CLARA LUZ ÁLVAREZ

Derecho de las telecomunicaciones

Tercera edición

EDITORIAL TEMIS
OBRAS JURÍDICAS

DERECHO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Álvarez, Clara Luz, 1972-
Derecho de las telecomunicaciones / Clara Luz Álvarez. -- Bogotá : Editorial Temis, 2014.
328 páginas ; 23 cm.
Incluye bibliografía e índices.
ISBN 978-958-35-1000-7
1. Derecho informático 2. Derecho a la información 3. Telecomunicaciones - Aspectos legales 4. Informática - Legislación 5. Política de telecomunicaciones I. Tít.
343.0994 cd 21 ed.
A1443246

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

CLARA LUZ ÁLVAREZ GONZÁLEZ DE CASTILLA

DERECHO DE LAS TELECOMUNICACIONES

Tercera edición,
ampliada y revisada

EDITORIAL TEMIS S. A.
Bogotá - Colombia
2021



ANTES QUE EL LIBRO CIENTÍFICO MUERA

El libro científico es un organismo que se basa en un delicado equilibrio. Los elevados costos iniciales (las horas de trabajo que requieren el autor, los redactores, los correctores, los ilustradores) solo se recuperan si las ventas alcanzan determinado número de ejemplares.

La fotocopia, en un primer momento, reduce las ventas y por este motivo contribuye al aumento del precio. En un segundo momento, elimina de raíz la posibilidad económica de producir nuevos libros, sobre todo científicos.

De conformidad con la ley colombiana, la fotocopia de un libro (o de parte de este) protegido por derecho de autor (copyright) es ilícita. Por consiguiente, toda fotocopia que burle la compra de un libro, es delito.

La fotocopia no solo es ilícita, sino que amenaza la supervivencia de un modo de transmitir la ciencia.

Quien fotocopia un libro, quien pone a disposición los medios para fotocopiar, quien de cualquier modo fomenta esta práctica, no solo se alza contra la ley, sino que particularmente se encuentra en la situación de quien recoge una flor de una especie protegida, y tal vez se dispone a coger la última flor de esa especie.

© Clara Luz Álvarez González de Castilla, 2021.
© Editorial Temis S. A., 2021.
Calle 17, núm. 68D-46, Bogotá.
www.editorialtemis.com
correo elec.: gerencia@editorialtemis.com

Hecho el depósito que exige la ley.

ISBN 978-958-35-1000-7
2723 201400023400
ISBN e-book 978-958-35-1554-5

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, por medio de cualquier proceso, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático.

Esta edición y sus características gráficas son propiedad de Editorial Temis S. A.

A Dios por darme los mejores padres y a ellos:
Raúl y Clara Luz; a Matías y Ana Isabel por
la felicidad infinita que dan a mi vida.

ÍNDICE GENERAL

PÁG.

Introducción 1

CAPÍTULO I

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, SATÉLITES
Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

1. Telecomunicaciones 5
2. Medios cableados 7
   A) Par de cobre 7
   B) Cable coaxial 8
   C) Fibra óptica 8
   D) Cables submarinos 9
3. Frecuencias del espectro radioeléctrio 9
   A) Generalidades 9
   B) El espectro y la UIT 13
      a) Actas de radiocomunicación 15
      b) Interferencias 16
      c) Título primario y título secundario 17
   C) Otras consideraciones sobre espectro 18
      a) Programa de licitación 19
      b) Convocatoria 20
      c) Bases de licitación o pliego de condiciones 20
      d) Criterios para seleccionar al ganador 21
      e) "Incentive auctions" 22
      f) Contraprestación y postura inicial 22
      g) Restricciones de acumulación de espectro ("Spectrum cap") 22
      h) Procedimiento de licitación 23
      i) Transparencia sobre uso de espectro radioeléctrico 23
   D) Tendencias 24
4. Órbitas satelitales y bandas asociadas 25
   A) Antecedentes históricos 26
   B) Registro de posiciones satelitales ante la UIT 27

PÁG.

C) Títulos y procedimientos para comunicación vía satélite 29
a) Satélites comerciales 29
b) Derechos relativos a sistemas satelitales extranjeros 30
c) Satélites internacionales 30
d) Satélites públicos 31

Capítulo II

REDES DE TELECOMUNICACIONES

1. Redes de telefonía fija (tradicionales) 33
2. Redes móviles 35
3. Redes satelitales 36
4. Redes de televisión por cable 39
5. Redes eléctricas 40
A) Red de fibra óptica 40
B) "Power Line Communications" o PLC 41
6. Internet 42
A) Principios, arquitectura y protocolo 43
B) ¿Propietarios de la Internet? 45
C) Servicios de Internet 46
D) Nombres de dominio 46
E) Múltiples actores ("multistakeholder") 46
F) Autogobierno 49
G) Multirregulación 49
7. Redes de siguiente generación 50
8. Banda ancha y otros términos comunes 54
A) Banda ancha 54
B) Triple "play" y cuádruple" "play" 55
C) Generaciones (1G, 2G, 3G y 4G) 56
D) Homologación y evaluación de la conformidad 56

Capítulo III

ÓRGANOS REGULADORES

1. Origen 60
2. Independencia y autonomía 63
3. Tipos de reguladores 69
A) Reguladores sectoriales 69
B) Reguladores convergentes 70

PÁG.

C) Reguladores multisectoriales 70
D) Reguladores con facultades de competencia económica 70
E) Unipersonales o de órganos colegiados 71
4. Consejos consultivos 71
5. Actividad regulatoria 75
A) Principios 76
B) Riesgos regulatorios y captura 77
C) Importancia de la supervisión y la verificación 79
6. Ejemplos de órganos reguladores 79
A) EUA Federal Communications Commission (FCC) 79
B) Alemania. Bundesnetzagentur 80
C) Reino Unido. Ofcom 81
D) Colombia. MinTIC, CRC, ANE y ANTV 82
E) México. Instituto Federal de Telecomunicaciones 84
F) España. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.. 85

Capítulo IV

ORGANISMOS INTERNACIONALES

1. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) 87
A) Antecedentes históricos 88
B) Estructura y funciones 90
C) Instrumentos jurídicos 92
2. Organización Mundial de Comercio (OMC) 92
A) Antecedentes, estructura y funciones 92
B) Instrumentos jurídicos 93
C) Panel de telecomunicaciones México-EUA 96
3. Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (Citel) 99

Capítulo V

POLÍTICA DE COMPETENCIA EFECTIVA (PRIMERA PARTE)

1. Introducción a la política de competencia 102
2. Entrada al mercado (licencias, concesiones, permisos) 104
3. Interconexión 107
A) La interconexión técnicamente 110

PÁG.

