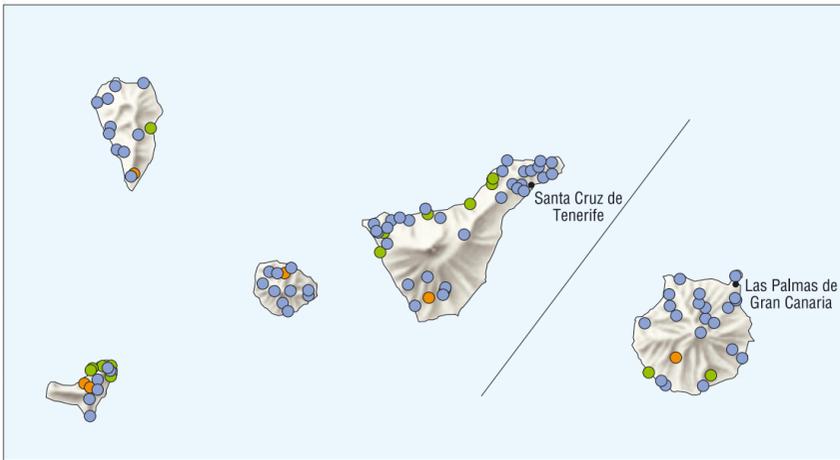
ESCALA 1:1.600.000

Fuente de información: RETEVISIÓN I, S. A. 2003



CENTROS DE DIFUSIÓN ANALÓGICA

- Centros de difusión analógica TV Pública
- Centros de difusión analógica TV Privada
- Centros de difusión analógica TV Pública y TV Privada



CENTROS DE DIFUSIÓN DE TELEVISIÓN ANALÓGICA



Centro emisor de Izaña (Tenerife)



Centro nodal de Torrespaña (Madrid)

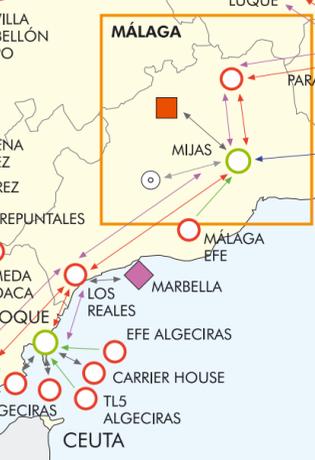
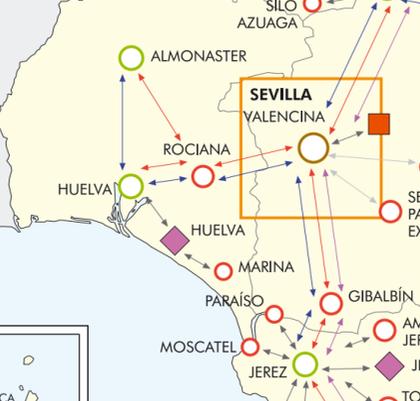
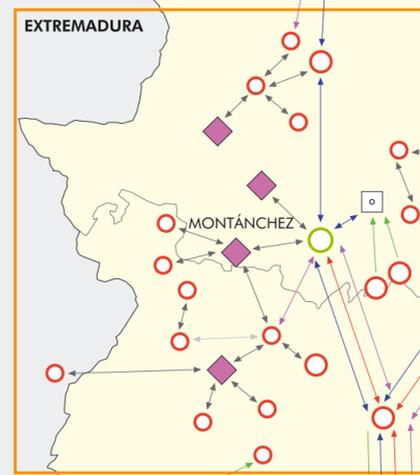
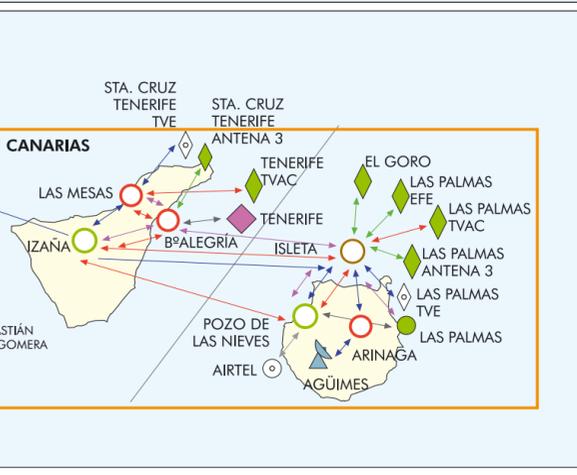
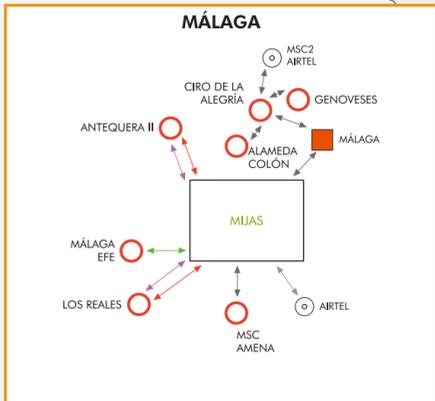
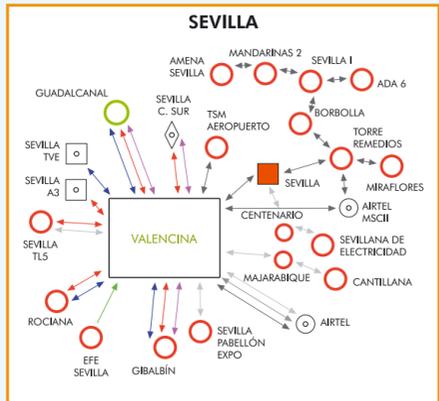
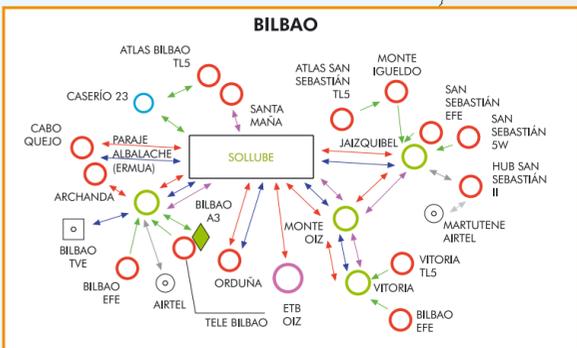
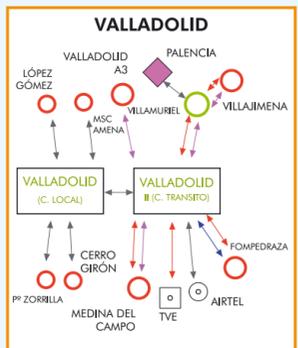
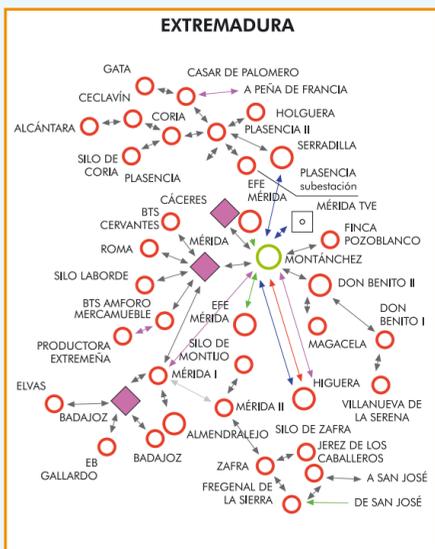
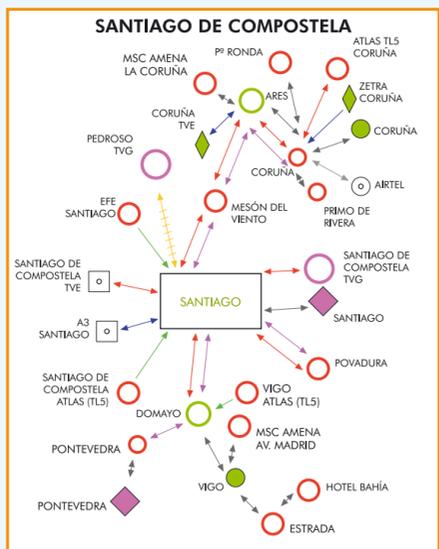
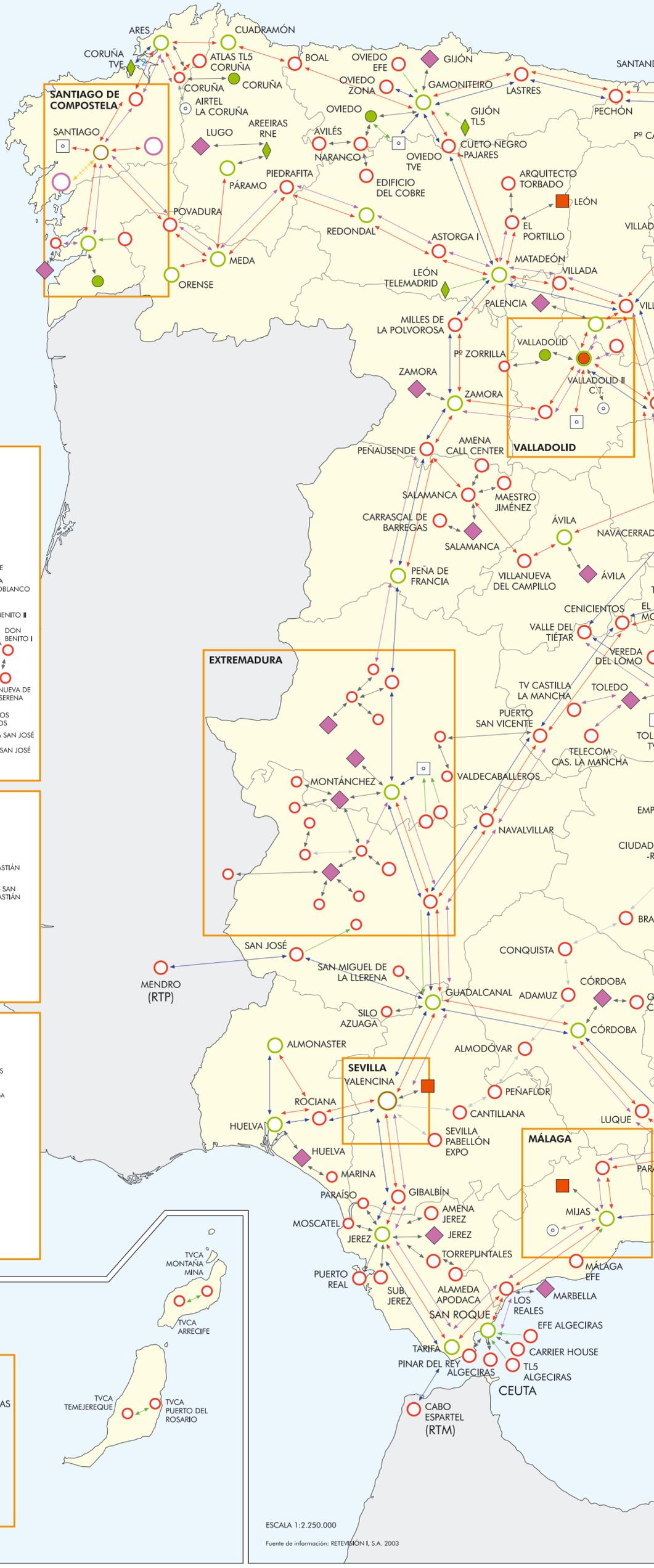