B) Principios de interconexión y sus requisitos 111
C) Acceso a elementos desagregados 114
D) Infraestructura e instalaciones compartidas 117
E) Tarifas y modelos de costos 117
F) Ofertas públicas de interconexión y convenios marco 121
G) Procedimientos de interconexión 122
H) Prospectiva 124

Capítulo VI

POLÍTICA DE COMPETENCIA EFECTIVA (SEGUNDA PARTE)

1. Compartición de infraestructura 126
2. Derechos de vía y autorizaciones para el despliegue de redes 128
3. Publicidad y transparencia 131
4. Calidad en el servicio 133
5. Portabilidad 134
6. Subsidios cruzados y separación contable 137
7. Prácticas potencialmente anticompetitivas 139
   A) Negativa de acceso o de información y tácticas dilatorias 139
   B) Uso indebido de información 140
   C) Estrangulamiento o estrechamiento de márgenes ("price squeeze" o "margin squeeze") 141
   D) "Customer lock-in" 142
   E) Depredación de precios ("predatory pricing") 143
8. Libertad y regulación tarifaria 144
9. Fusiones, adquisiciones y concentraciones 147
10. Mercado relevante y dominancia 150
11. Obligaciones específicas 152
12. Separación y desinversión 154
   A) Separación funcional (operativa) 154
   B) Separación corporativa o estructural 156
   C) Desinversión o desincorporación 157
      a) Desinversión de AT&T 157
      b) Desinversión de Grupo Clarín (Argentina) 158
13. Combate a prácticas monopólicas 160
   A) Prácticas monopólicas absolutas 160
   B) Prácticas monopólicas relativas 161

Capítulo VII

DERECHOS DE LOS USUARIOS Y DE LAS AUDIENCIAS

PÁG.

1. Información 165
2. Cambio de operador 167
3. Desbloqueo de teléfonos y equipos 167
4. Calidad 168
5. Publicidad 169
6. Contratos tipo o de adhesión 169
7. Tarifas y facturación 171
8. Servicios 171
9. Atención y resolución de quejas, mediación y conciliación 172
10. Privacidad y prohibición de intervención de comunicaciones 172
11. Larga distancia 173
12. "Roaming" (usuario visitante) 173
13. Otros derechos de los usuarios 174
14. Autorregulación 175
15. Consejos consultivos de usuarios 175
16. Acciones colectivas 176
17. Alfabetización mediática 177
18. Derechos de las audiencias de contenidos audiovisuales 178
19. Derecho a la retransmisión ("must carry", "must offer") 179

Capítulo VIII

SERVICIO UNIVERSAL Y ACCESIBILIDAD

1. Brecha digital 182
2. Servicio universal 184
   A) Finalidad y justificación 186
   B) Principios 188
   C) Beneficiarios 189
   D) Servicios objeto de servicio universal. Revisión periódica 189
   E) Esquemas para el servicio universal 192
   F) Financiamiento y otros aspectos 194
   G) Experiencia comparada 197
      a) Unión Europea 197
      b) Reino Unido 198
      c) España 199
      d) Australia 199

PÁG.

e) Suiza 199
f) Corea 200
g) EUA 200
h) México 201
3. Accesibilidad a personas con discapacidad 202
A) Principios de la accesibilidad 206
B) Servicios y equipos accesibles 207
a) Telefonía 207
b) Telefonía pública 208
c) Televisión 208
d) Navegar en la "web" y sitios "web" 209
e) Equipos terminales 210
f) Sitios "web" accesibles 213
C). Mejores prácticas de accesibilidad 212
a) Generar conciencia e incorporar la accesibilidad en el diseño de políticas 212
b) Diseño universal 212
c) Participación de personas con discapacidad 212
d) Adquisiciones del gobierno 212
e) Servicio universal de telecomunicaciones 213
f) Sitios "web" accesibles 213
g) Investigación y desarrollo 213
h) Estadísticas 213
i) Acciones colectivas 213
j) Servicios de emergencia 213
D) Experiencia comparada 214
a) Estados Unidos de América 214
b) Unión Europea 216
c) Argentina 216
d) Chile 217
e) Colombia 218
f) México 218

Capítulo IX

SEGURIDAD Y EMERGENCIAS

1. Conceptos generales 222
2. Número de emergencia 223

PÁG.

A) Unión Europea 224
B) EUA 225
C) México 226
3. Infraestructura crítica de telecomunicaciones 226
A) Unión Europea 228
B) EUA 229
C) Canadá 230
4. Comunicaciones para situaciones de emergencia 232
5. Información a la población 235
6. Ciberseguridad y CERT/CSIRT 236

Capítulo X

AMBIENTE, SALUD Y TELECOMUNICACIONES

1. Sustancias peligrosas y desechos electrónicos 238
A) Medidas favorables al ambiente 238
B) Cadena de reciclaje de desechos electrónicos 242
C) Principio de responsabilidad 244
D) Estadísticas de desechos electrónicos 246
2. Cambio climático y telecomunicaciones 246
3. Salud y telecomunicaciones 250
4. Reflexiones 256

Capítulo XI

EXPERIENCIA COMPARADA: ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y UNIÓN EUROPEA

1. Estados Unidos de América 260
A) Antecedentes históricos 260
a) Telefonía 260
b) Servicios de radiocomunicación 261
B) "Communications Act" de 1934 262
C) Federal Communications Commission (FCC) 262
D) Casos relevantes ("Hush-A-Phone" y "Carterphone") 264
E) Desinversión del Sistema Bell (AT&T) 265
F) "Telecommunications Act" de 1996 267
G) Otras leyes y autoridades 269
H) "Incentive auctions" 270

PÁG.

2. Unión Europea 271
A) Del monopolio a la liberalización 271
B) Las comunicaciones electrónicas 275
C) Directiva Marco 276
D) Directiva Autorización 279
E) Directiva Acceso 281
F) Directiva Servicio Universal 284
a) Servicio universal 284
b) Derechos de los usuarios 285
G) Recomendaciones sobre mercados para obligaciones "ex ante" 286
H) Directiva de Datos Personales y la Decisión Espectro 286

Bibliografía 289
Índice de autores 305

INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones son un instrumento esencial para el goce efectivo de los derechos humanos; para la economía, la sociedad, el entretenimiento, la seguridad, el ambiente y para contrarrestar el cambio climático, entre muchas otras áreas que inciden directamente en la vida cotidiana. De ahí la importancia de que se difunda conocimiento sobre el derecho de las telecomunicaciones como marco de referencia obligado sobre las relaciones y los principios subyacentes para convertir las telecomunicaciones en una herramienta habilitadora disponible a todos.

El Derecho de las Telecomunicaciones es eminentemente multidisciplinario, lo que obliga a un estudio comprensible y lo más sencillo posible de variados aspectos técnicos, económicos y de política pública aplicables. Esta obra presenta los temas con un enfoque universal, apoyado en principios, destacando casos concretos resueltos, las aportaciones de la experiencia comparada y propuestas de mejores prácticas.

Cada capítulo de este libro se elaboró con la finalidad de facilitar la localización del tema respectivo, e incluye referencias cruzadas para quien desee ampliar un aspecto específico abordado en otra sección. Esto permite que el libro pueda leerse de principio a fin, o bien en el orden en que el lector desee de acuerdo con sus intereses; el soporte integral de los asuntos podrá hallarlo en las relaciones con otros capítulos.

El capítulo I empieza con una somera referencia a lo que son las telecomunicaciones. En seguida abordamos los diferentes medios cableados de transmisión; se explican las características y diferencias entre los pares de cobre, el cable coaxial, la fibra óptica (oscura e iluminada) y los cables submarinos. También describe las frecuencias del espectro radioeléctrico y sus generalidades, la función de la Unión Internacional de Telecomunicaciones en la definición de los servicios por prestarse y las tendencias mundiales en gestión del espectro. En virtud de que las posiciones en la órbita geoestacionaria, las órbitas satelitales y los enlaces asociados son también recursos de la naturaleza escasos y esenciales para las comunicaciones del mundo contemporáneo, estos conceptos se explican en el mismo capítulo junto con lo relativo a la gestión a escala internacional de esos recursos satelitales.

El capítulo II hace una descripción general de los tipos de redes principales: telefonía fija (tradicional), redes móviles (celular), satelitales y televisión por cable. De la misma manera se describen las redes eléctricas por su utilidad para la prestación de servicios de telecomunicaciones, ya sea mediante la red de fibra óptica o del PLC (*power line communications*). Hoy las telecomunicaciones no se pueden concebir sin la Internet; así que en dicho capítulo se exhiben sus orígenes, principios, arquitectura y protocolo TCP/IP, y ciertas particularidades como los actores y la multiregulación. También se plantea el panorama de las redes tradicionales, el cual está cambiando ante las redes de siguiente generación con sus divisiones por capas, lo que promete revolucionar no sólo el diseño tecnológico, sino la estructura de los mercados. Finalmente, el capítulo II da una breve explicación de términos comunes como banda ancha, triple y cuádruple *play*, las distintas generaciones de servicios móviles, y los conceptos de homologación y evaluación de la conformidad.

El capítulo III se enfoca a los órganos reguladores de las telecomunicaciones: sus antecedentes y sus razones de creación, por la tan polémica independencia y autonomía, y los tipos de reguladores. La actividad regulatoria amerita mención aparte para explicar los principios que deben regirla, junto con los riesgos regulatorios, incluso la captura del regulador. Tambien se exponen casos internacionales de órganos reguladores, como las generalidades y distintivos de la Federal Communications Commission de EUA, la Bundesnetzagentur de Alemania, la Ofcom del Reino Unido, las diferentes autoridades con facultades regulatorias de Colombia, y los recientemente creados Instituto Federal de Telecomunicaciones de México y la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia de España.

El Capítulo IV se dedica a los organismos internacionales del rubro; es el caso de los orígenes, estructura, funcionamiento e instrumentos jurídicos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones y de la Organización Mundial de Comercio por su importancia para las redes y servicios de telecomunicaciones. De la misma manera reseña la controversia entre México y EUA en el seno de dicha organización internacional y hace una descripción general de la estructura y funciones de la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones.

En los capítulos V y VI se abordan los principales aspectos de la política de competencia económica, piedra angular para desarrollar un mercado de telecomunicaciones. La interconexión ocupa gran parte del capítulo V: sus principios de la interconexión, el acceso a elementos desagregados de la red, las tarifas, los modelos de costos, las ofertas de referencia, los convenios marco, los procedimientos de interconexión, etcétera.

El capítulo VI se enfoca en los principales instrumentos encaminados a favorecer una competencia efectiva en el mercado de las telecomunicaciones; explica la compartición de infraestructuras activa y pasiva, la relevancia de los derechos de vía y las autorizaciones para el despliegue de redes, la publicidad y la transparencia indispensables para el mercado, la calidad en el servicio y la portabilidad, y la separación contable como mecanismo para identificar los subsidios cruzados. El mismo capítulo continúa con la exposición de prácticas que pueden ser anticompetitivas: negativa de acceso o de información, uso indebido de información, estrangulamiento de márgenes (*price squeeze*), *customer lock-in*, depredación de precios y ventas atadas. Así mismo explica la libertad y regulación tarifaria, y sus distintos métodos. El capítulo finaliza con los siguientes temas: concentraciones, dominancia, obligaciones específicas para enfrentarla, tipos de separación, la desinversión o desincorporación de agentes económicos y las prácticas monopólicas.