Torre de Collserola (Barcelona)

ESCALA 1:2.250.000

Fuente de información: RETEVISIÓN I, S.A. 2003

- Centro nodal y centro emisor
- Centro territorial
- Centro de producción
- Central tránsito
- Central local
- Central tránsito y central local
- Central internacional
- Enlace
- Enlace con TV autonómica
- Enlace y centro Emisor
- Enlaces Euskaltel
- Punto de interconexión Pdl
- Unidad informativa
- Estación terrena
- MSC Airtel
- Cable coaxial
- Enlaces analógicos
- Enlaces analógicos semifijs
- Enlaces digitales 155 Mbit/s SDH
- Enlaces digitales 140 Mbit/s PDH
- Enlaces PDH Auna TLC
- Enlaces SDH Auna TLC
- Fibra óptica
- Fibra óptica audiovisual



Redes de telecomunicaciones de la Generalitat de Catalunya. La Generalitat de Catalunya dispone de varias redes de telecomunicaciones para dar cobertura a diferentes servicios: Radio y Televisión de la Corporación Catalana de RTV, policía autonómica, bomberos, agentes forestales y el control de la situación de los ríos y embalses de Catalunya.

Para implementar estas redes se parte de una red troncal de microondas con tecnología digital por la que circulan todas las señales y datos necesarios para dar cobertura a todas estas redes, que tiene diversas estaciones emisoras o reemisoras para llegar al usuario final.