El capítulo VII enumera los principales derechos de los usuarios de telecomunicaciones, que son independientes y adicionales a los derechos de los consumidores en general. Además expone la alfabetización en medios necesaria en el mundo contemporáneo, los derechos de las audiencias de contenidos audiovisuales y el derecho a la retransmisión (*must carry, must offer*).

El capítulo VIII presenta el concepto de brecha digital y se adentra en el estudio del servicio universal y aborda su finalidad, y sus principios, sus esquemas y sus fórmulas de financiamiento, entre otros aspectos; se describe también lo relativo a la accesibilidad a las telecomunicaciones por personas con discapacidad, con casos de experiencia comparada.

El capítulo IX trata de los diversos aspectos de la seguridad, la emergencia y las telecomunicaciones, tales como el número de emergencia, la identificación de la infraestructura crítica o estratégica, las comunicaciones durante una emergencia y la ciberseguridad.

El capítulo X expone lo relativo al ambiente, salud y las telecomunicaciones. Para lo cual se presentan las sustancias peligrosas, los desechos electrónicos y las mejores prácticas existentes en la actualidad en la materia; asimismo presenta reflexiones en torno a la incidencia de las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en el cambio climático. Finalmente, despliega lo relativo a los campos electromagnéticos, incluyendo los resultados de estudios sobre sus efectos en la salud y lo que han hecho la Organización Mundial de la Salud y la Unión Europea al respecto.

El capítulo XI comienza con la historia de la telefonía y los servicios de radiocomunicación en los EUA, que dieron lugar a la primera autoridad regulatoria de telecomunicaciones en 1934, la Federal Communications Commission. Expone las repercusiones de las decisiones de los tribunales de ese país, la participación de autoridades federales y estatales, y la distinción entre servicios de telecomunicaciones y de información. Explica lo relativo a las *incentive auctions* que en EUA prometen potenciar una política de uso eficiente del espectro basado en el mercado. En cuanto a la Unión Europea, hace una relación del camino seguido desde los monopolios de telecomunicaciones a la liberalización total. A continuación presenta el marco jurídico vigente de las comunicaciones electrónicas comunitarias y expone los aspectos medulares de las disposiciones de cada una de las directivas y decisiones expedidas por las autoridades de la Unión Europea.

Esta obra ha sido posible gracias al amor y apoyo incondicional de mi familia, a la retroalimentación recibida de todas las personas que han sido mis alumnos en distintas instituciones de educación superior públicas y privadas y muchas personas generosas que compartieron su tiempo, conocimientos y reflexiones para enriquecer este libro. A todos ellos mi agradecimiento de corazón.

Clara Luz Álvarez González de Castilla
Marzo de 2014

Capítulo I

ESPECTRO RADIOELÉCTRICO, SATÉLITES Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN

En este capítulo se estudiará en primer lugar el concepto de telecomunicaciones. A continuación se describirán los diferentes medios de transmisión: por hilos (par de cobre, cable coaxial, fibra óptica y cables submarinos) y el espectro radioeléctrico. En cuanto al espectro radioeléctrico, se revisará su importancia y sus características, la función de la UIT en la definición de servicios que han de prestarse en él y lo relativo a la materia satelital, y las tendencias en la gestión del espectro radioeléctrico.

1. Telecomunicaciones

El ser humano se ha comunicado a distancia valiéndose de diversas formas, como las señales de humo o el repiqueteo de campanas. Sin embargo, la revolución de las comunicaciones a distancia empezó con el telégrafo eléctrico. Las telecomunicaciones se favorecieron directa y significativamente de todas las investigaciones de la física, en especial de aquellas sobre la electricidad y las ondas electromagnéticas. El concepto de telecomunicaciones ha sido ampliamente definido. Por su etimología, *telecomunicación* significa 'comunicación a distancia' y cuando nos referimos a las telecomunicaciones es respecto a las comunicaciones a distancia con medios electrónicos.

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT la define como 'Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o informaciones de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos"[1].

Los servicios de telecomunicaciones han cambiado a lo largo del tiempo y continúan surgiendo nuevos. Ha sido una tentación constante el decir que un servicio de telecomunicaciones en particular es *el más*

[1] Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT,art.1.3

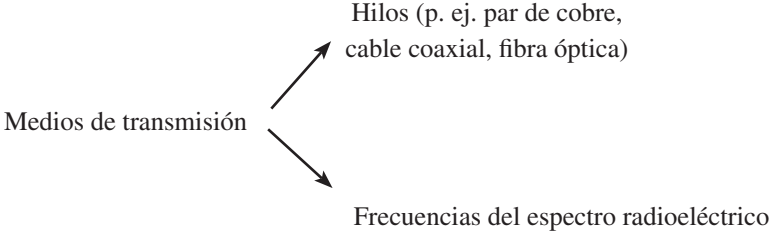
importante en el desarrollo de la humanidad. En sus respectivos momentos históricos se dijo que lo fueron el servicio telegráfico y el telefónico, en tanto que hoy se dice que es la Internet. Sin embargo, es mejor darle a cada uno su lugar histórico e imprescindible en la cadena evolutiva de la comunicación a distancia, más que premiar a un solo servicio como el que más ha transformado a la sociedad.

Dentro de los servicios de telecomunicaciones están la telegrafía y la radiotelegrafía, la televisión (abierta y por suscripción, restringida o de pago), la radio (abierta y por suscripción, restringida o de pago), la telefonía (fija y móvil), la comunicación vía satélite, la transmisión de datos, la radiocomunicación especializada de flotillas o *trunking*, la radiolocalización de personas o *paging*, la radiocomunicación privada y la Internet, entre otros. En la historia de las telecomunicaciones, algunos de estos servicios han sido o son aún prestados exclusivamente por los Estados (p. ej. telegrafía), otros han sido proporcionados por el sector privado (p. ej. televisión por suscripcion o de pago) y también hay servicios que tras un período bajo la responsabilidad de entidades públicas permiten el ingreso del sector privado para su prestación (p. ej. telefonía).

Los servicios de telecomunicaciones se prestan mediante redes de telecomunicaciones. Éstas están constituidas esencialmente por medios de transmisión y diferentes equipos/sistemas.

Red de telecomunicaciones = medios de transmisión + equipos/sistemas

Los medios de transmisión pueden ser hilos o cables (p. ej. par de cobre, cable coaxial, fibra óptica) o las frecuencias del espectro radioeléctrico.



Para ilustrar lo que es una red de telecomunicaciones, sirva el siguiente ejemplo. Dos personas conversan animadamente. *A* pronuncia determinadas palabras (la boca y las cuerdas bucales serían un equipo

transmisor, en tanto que el cerebro sería un sistema de comunicación). Las palabras viajan por medio de una frecuencia del espectro radioeléctrico (medio de transmisión) y llegan hasta las orejas de *B* (las orejas serían las antenas/equipos receptores). Las palabras son recibidas y procesadas por *B* (su oído y cerebro serían equipos y sistemas de comunicación). En este ejemplo, hay equipos y sistemas de comunicación (boca, cuerdas bucales, oreja, oído y cerebro) y se emplea un medio de transmisión (frecuencias del espectro radioeléctrico), es decir, se forma por analogía una *red de telecomunicaciones*.

El medio de transmisión se seleccionará dependiendo de los servicios que se pretendan prestar (p. ej. si se trata de telefonía móvil, es evidente que se requiere utilizar frecuencias del espectro radioeléctrico, en tanto que los servicios de televisión por cable necesitan utilizar el cable coaxial como medio de transmisión). La tecnología que se vaya a utilizar determinará cuáles son los equipos y sistemas idóneos para prestar el servicio de que se trate.

Para efectos didácticos, esta obra divide los medios de transmisión en dos grandes grupos: los que utilizan hilo, como los pares de hilos, el cable coaxial, la fibra óptica y el cable submarino, y las frecuencias del espectro radioeléctrico, según se exponen a continuación.

2. Medios cableados

A) *Par de cobre*

El par de cobre es el más conocido de los pares de hilos, aunque también se ha utilizado el par de aluminio. El par de cobre se forma con dos hilos hechos de cobre. Era el medio de transmisión que tradicionalmente se utilizaba para llegar hasta los hogares y oficinas. En la actualidad en muchos países los cables del servicio telefónico que llegan a los hogares aún son pares de cobre. Los inconvenientes que presenta el par de cobre es que su señal se puede atenuar o perder durante el transporte de la información, y que puede recibir interferencia. La existencia de medios de transmisión con mayor capacidad como la fibra óptica están sustituyendo paulatinamente al par de cobre (en especial en redes de transporte); sin embargo, este será todavía en muchos países el medio de transmisión que provee acceso a los usuarios finales.

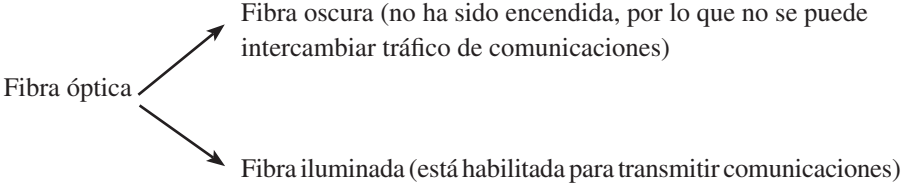
B) *Cable coaxial*

Creado en la década de 1930, el cable coaxial es "un cable compuesto por un cable central conductor aislado que se encuentra envuelto en otro cable cilíndrico"[2]. En comparación con el par de cobre, el cable coaxial pierde menos energía, permite transportar mayor cantidad de información y padece menor interferencia. El cable coaxial se ha utilizado de manera importante en el servicio de televisión por suscripción por cable.

C) *Fibra óptica*

La fibra óptica es el medio de transmisión que, valiéndose de un cable de vidrio, refracta la luz y la conduce. Los pulsos de luz se envían por medio de un transmisor de luz. La ventaja de utilizar este medio de transmisión es que tiene mayor capacidad (ancho de banda) y velocidad, menor pérdida en la transmisión y no le afectan las interferencias electromagnéticas[3].

La fibra óptica es actualmente el medio de transmisión cableado más utilizado en los nuevos despliegues de red. Se emplea primordialmente para redes de transporte (incluso cables submarinos), aun cuando también se está ocupando para el acceso al usuario final conocido como la última milla o el *bucle local*. Cuando la fibra óptica se emplea para el acceso al usuario final en la última milla o bucle local, se le conoce por las siglas en inglés FTTH (*fiber to the home*) o fibra al hogar. Con el despliegue de FTTH o fibra óptica al hogar, se busca que los servicios de telecomunicaciones puedan ser de banda ancha [ver cap. II secc. 8ª)].



Los términos de *fibra oscura* y *fibra iluminada* se utilizan al referirse a la fibra óptica. La *fibra oscura* es aquel cable de fibra óptica que ha

[2] "A cable composed of an insulated central conducting wire wrapped in another cylindrical conducting wire" HARRY NEWTON, *Newton´s telecom dictionary*, 16 ed., Nueva York, CMP Books, 2000, pág. 201 [traducción de la autora].

[3] Cfr. *Ibid,* págs. 643-644.

sido desplegado e instalado, pero que no se está utilizando y por ello el calificativo de *oscura*. La *fibra iluminada* es la fibra óptica que ha sido conectada a los equipos y sistemas de una red de telecomunicaciones, por medio de la cual pueden estar o se están transmitiendo comunicaciones.

D) *Cables submarinos*

Los cables submarinos de comunicación[4] son aquellos que se tienden en el mar para transportar comunicaciones de voz (telefonía), datos (p. ej. acceso a internet) y video (televisión). Actualmente los cables submarinos son de fibra óptica. Todos los continentes del mundo, excepto la Antártica, están conectados a través de cables submarinos[5].