Para la ubicación de todo el equipamiento técnico necesario, la Generalitat de Catalunya dispone de unas cuatrocientas infraestructuras constituidas, básicamente, por una edificación en la que ubicar equipos y una torre soporte de los sistemas radiantes. La superficie total construida es de 12.230 m², y la longitud sumada de todas las torres es de 6.936 m. El Centro de Operación y de Control se encuentra emplazado en un lugar emblemático de las telecomunicaciones de Catalunya: la torre de Collserola, desde la que se realiza la explotación de todas las redes que a continuación se describen:

Red de difusión de RTV. Está constituida por estaciones emisoras y reemisoras, diseminadas por todo el territorio, lo que garantiza una perfecta cobertura. Actualmente, se difunden dos programas de TV (TV3 y C33) y se está realizando una prueba piloto con un nuevo programa de noticias 24 horas denominado 3x24. Por lo que se refiere a programas de radio, cuatro se difunden en FM (Banda II): Catalunya Radio, Catalunya Informació, Catalunya Música y Catalunya Cultura. Actualmente, se están realizando dos pruebas piloto, una de TDT, que es la nueva TV digital terrestre, y otra del sistema DAB, que es la radio digital del futuro.

Red Àgora. Es una red con tecnología digital según el estándar TETRA, que permite el transporte tanto de voz como de datos. La utilizan, principalmente, los servicios de emergencia y seguridad. Actualmente, la red da servicio a los

siguientes organismos: cuerpo de bomberos, agentes rurales, Servicio de Emergencias Médicas (SEM), Instituto Catalán del Suelo (INCASOL), Agencia Catalana del Agua (ACA), Dirección General de Pesca, red de estaciones automáticas meteorológicas (Xmet), departamento de Política Territorial y Obras Públicas (PTOP), Servicio de Coordinación de Actividades Radioactivas (SCAR), Servicio Catalán de Tránsito (SCT).

Red Nexus. Es otra red digital según el estándar TETRAPOL, que proporciona el servicio en exclusividad de comunicaciones móviles al cuerpo policial de los Mossos d'Esquadra. Se trata de una red de alta seguridad con todas sus comunicaciones de voz y de datos cifrados.

Red de control de la situación de los ríos y embalses de Catalunya (SAIH). Sistema Automático de Información Hidrológica. La Agencia Catalana del Agua dispone de una red de comunicaciones para recoger los datos de los diferentes sensores de nivel y caudal que tiene repartidos por todo el territorio (cuencas interiores), tanto en los embalses como en los ríos. También dispone de otros sensores situados en lugares estratégicos, donde se recogen datos de la cantidad de lluvia y nieve caída, necesarios para llevar a cabo una gestión adecuada de los recursos hidráulicos. El número total de sensores es de 141.

La **Secretaría Xeral de Comunicación Galega** cuenta con una red propia de radio (RAG) y televisión (TVG) para la difusión de programas en la comunidad autónoma de Galicia. La red autonómica de radio comenzó a funcionar el 16 de junio de 1985, y la red de televisión el 24 de julio del mismo año.

TV analógica. Esta red se comenzó a construir en 1985 con el fin de prestar servicios de difusión y transporte requeridos por la radio y la televisión de Galicia. Inicialmente, se contaba con un centro emisor en Pedrosa desde donde se enviaban las señales de televisión y radio que se recogían en otros cinco centros que la difundían a alta potencia. Había además otros doce centros reemisores de menor potencia.

A partir de 1987, se instalan los radioenlaces analógicos que interconectaban los cinco centros principales con la de San Marcos, además del que ya existía en Pedrosa. De esta manera se consigue una red troncal de TV, con centro en San Marcos, utilizando radioenlaces analógicos en la banda de 8 Ghz, que alimenta a los seis centros principales de la red de emisores: Pedrosa, Bailadora, Domaio, Páramo, Xistral y Meda.

En 1990, se inicia un plan de potenciación al construir una extensa red secundaria de reemisores de televisión que complementa enormemente la cobertura de este servicio por gran parte de Galicia. Simultáneamente comienzan a instalarse los microreemisores de televisión, que posibilitan completar la extensión de la cobertura de televisión a la práctica totalidad del territorio de la comunidad autónoma.

Actualmente, la red consta de seis centros emisores, 133 emisores y reemisores y más de 700 microrreemisores, además de una completa red de distribución y contribución de enlaces de televisión que permite conectar todos los centros y las delegaciones de la TVG.

TV digital DVB-T. El despliegue de la televisión digital se inició en el año 1998, y en la actualidad cuenta con 22 centros emisores y dos centros reemisores. La infraestructura instalada permite transmitir cuatro o cinco programaciones de televisión por un solo canal; se trata de una red isofrecuencia de ámbito autonómico. La aportación de señales a los centros emisores se realiza mediante radioenlaces digitales en su mayor parte. Se trata de una red en constante crecimiento.

Radio analógica FM. Red compuesta por ocho centros emisores y 28 centros reemisores.

Radio digital DAB. Esta compuesta por ocho centros emisores que cubren las principales ciudades gallegas.

Red trunking. Red de comunicaciones móviles compuesta por 24 emisores y dos «Cell-Extenders».

RED DE DIFUSIÓN

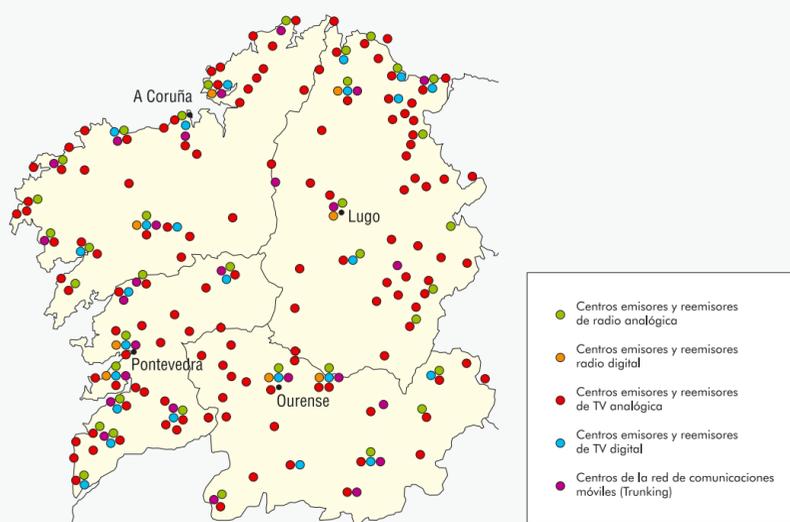


ESCALA 1:2.250.000
Fuente de información: TRADIA ABERTIS. Difusió Digital Societat de Telecomunicacions, S.A. 2003