Los sistemas de cables submarinos se forman por un segmento *seco* y otro *mojado*. El segmento seco está formado por la estación de aterrizaje del cable submarino (*submarine cable landing station*) y las conexiones a las troncales de los operadores de redes de telecomunicaciones. El segmento mojado comprende todo aquello que está hacia el mar tal como la porción del cable submarino que se pone bajo tierra según se va acercando a la orilla, el cable submarino, y los repetidores que se instalan a lo largo de este para que la señal pueda corregirse y amplificarse conforme recorre el cable submarino para llegar a su destino final.[6]

3. Frecuencias del espectro radioeléctrio

A) *Generalidades*

Son un medio de transmisión de comunicaciones a distancia. De manera coloquial se puede decir que las frecuencias son "cables invisibles" a lo largo de los cuales fluye la comunicación. Los servicios de telecomunicaciones que utilizan frecuencias o estos "cables invisibles" son muchos: la televisión y la radio abierta que emplean frecuencias desde las estaciones transmisoras o desde las antenas repetidoras y hasta el televisor o la radio del televidente o radioescucha; los teléfonos o dis-

[4] Recuérdese que existen también cables submarinos para el transporte de energía eléctrica.

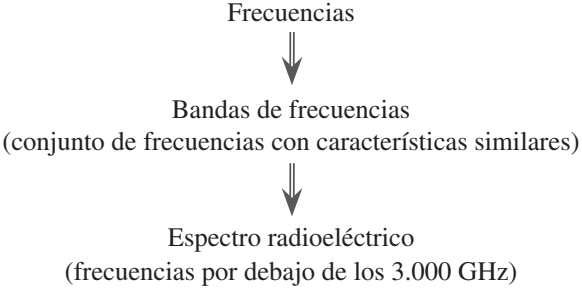
[5] En *www.submarinecablemap.com* puede observarse un mapa del mundo y los cables submarinos existentes.

[6] UIT, *Trends in Telecommunication Reform 2008: six degrees of sharing,* Ginebra, International Telecommunication Union, 2008, pags. 109-110.

positivos móviles que emplean frecuencias desde el teléfono/dispositivo móvil y hasta la estación base o radiobase; la comunicación vía satélite que utiliza frecuencias desde la estación transmisora en tierra (estación terrena) al satélite y del satélite hasta la estación receptora en tierra y el acceso WiFi (*wireless fidelity*) que emplea una frecuencia desde la computadora, *laptop* o tableta hasta el *hotspot* para acceder a Internet, entre otros muchos servicios de telecomunicaciones.

Un ejemplo familiar y cotidiano del uso de frecuencias es la radio de Frecuencia modulada (FM), que utiliza frecuencias dentro de la banda de frecuencias de FM, que va de los 88 a los 108.0 MHz[7]. La estación de radio FM Javeriana Estéreo de Bogotá emplea para sus transmisiones la frecuencia 91.9 MHz, y el radioescucha de dicha estación sintoniza en su radio precisamente tal frecuencia. No existe un cable físico que vaya desde la estación de radio Javeriana Estéreo hasta la radio del radioescucha; sin embargo, la información o el contenido de los programas de Javeriana Estéreo *viaja* a lo largo del "cable invisible", que es la frecuencia de los 91.9 MHz. Si el radioescucha después decide escuchar la estación 40 Principales, que se transmite en Bogotá en la frecuencia de 89.9 MHz, entonces tendrá que sintonizar esta frecuencia en su radio.

Las frecuencias se agrupan convencionalmente en bandas de frecuencias de acuerdo con sus características. El conjunto de bandas de frecuencias constituyen a su vez el espectro radioeléctrico, que forma parte del espectro electromagnético (p. ej. incluye los rayos cósmicos y los rayos ultravioleta).



Espectro electromagnético. Es un continuo de ondas formadas en la naturaleza. Comprende, entre otras, las ondas que producen la electrici-

[7] Este rango es el atribuido por la UIT a la Región 2 (Américas), a la cual pertenecen los países de América.

dad, las emitidas al hablar, la luz visible, los rayos cósmicos y las ondas empleadas para transmitir señales para servicios de telecomunicaciones. En términos simples, las ondas realizan ciclos a diferente velocidad y es a lo que se le llama "frecuencia". La unidad de medida de las frecuencias es el Hertz[8] (o hercio), que se refiere al número de ciclos que realiza una onda por segundo. Los Hertz se abrevian como Hz, y se les antepone una k (kilo hertz o kHz = 1.000 Hz), una M (mega hertz o MHz = 1.000 kHz = 1´000.000 Hz), o una G (giga o GHz = 1.000 MHz = 1´000,000 kHz = 1,000´000,000 Hz), según el caso.

Ahora bien, el espectro radioeléctrico es una parte del espectro electromagnético utilizado como medio de transmisión para distintos servicios de telecomunicaciones, como ya se dijo. El espectro radioeléctrico permite la propagación de ondas electromagnéticas, sin utilizar una guía artificial (p. ej. sin cables). El espectro radioeléctrico se establece por debajo de los 3.000 GHz, de manera convencional, es decir, por acuerdo entre los países. A su vez, el espectro radioeléctrico nuevamente de manera convencional se fracciona en "bandas de frecuencias" y este fraccionamiento se realiza dependiendo de las características de las frecuencias.

Las características de las frecuencias pueden ser, entre otras: 1) si las ondas pueden atravesar muros (p. ej. las utilizadas para la telefonía celular o aquellas para radio FM); 2) si requieren tener línea de vista, es decir, si el equipo transmisor debe estar sin obstáculo alguno entre dicho equipo y la antena receptora (p. ej. las estaciones transmisoras a satélite o las antenas microondas punto a punto para prestar servicios dedicados para transmisión de datos); o 3) el alcance o distancias que pueden recorrer sin distorsión de las señales transmitidas.

El espectro radioeléctrico es un recurso natural, limitado o finito y escaso.

• Es un recurso natural, porque el espectro radioeléctrico no es una creación del ser humano, sino que existe en la naturaleza. El espectro radioeléctrico es un recurso de la naturaleza que es el mismo en Cartagena (Colombia) o en Bangkok (Tailandia) o en Durban (Sudáfrica).

• Es limitado o finito porque las frecuencias que componen el espectro radioeléctrico son las que están en el rango de entre los 3 Hz y los 3.000 GHz. Las frecuencias no se amplían ni se expanden; las frecuencias son las que son y aunque se pueden usar de manera más eficiente con mejor

[8] El Hercio como unidad de medida toma su nombre del físico que descubrió las ondas electromagnéticas, Heinrich Rudolf Hertz.

tecnología y se pueden aprovechar de mejor forma, ello no quiere decir que se estén ampliando las frecuencias del espectro radioeléctrico.

• La escasez del espectro radioeléctrico se deriva principalmente de:

• las características de las frecuencias en cuestión, lo que limita el tipo de servicios que pueden prestarse en ellas. Es decir, no todas las frecuencias pueden atravesar paredes, ni todas las frecuencias pueden viajar largas distancias. Las frecuencias se agrupan precisamente en bandas de frecuencias con la finalidad de identificar qué tipo de servicios pueden prestarse en cada una de ellas conforme lo permiten las características de las frecuencias y según la disponibilidad de equipos de telecomunicaciones para hacer uso de ellas.

• que el aprovechamiento de las bandas de frecuencias siempre está definido por el avance tecnológico. La mayoría de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico están desocupadas por el simple hecho de que no existe hoy tecnología para su explotación. Esto es, para que se puedan utilizar ciertas frecuencias del espectro radioeléctrico se requieren equipos y redes de telecomunicaciones para su aprovechamiento. De otra manera, el ser humano no se beneficia de la disponibilidad de frecuencias si no existen equipos y redes para utilizarlas como medios de transmisión.

• la saturación de las bandas de frecuencias en algunas zonas, lo que es consecuencia de la utilización de la banda por uno o diversos usuarios. La escasez del espectro radioeléctrico no es generalizada, porque no es lo mismo la ocupación del espectro radioeléctrico en Santiago que en el desierto de Atacama, de la misma manera que no es lo mismo el tránsito vehicular en Santiago que en la carretera que atraviesa el Atacama. En dicha ciudad ciertas bandas de frecuencia pueden estar ocupadas en su totalidad, en tanto que en el desierto de Atacama muy probablemente estén desocupadas o mínimamente ocupadas. De tal suerte que la escasez del espectro radioeléctrico dependerá de la banda de frecuencia de que se trate y del nivel de ocupación en la cobertura territorial respectiva.

Cabe mencionar que la evolución tecnológica hace posible un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, y además una misma banda de frecuencias puede utilizarse simultáneamente para diferentes usos a títulos primario y secundario, según se explica más adelante. Empero, un uso más eficiente no implica que el espectro radioeléctrico se "amplíe", sino únicamente representa que está utilizándose de manera más óptima.

Finalmente en la utilización de frecuencias para prestar servicios de telecomunicaciones es importante tener en cuenta que es posible que existan interferencias. Estas pueden o no ocasionar que se degrade, interrumpa o impida el funcionamiento de un servicio de telecomunicaciones[9]. La interferencia se genera por la naturaleza (p. ej. tormenta eléctrica) o por artefactos (p. ej. máquinas). Si la interferencia no obstaculiza la comunicación a través del servicio de telecomunicaciones, se considera una interferencia admisible, pero si la degrada, interrumpe o impide la comunicación, entonces se estará en presencia de una interferencia perjudicial. Por ejemplo, si en un salón de clases el profesor está haciendo una presentación al grupo, está empleando la frecuencia de la voz humana. Si al mismo tiempo que el profesor está exponiendo un par de alumnos en el fondo del salón comienzan a platicar en voz alta (también estarán utilizando la misma frecuencia del profesor), entonces habrá interferencia perjudicial y el resto del grupo no podrá escuchar las explicaciones del profesor. En el mismo supuesto, pero si el par de alumnos conversa en voz muy baja que no oye el resto del grupo (están utilizando la misma frecuencia del profesor, pero con una *potencia* baja), entonces se trataría de una interferencia admisible.

B) *El espectro y la UIT*

Las ondas del espectro radioeléctrico están sujetas a las leyes de la física, mas no a las leyes que establecen los límites territoriales de un país o región. Por eso cobran importancia las determinaciones que realizan los países en el seno de la UIT respecto al espectro radioeléctrico[10].

En las conferencias mundiales de radiocomunicaciones de la UIT celebradas cada dos o tres años con la participación de los Estados miembro se determina qué servicios se pueden prestar, en qué bandas de frecuencias, cuáles serán los estándares técnicos y otras condiciones de las emisiones radioeléctricas. Así mismo, en la UIT se fijan las reglas que se aplicarán en casos de interferencias entre usuarios de las bandas de frecuencias. Lo anterior encuentra su fundamento en la Constitución de la UIT, que señala que esta:

"a) efectuará la atribución de las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico y la adjudicación de frecuencias radioeléctricas, y llevará el registro de las asignaciones de frecuencias y, para los servicios espa-

[9] Reglamento de Radiocomunicación de la UIT , art. 1, sec. VII, apartado 1.169.

[10] Para más información sobre la UIT, ver cap. IV sec. 1.

ciales, de las posiciones orbitales asociadas en la órbita de los satélites geoestacionarios o las características asociadas de los satélites en otras órbitas, a fin de evitar toda interferencia perjudicial entre las estaciones de radiocomunicación de los distintos países;

"b) coordinará los esfuerzos para eliminar las interferencias perjudiciales entre las estaciones de radiocomunicación de los diferentes países y mejorar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas por los servicios de radiocomunicación y de la órbita de los satélites geoestacionarios y otras órbitas; [...]"[11]

La Constitución de la UIT reconoce que las bandas de frecuencias son recursos naturales limitados por lo que deben utilizarse de manera racional, equitativa, eficaz y económica, de tal suerte que se permita el acceso equitativo entre países[12]. Se establece además un mandato de optimización para los Estados miembro, que consiste en que procuren limitar al mínimo indispensable las frecuencias y el espectro utilizado, buscando adoptar los adelantos técnicos[13].

El instrumento que provee el marco jurídico específico para la radiocomunicación (comunicación mediante frecuencias)[14] es el reglamento administrativo de la UIT denominado Reglamento de Radiocomunicaciones[15]. Es de carácter obligatorio para todos los Estados miembro de la UIT, salvo que hubieren hecho alguna reserva al firmar dicho reglamento o cualquier modificación posterior[16].

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT está compuesto por diversas secciones que contienen definiciones, descripciones de las

[11] Art. 1º, sec. 2, incs. a y b de la Constitución de la UIT.