RED DE TRANSPORTE



RED DE DIFUSIÓN



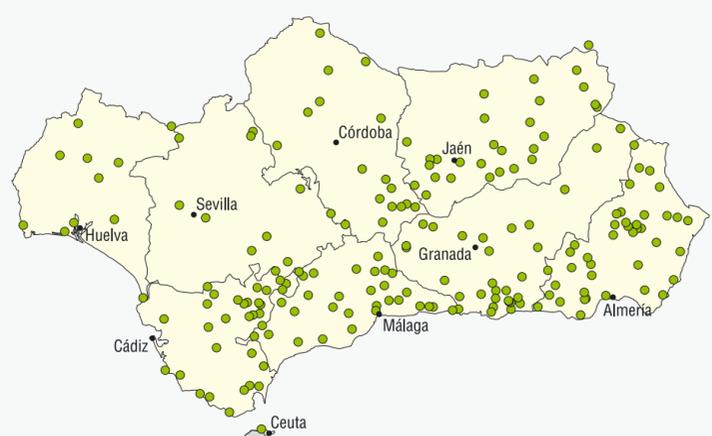
ESCALA 1:2.250.000
Fuente de información: Dirección Xeral de Comunicación Social, Xunta de Galicia. 2003

RED DE DIFUSIÓN DEL PAÍS VASCO



Fuente de información: Subdirección General del Espectro Radioeléctrico. Ministerio de Ciencia y Tecnología. 2003

RED DE DIFUSIÓN DE ANDALUCÍA



ESCALA 1:4.300.000

DIFUSIÓN TERRENAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DIGITAL

Los servicios de radiodifusión digital (sonora y de televisión), en su vertiente terrenal, se caracterizan por una elevada calidad técnica de imagen y sonido, por una gran inmunidad frente al ruido y las interferencias, por su facilidad de reconfiguración dinámica y por su flexibilidad para la recepción tanto con aparatos domésticos fijos como con receptores a bordo de vehículos o portátiles pero, también, se caracteriza por el aprovechamiento eficaz de un recurso limitado y escaso como es el espectro radioeléctrico y por el incremento sustancial de la capacidad para disponer de un mayor número de programas.

Además, la tecnología digital de la radio y la televisión, basada principalmente en técnicas de compresión de la imagen y el sonido (MPEG) y en la modulación multiportadoras (OFDM), que proporcionan una notable mejora en la calidad, contiene peculiaridades que la diferencian sustancialmente de las formas de explotación técnica convencional existentes en la tecnología analógica.

Fundamentalmente, estas peculiaridades consisten en un uso más eficaz del espectro radioeléctrico, permitiendo incrementar la capacidad para un mayor número de programas y reduciendo las distancias de reutilización de las frecuencias, además de otras ventajas como son la posibilidad de funcionar en redes de frecuencia única (SFN) y la posibilidad de incorporar numerosos servicios adicionales de transmisión de datos: servicios interactivos con la programación, anuncios interactivos, noticias, telecompra, telebanca, teleeducación, mensajes de tráfico en el vehículo, mapas de información meteorológica, a los que puede dedicarse un máximo del 20 por 100 de la capacidad total de transmisión digital del canal.

La explotación de los servicios de radio y televisión digitales puede realizarse tanto en redes de frecuencia única como en redes multifrecuencia (MFN) en cualquiera de los ámbitos de cobertura nacional, autonómico y local, contemplados en la legislación.

Bandas de frecuencias

La televisión digital terrenal utiliza la banda de frecuencia UHF (ondas decimétricas), la mayor parte de las cuales (canales 21 a 65) se encuentra ocupada por estaciones de televisión analógica convencional, mientras que el resto (canales 66 a 69) se utiliza exclusivamente para la televisión digital de ámbito nacional.

Para posibilitar el desarrollo paulatino de la televisión digital, el Plan Técnico Nacional de la Televisión Digital Terrenal ha previsto un período transitorio que, en principio, finalizará el 31 de diciembre de 2011 durante el cual las estaciones de televisión analógica irán cesando en sus emisiones para dejar espectro radioeléctrico disponible para la televisión digital. Por esto se dice que la televisión digital es una tecnología sustitutiva de la televisión analógica. La programación, pública y privada, difundida en la actualidad por las estaciones de televisión analógica se emitirá simultáneamente durante un largo período a través de estaciones de televisión digital, con cobertura radioeléctrica equivalente, antes del cese de emisiones analógicas.

Por su parte, la radio digital utiliza los canales 8 a 11 de la banda de frecuencia VHF (ondas métricas), ocupada todavía por algunas estaciones de televisión analógica que disponen de canales reservados en la banda UHF para continuar con sus emisiones. Además, también se ha previsto para la radio digital una futura ampliación de espectro a la banda L (1,5 GHz); por lo tanto, no se considera que la radio digital sea una tecnología sustitutiva de la radiodifusión sonora en onda media (OM) o en frecuencia modulada (FM).

Canales radioeléctricos

Los canales radioeléctricos de la televisión digital ocupan la misma anchura de banda (8MHz) que los canales utilizados por la televisión analógica pero, debido a la utilización de técnicas de compresión de las señales de imagen y sonido (MPEG), tienen capacidad para un número variable de programas de televisión en función de la velocidad de transmisión, que puede oscilar de un único programa de televisión de alta definición (gran calidad de imagen y sonido) a cinco programas con calidad técnica similar a la actual (norma de emisión G con sistema de color PAL), o incluso más programas con calidad similar al vídeo.

Por otra parte, lo que en televisión digital se denomina canal radioeléctrico en radio digital recibe el nombre de bloque de frecuencias y tiene una anchura de banda de 1,5 MHz aproximadamente, por lo tanto, caben cuatro bloques (A, B, C y D) en cada canal de televisión analógica de las bandas VHF (7 MHz), con determinadas bandas de guarda entre bloques. Igualmente, en cada bloque de frecuencias existe capacidad para un número variable de programas de audio en función de la velocidad de transmisión que oscila, por ejemplo, entre cuatro programas con calidad similar al disco compacto (CD) y doce programas con calidad monofónica.

Estructura de las redes

Las redes de frecuencia única (SFN) son redes de radiocomunicaciones integradas por transmisores que emiten por el mismo canal radioeléctrico o, en su caso, por el mismo bloque de frecuencias o la misma programación a una zona geográfica sin que se produzcan interferencias mutuas; para ello se requiere que exista un intervalo temporal de guarda suficientemente largo después de cada intervalo útil.

En cambio, las redes multifrecuencias (MFN) emiten en diferentes canales para cubrir una amplia zona geográfica, haciendo un mayor uso del espectro radioeléctrico pero permitiendo la regionalización de sus programas.

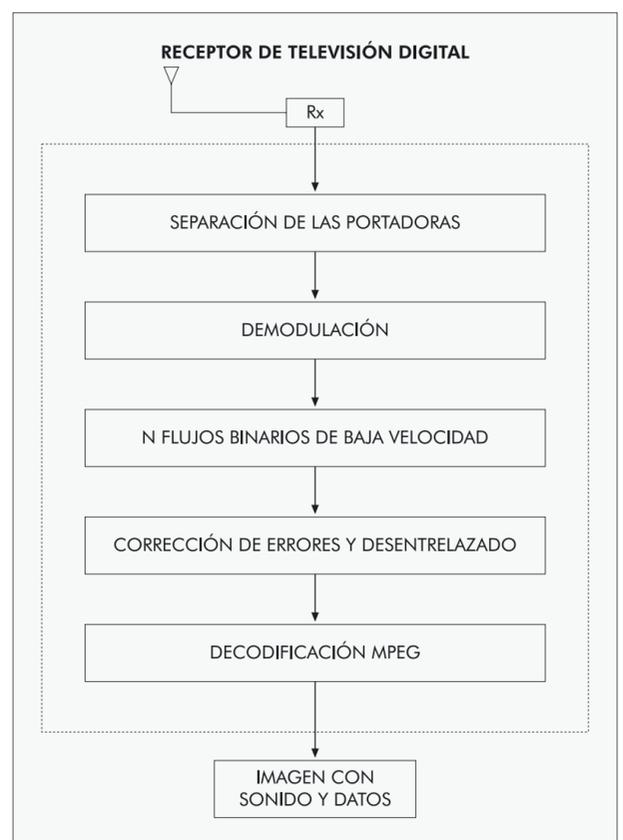
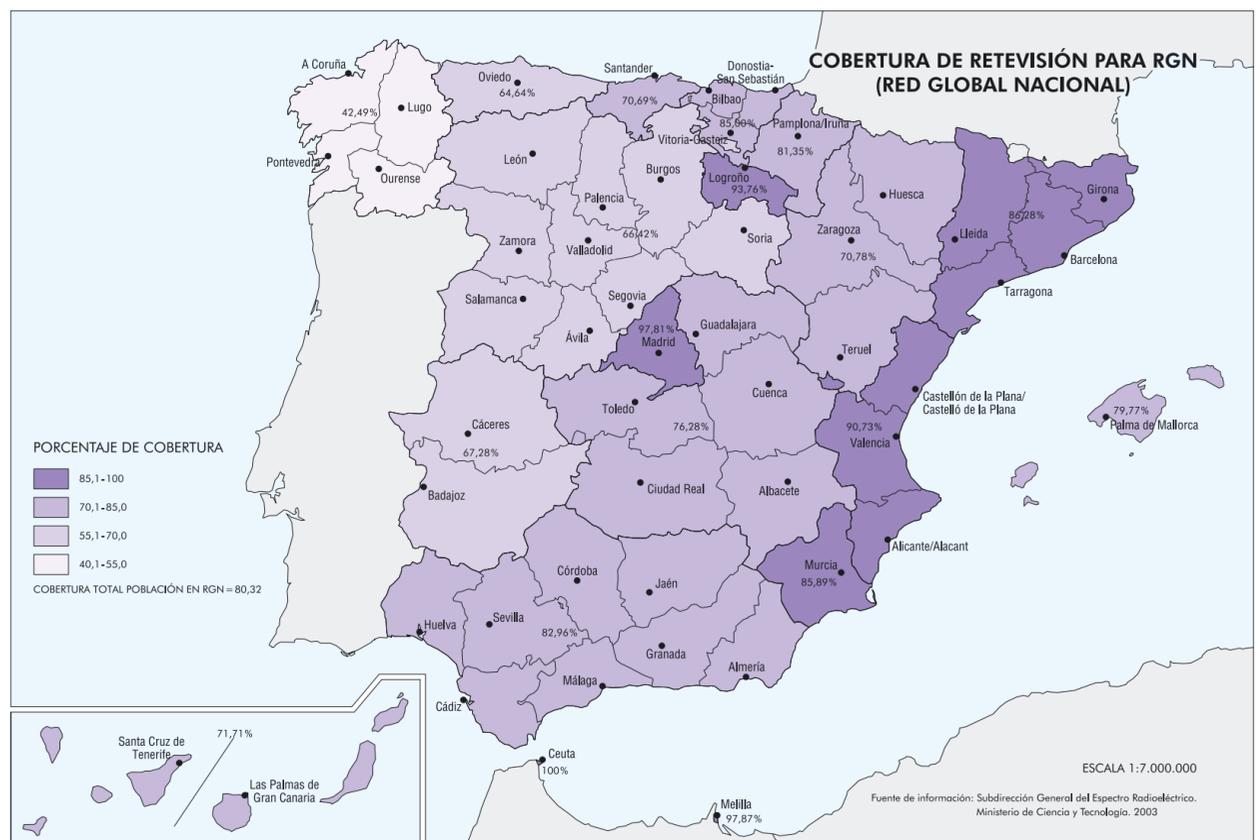
Para favorecer la implantación de la radio y televisión digitales se aprovecha gran parte de las infraestructuras existentes para la radio y la televisión, tanto en transmisión (instalaciones y antenas de emisión) como en recepción (antenas colectivas); no obstante, la captación de los programas emitidos con tecnología digital requerirá un nuevo equipamiento para el usuario (amplificadores de la señal de antena, descodificadores que adapten la señal digital al televisor analógico, o receptores digitales de radio o televisión que incorporen internamente el descodificador).

Naturaleza del Servicio y Título Habilitante

La explotación de los servicios requiere el correspondiente título habilitante. Estos títulos, que revisten la forma de concesión, son otorgados por el Estado cuando la cobertura es de ámbito nacional y por las correspondientes comunidades autónomas cuando son de ámbito territorial autonómico o de ámbito local pero, en cualquiera de estos casos, los canales radioeléctricos utilizados para la difusión sólo pueden ser los contemplados en los correspondientes Planes Técnicos Nacionales de Televisión.

La asignación de los canales radioeléctricos es efectuada por el órgano competente de la Administración General del Estado y reviste la forma de concesión o afectación demanial, y está gravada por la tasa de reserva del dominio público radioeléctrico.

Para obtener la concesión del servicio de televisión por entidades privadas debe concurrirse a los correspondientes concursos públicos convocados por el Estado o por las comunidades autónomas.



LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Desde mediados de los años setenta estamos asistiendo a una profunda transformación de la sociedad debida, en gran medida, al desarrollo de nuevas tecnologías que permiten difundir, procesar y almacenar información a alta velocidad y bajo coste.

Esta nueva sociedad, evolución de una sociedad postindustrial denomina como Sociedad de la Información, está cambiando nuestras formas de trabajo, de comunicación y la manera de relacionarnos. La Unión Internacional de Telecomunicaciones, agencia dependiente de Naciones Unidas, ha definido la Sociedad de la Información como aquella en la que «... todos pueden crear, acceder, utilizar y compartir la información y el conocimiento para hacer que las personas, las comunidades y los pueblos puedan desarrollar su pleno potencial y mejorar la calidad de sus vidas de manera sostenible».