[12] Arts. 12 y 44 de la Constitución de la UIT.

[13] Art. 44 de la Constitución de la UIT y arts 4º, sección I, apartado 4.1, del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

[14] "1.6 radiocomunicación: toda *telecomunicación* transmitida por *ondas radioeléctricas*". Art. 1º del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

[15] El antecedente del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT fue el Reglamento de Servicios del Convenio Radiotelegráfico Internacional de 1906 en Berlín. "El Convenio de 1906 tenía por objeto proteger las radiocomunicaciones bidireccionales entre la costa y los barcos contra las interferencias perjudiciales. Ese primer reglamento definió las reglas de utilización del espectro para la explotación de estaciones a fin de reducir las interferencias radioeléctricas y definir normas técnicas para los equipos de radiocomunicaciones.", UIT http://www.itu.int/newsroom/press_releases/2006/Advisory-06-es.html (fecha de consulta: 18 de octubre de 2006).

[16] Arts. 4º y 54 de la Constitución de la UIT.

bandas de frecuencias, los servicios que pueden ser atribuidos, las tecnologías y su operación técnica, gráficos donde se describen las bandas de frecuencias y sus atribuciones (a título primario y secundario), así como las notas que se refieren a las excepciones o ampliaciones hechas por un país o por un grupo de países que los diferencia del resto en cuanto a la atribución en una banda determinada [...][17].

Dentro del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT está el cuadro de atribución de bandas de frecuencias (el "Cuadro Internacional de Frecuencias") que incluye las bandas de frecuencias, los servicios atribuidos a cada una de ellas señalando si son a título primario o secundario (según se explica más adelante), las diferencias entre las regiones en las que está dividido el mundo para estos efectos y las notas especiales. Los países del continente americano pertenecen a la Región 2[18].

a) *Actas de radiocomunicación.* Con la finalidad de considerar periódicamente los avances tecnológicos para un uso más eficiente del espectro radioeléctrico y realizar modificaciones pertinentes al Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, cada dos o tres años se realizan conferencias mundiales de radiocomunicaciones con la asistencia y votación de los Estados miembro. El resultado de dichas conferencias son las actas respectivas por medio de las cuales se agregan, eliminan o modifican disposiciones del Cuadro Internacional de Frecuencias. Cabe señalar que cada país puede realizar excepciones o adiciones al Cuadro. Este sirve de base para que cada país elabore y actualice sus respectivos cuadros de atribuciones de frecuencias, reflejándose también en estos las notas especiales de excepciones o adiciones. Así, por ejemplo, Colombia tiene su Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias[19].

[17] Clara Luz Álvarez, Beatriz Adriana Camarena y Salma Leticia Jalife, *Amicus curiae presentado a consideración del Pleno de la Suprema Corte de Justicia de la República Mexicana*, el día 22 de agosto de 2006, en referencia a la acción de inconstitucionalidad promovida por una tercera parte de la Cámara del Senado en contra de la aprobación por parte del Congreso de la Unión del Decreto que modifica, adiciona y deroga la Ley Federal de Telecomunicaciones y la Ley Federal de Radio y Televisión, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2006, México, D. F., 2006, pág. 18.

[18] Art. 5º sec. 5.2, del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT.

[19] El Cuadro Nacional de Atribución de Bandas de Frecuencias de la República de Colombia puede accederse en *http://archivo.mintic.gov.co/mincom/documents/portal/documents/root/espectro%20radioelectrico/GRAFICOATRIBUCIONBANDASDEFRECUENCIASDECOLOMBIA.pdf y http://archivo.mintic.gov.co/mincom/documents/portal/documents/root/espectro%20radioelectrico/CuadroNacionalAtribucionBandasdeFrecuencias2010.pdf*.

b) *Interferencias*. El Cuadro Internacional de Frecuencias sirve también para atender una de las preocupaciones en materia de radiocomunicación: la interferencia. De acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicación de la UIT, la interferencia es el efecto producido sobre un sistema de radiocomunicación a casua de una energía no deseada que degrada la calidad, falsea o pierde la información[20]. Es así que el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, el Cuadro Internacional de Frecuencias y otros instrumentos de la UIT como lo son las recomendaciones, contemplan criterios de interferencia admisible[21]. Una interferencia será perjudicial cuando degrade gravemente el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación, lo interrumpa repetidamente o lo impida[22]. Los Estados Miembro deben, por ende, cumplir con el Cuadro Internacional de Frecuencias al asignar frecuencias en sus respectivos países para evitar interferencias perjudiciales[23].

Las interferencias tienen repercusiones entre los países, en especial entre aquellos que son vecinos[24]. Si algunos países pretenden aceptar un nivel de interferencia mayor que el establecido por la UIT, entonces deben llevar a cabo intensas negociaciones para alcanzar acuerdos específicos en cuanto a interferencia[25].

Cabe señalar que dentro de un mismo país también se pueden presentar interferencias en los servicios de telecomunicaciones. Generalmente en los títulos habilitantes expedidos por cada país (p. ej. concesiones, licencias, permisos), se establecen las frecuencias por utilizar, el área de cobertura geográfica, la potencia máxima y ciertos derechos del titular de no recibir interferencias perjudiciales. Esto último supone que la persona autorizada a ocupar las frecuencias del espectro radioeléctrico debe respetar las potencias máximas de emisión de las señales y las áreas de cobertura geográfica señaladas en su propio título habilitante con la finalidad de evitar causar interferencias perjudiciales a otros servicios. Si estas se presentaran, los gobiernos deben tener criterios respecto a quien

[20] Art. 1º, sec. VII apartado 1.166, del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT.

[21] Art. 1º, sec. VII apartado 1.167, del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT.

[22] Art. 1º, sec. VII apartado 1.169, del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT.

[23] Art. 4º, sección I apartados 4.2 y 4.3, del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT.

[24] Ver cap IV del Reglamento de Radiocomunicación de la UIT para el tema de interferencias, en especial los artículos 15 y 16 de "Interferencias" y "Comprobación técnica internacional de las emisiones", respectivamente.

[25] Art. 1º, sec. VII apartado 1.168, del Reglamento de Radiocomunicación.