Se va a pasar, por tanto, de una sociedad organizada geográficamente a una «sociedad red», interconectada en nodos, donde las telecomunicaciones son las infraestructuras soporte para el proceso, difusión, almacenamiento y envío de información.

La digitalización (conversión de las señales analógicas en señales binarias) de las redes de telecomunicaciones supuso una revolución en el tratamiento de la información. Se pasó de redes específicas diseñadas para cada tipo de servicio (telefonía, télex, telegrafía) a redes digitales que, como consecuencia de las innovaciones tecnológicas, eran capaces de transmitir señales con un mayor contenido de información en un tiempo menor.

La Red Digital de Servicios Integrados (RDSI), que comenzó a funcionar en el año 1993, constituye el primer intento de una red digital multiservicio de las denominadas autopistas de la información. Posteriormente, se han ido desarrollando redes de mayor capacidad de ancho de banda que son de uso común para empresas y ciudadanos: tecnología DSL para transmisión de datos a alta velocidad empleando el bucle de abonado telefónico, redes de fibra óptica con una capacidad de transmisión casi ilimitada, tecnologías mixtas de fibra óptica y cable coaxial (denominadas HFC).

Tal y como señalaba la UIT en un informe publicado en marzo del 2002, actualmente se está llevando a cabo una «reinvención de las telecomunicaciones»: las primeras redes de telecomunicaciones (télex, telégrafo) permitían la transmisión de datos; posteriormente, las telecomunicaciones se desarrollaron en torno al teléfono y a la transmisión de voz; la tendencia actual es ir, como en los albores, hacia redes de transmisión de datos que ya son capaces de transportar voz, datos e imágenes.

Capítulo aparte merece la red Internet que es, sin duda, el paradigma de medio tecnológico por excelencia de la Sociedad de la Información. Está constituida por un conjunto de redes conectadas entre sí con extensión mundial; permite una interacción a nivel mundial y en tiempo real que supera las barreras de la localización geográfica y

contrariamente a lo que se piensa, que Internet no es una red con orígenes en la investigación militar, pues que J. Licklider, del Instituto Tecnológico de Massachussets quien propuso en 1972 el concepto de «red galáctica» en el que un usuario pudiese acceder mediante su ordenador a datos y programas contenidos en cualquier otro ordenador del mundo.

En el año 1973, se desarrolló el protocolo de comunicación TCP/IP que provee mejoras importantes como los algoritmos para evitar pérdidas de datos. Es en este momento cuando la Red adquiere una base tecnológica que contribuirá positivamente a su fuerte desarrollo.

Por último Tim Berners-Lee, físico del Centro Europeo de Investigación Nuclear, desarrolla en 1989 una herramienta informática para el intercambio de información entre los científicos que trabajan en el centro: el primer navegador de Internet, tal y como lo conocemos hoy.

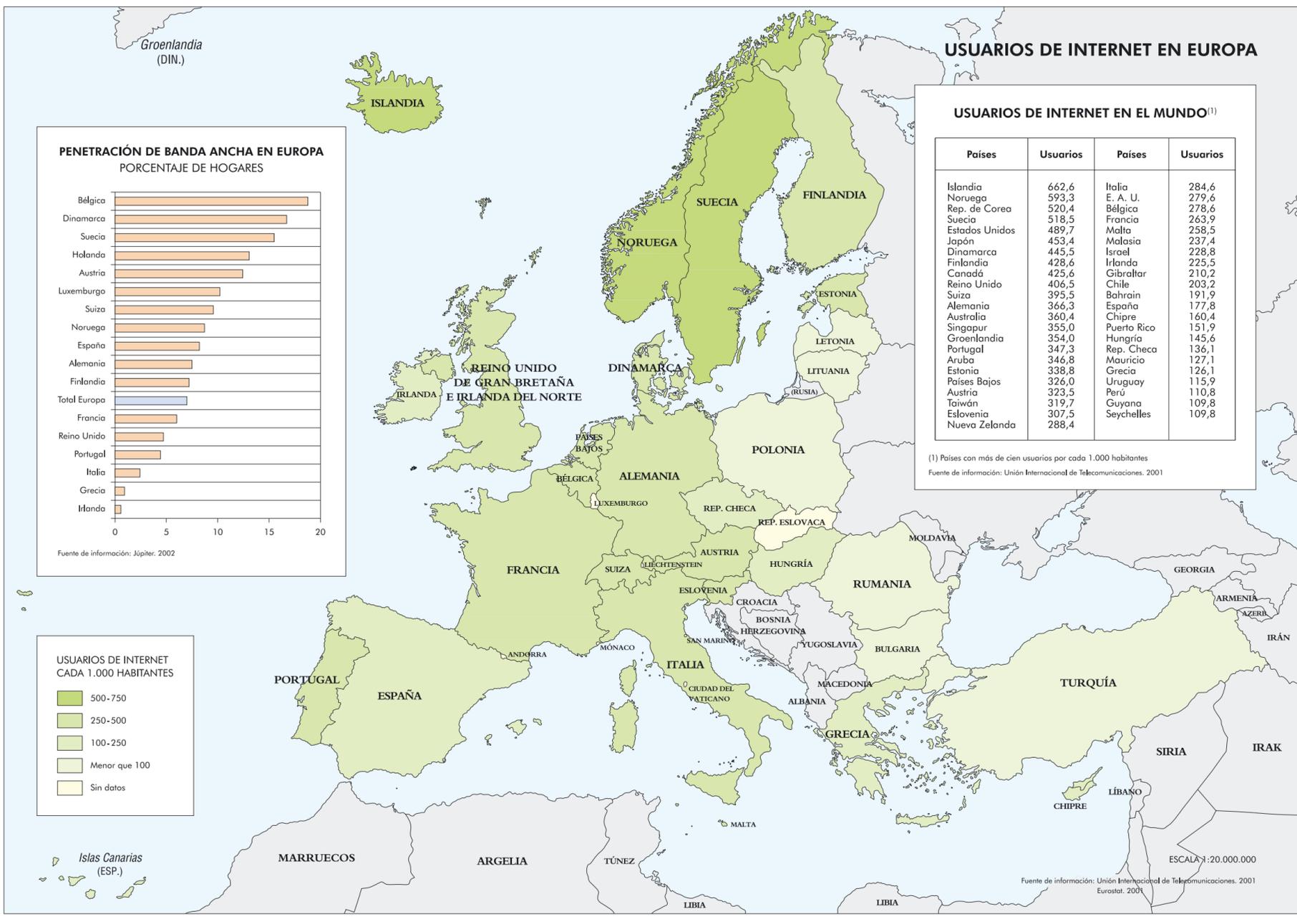
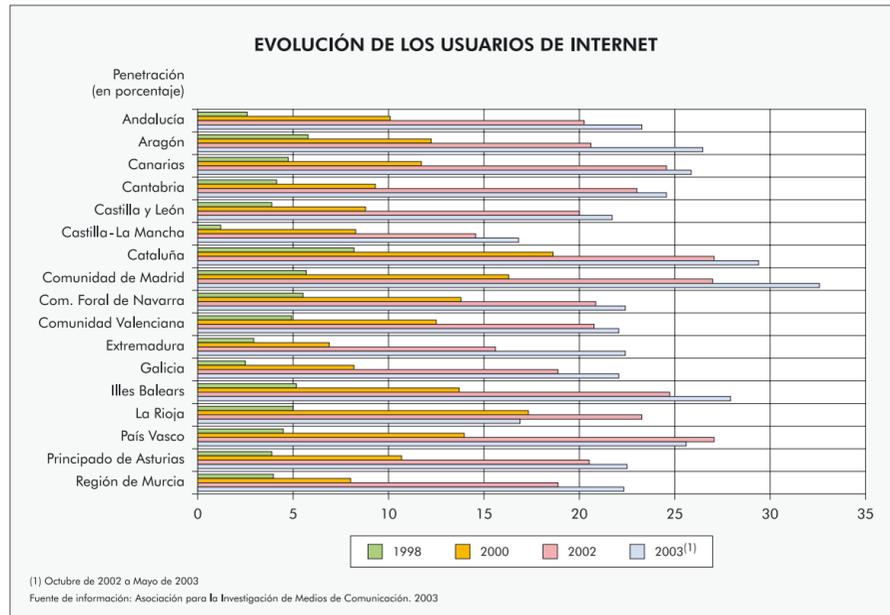
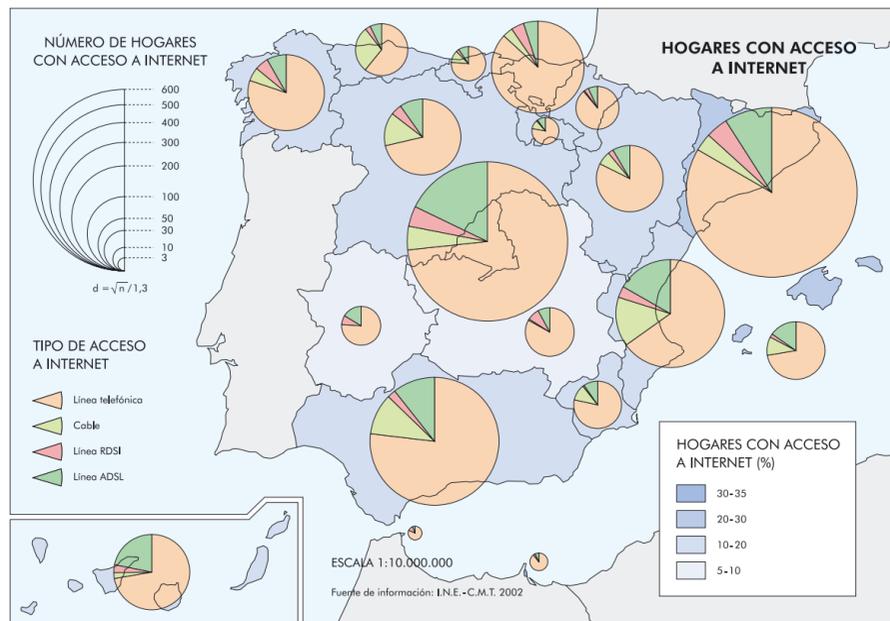
La influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se extiende a todos los ámbitos sociales. En sectores como la sanidad y la educación, las nuevas tecnologías están provocando una revolución de la que hasta ahora sólo conocemos sus primeros estadios.

La sociedad cambia y las nuevas tecnologías ofrecen otras posibilidades de comunicación orientadas a las nuevas necesidades. Desde los últimos años del siglo XX, quizás el rasgo más destacado sea la movilidad: la necesidad de estar comunicado en cualquier lugar y momento. A principios de 2002, los clientes de telefonía móvil en el mundo superaron, por primera vez el número de líneas telefónicas fijas. No son sólo los países ricos los usuarios de las nuevas tecnologías móviles; el menor coste de implantación de soluciones inalámbricas hace que países con menor grado de desarrollo apuesten por este tipo de soluciones. No en vano, Camboya fue el primer país en el que las líneas telefónicas móviles superaron las fijas, seguido por Finlandia.

Las TIC están modificando profundamente la organización del trabajo en las empresas. Las nuevas tecnologías aumentan la eficiencia y la productividad en el trabajo y permiten deslocalizar labores productivas y mejorar la manera en que las empresas se relacionan con sus clientes y proveedores.

La Administración, consciente de las ventajas que reporta a los ciudadanos, ofrece cada vez más servicios accesibles de manera electrónica, que simplifican los trámites burocráticos y aumenta la eficiencia y eficacia en la relación con el ciudadano. Ya se están desarrollando aplicaciones que, sin duda, impulsarán el uso de lo que se ha denominado «administración-electrónica»: DNI electrónico, pago de impuestos, realización de trámites como matrícula de vehículos y registro de empresas...

La sanidad es otro ejemplo de sector beneficiado por las TIC: a través, por ejemplo, de nuevas aplicaciones de diagnóstico, de mejora de la eficiencia en la gestión o de posibilidades de relación entre profesionales del sector.



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

Director General
ALBERTO SERENO ÁLVAREZ

Subdirector General de Aplicaciones Geográficas
SEBASTIÁN MAS MAYORAL

Jefe del Área de Cartografía Temática y Atlas Nacional - Director del Proyecto
FERNANDO ARANAZ DEL RÍO
(hasta 1 de diciembre de 2003)

JOSÉ MARÍA GARCÍA-COUREL Y DE MENDOZA
(desde 1 de diciembre de 2003)

Coordinación General

ALFREDO DEL CAMPO GARCÍA

Coordinación del Grupo	Equipo de Redacción	Producción General	Revisión de textos y toponimia	
CONCEPCIÓN ROMERA SÁEZ MARÍA PILAR SÁNCHEZ-ORTIZ RODRÍGUEZ	CONCEPCIÓN ROMERA SÁEZ MARÍA PILAR SÁNCHEZ-ORTIZ RODRÍGUEZ SITEP, S. L.	LAURA CARRASCO PÉREZ DIEGO GÓMEZ SÁNCHEZ	TERESA ALBERT FERNÁNDEZ	
Diseño Gráfico	Presentación Multimedia	Operador Cartográfico	Edición y Trazado	Talleres Cartográficos
MANUEL AVENDAÑO LAYUNTA LAURA CARRASCO PÉREZ RAMÓN ORS IRIARTE DAVID TAPIADOR ESCOBAR ALFONSO DE TOMÁS GARGANTILLA	ALFONSO DE TOMÁS GARGANTILLA	ÍNIGO RINCÓN JIMÉNEZ-MOMEDIANO	TORCUATO RIVAS VEGA	CARLOS CIRUELOS GUIJARRO

COORDINACIÓN CIENTÍFICA

JUAN CAÑAS SANTOS
Consejero Técnico
Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información
Ministerio de Ciencia y Tecnología

COLABORADORES CIENTÍFICOS

ANTONIO ADAMEZ DÍAZ Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, S.A	BEGOÑA JIMÉNEZ GARCÍA D. G. de Comunicación. Telefónica, S.A	JORGE MONTERO SAEZ Telefónica Móviles España, S.A.
BORJA ADSUARA VARELA RED.ES	JOSEFA JIMÉNEZ ALBARRÁN Museo Nacional de Ciencia y Tecnología	LUIS MUÑOZ LÓPEZ CMT
JAVIER BARBERO MARTÍN Retevisión I, S.A	IÑAKI LATASA ERRECART Hispasat, S.A	ANTONIO ORTUÑEZ AGUILAR Retevisión I, S.A.
LUIS BOTI TUSET Tradía	MANUEL LÓPEZ MARTÍNEZ DGTTI	JOSÉ RAMÓN CAMBLOR DGTTI
MARIANO CAAMAÑO PALOMAR) Retevisión I, S.A	RAMÓN LORO SÁNCHEZ DGTTI	MODESTO ROBLEDO BLANCO Ministerio de Fomento
JAIME CASTELLANO CACHARO RED.ES	ALICIA MARGARITA LUENGO ESCRIBANO Ministerio de Fomento	RAFAEL ROMERO FRÍAS Fundación Telefónica
JOSÉ MARÍA CASTRO SOTO Telefónica de España, S.A.U	JOSÉ MARÍA MAYORGA BURGOS Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, S.A.	BERNABÉ SIERRA LÓPEZ Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, S.A.
JAUME CLAVERA ORTÍZ Generalitat de Catalunya	JOSÉ MARÍA ROMEO LÓPEZ	JUAN CARLOS SOLÍS Telefónica de España, S.A.U.
MARÍA VICTORIA CRESPO GUTIÉRREZ Museo Postal y Telegráfico	JESÚS MARTÍN GÓMEZ Sociedad Estatal Correos y Telégrafos, S.A.	JAIME VÁZQUEZ OLIVÁN Xunta de Galicia
ANA GONZÁLEZ DE VEGA Vodafone, S.A	ÁNGEL MARTÍNEZ CARO Telefónica de España, S.A.U.	

ORGANISMOS E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación (AIMC)
Centro de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. Generalitat de Catalunya
Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones (CMT)
Consellería de Cultura, Comunicación Social e Turismo. Xunta de Galicia
Fundación Telefónica
Hispat S.A.
Inmarsat S.A.
Dirección General de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (DGTTI). Ministerio de Ciencia y Tecnología
Subdirección General de Regulación de Servicios Postales. Ministerio de Fomento
Museo Nacional de Ciencia y Tecnología. Ministerio de Ciencia y Tecnología
Museo Postal y Telegráfico
Observatorio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (RED.ES)
Retevisión I S.A.
Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos S.A.
Telefónica S.A.
Telefónica de España S.A.U.
Telefónica Móviles España S.A.
Tradía
Vodafone S.A.

ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA

- **1** Presentación, introducción e índice

SECCIÓN I

INFORMACIÓN GENERAL BÁSICA

- **2** Referencias generales
- **3a** Referencias cartográficas
- **3b** Tablas de datos geográficos
- **3c** Imagen y paisaje
- **4** Referencias históricas

SECCIÓN II

EL MEDIO TERRESTRE

- **5** Geología
- **6** Relieve
- **7** Edafología
- **8** Geofísica
- **9** Climatología
- **10** Hidrología
- **11** Biogeografía, flora y fauna
- **12** Espacios naturales protegidos

SECCIÓN III

EL MEDIO MARINO

- **13** El medio marino

SECCIÓN IV

INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA

- **14a** Información demográfica
- **14b** Potenciales demográficos

SECCIÓN V

OCUPACIÓN DEL TERRITORIO

Actividades económicas básicas

- **15** Ocupación del territorio y urbanismo
- **16** Minería
- **17** Agricultura, ganadería, selvicultura y pesca

SECCIÓN VI

ACTIVIDADES INDUSTRIALES

- **18** Energía
- **19** Sector Industria. Datos generales
- **20** Sector Industria. Datos sectoriales
- **21** Construcción, obras públicas y edificación

SECCIÓN VII

TRANSPORTES Y COMUNICACIÓN

- **22** Transporte por carretera
- **23** Transporte por ferrocarril
- **24** Transporte aéreo
- **25** Transporte marítimo
- **26 I** Transporte urbano
- **26 II** y otros medios de transporte
- **27** Comunicaciones

SECCIÓN VIII

COMERCIO Y FINANZAS

- **28** Actividades empresariales
- **29** Comercio interior
- **30** Comercio exterior
- **31** Finanzas y hacienda

SECCIÓN IX

OTRAS ACTIVIDADES Y SERVICIOS

- **32** Organización del Estado
- **33** Turismo
- **34** Sanidad
- **35** Educación y Ciencia
- **36a** Arte y Cultura
- **36b** Deportes
- **37** Trabajo, Seguridad Social y Servicios Sociales
- **38** Defensa, Seguridad y Justicia

SECCIÓN X

PROBLEMAS MEDIOAMBIENTALES

- **39** Problemas medioambientales

SECCIÓN XI

EL CONOCIMIENTO DEL TERRITORIO

- **40** El conocimiento del territorio: El Instituto Geográfico Nacional
- **41** El conocimiento del territorio: Otros organismos oficiales

SECCIÓN XII

INFORMACIÓN SOCIOLÓGICA

- **42** Sociología familiar
- **43** Sociología laboral
- **44** Sociología cultural
- **45** Sociología electoral

SECCIÓN XIII

SÍNTESIS GENERAL

- **46** Índice toponímico
- **47** Índices generales



COMERCIALIZA:

Centro Nacional de Información Geográfica

General Ibáñez de Ibero, 3
28003 MADRID

Información General Tel. 91 597 95 14
Fax 91 553 29 13

Venta de Publicaciones Tel. 91 597 96 44
Fax 91 535 25 91
<http://www.cnig.es>

E-mail: webmaster@cnig.es - consulta@cnig.es

Servicios Regionales y Centros Provinciales