

Comunicaciones



1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

1.1. DEFINICIÓN: COMUNICACIÓN

Tanto la comunicación como la orientación son esenciales en las intervenciones de las emergencias, ya que son determinantes para la localización, el desarrollo y la resolución de las mismas.

Las **telecomunicaciones** son un elemento fundamental en la gestión de las emergencias, utilizando las radiocomunicaciones para la predicción y detección de emergencias, la comunicación de alertas y la prestación de los servicios de socorro. Estas radiocomunicaciones nos permitirán comunicar con todos los elementos del operativo para:

- Solicitar más medios y recursos.
- Determinar la evolución del siniestro.
- Establecer comunicaciones entre los parques y el PMA*, con todos los medios actuantes.
- Pedir ayuda en caso que nos encontremos ante algún tipo de dificultad.

En las situaciones que exigen coordinación de las actuaciones de los servicios de emergencias la comunicación debe ser operativa, clara y concisa, tanto a través de factores técnicos (sistema de radiocomunicaciones disponible por el operativo) como de factores humanos (conocimiento por parte de todos los intervinientes de los materiales técnicos disponibles para comunicaciones y habilidades comunicativas en una situación de emergencia).

Lo que se va a abordar en este capítulo es lo siguiente:

- Herramientas necesarias para una comunicación eficaz y precisa entre los miembros del servicio, las cuales han de permitir una actuación coordinada y ordenada para facilitar una óptima resolución de la misma: repetidores, estaciones base, estaciones móviles, emisoras portátiles y elementos intercraneales.

1.2. TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

Una **onda** es una perturbación que se produce y propaga en un medio físico (sólido, líquido, gas o vacío), la cual es identificada en función de ciertos parámetros:

- Ciclo: es la forma de la onda que se repite “n” veces.

- Longitud de onda: distancia entre dos puntos homólogos de un ciclo.
- Amplitud de onda: altura máxima de la onda.
- Periodo: tiempo en el que un ciclo se completa.
- Frecuencia: número de ciclos por segundo (o Hertzio – Hz). Como es una unidad muy pequeña se suele utilizar el kilohertzio (KHz) o el megahertzio (MHz).

Cuanto mayor es la **longitud de onda** menor es la frecuencia, cuanto menor es la longitud, mayor es la frecuencia.

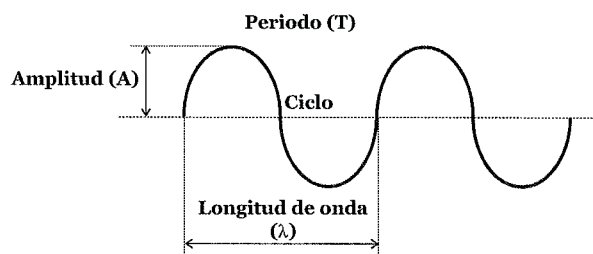


Imagen 1. Longitud de onda

La **velocidad** de la onda depende del medio por el que se propague.



Por ejemplo, la velocidad de la onda en el vacío es 300.000 km/segundo, y por el aire es muy parecida, pero prácticamente igual.

Las ondas de radio tienen un componente electromagnético, que es la modificación del campo magnético en un punto determinado del espacio por donde discurre la onda.

Las ondas de radio emplean ciertas **frecuencias** (espectro radioeléctrico), y dicho espectro se divide en las bandas de frecuencia:

Tabla 1. Frecuencia de las ondas de radio

Margen de frecuencia	Siglas	Margen de frecuencia
Frecuencias muy bajas	VLF	3-30 khz
Frecuencias bajas	LF	30-300 khz
Frecuencias medias	MF	300-3000 khz
Frecuencias altas	HF	3-30 mhz
Frecuencias muy altas	VHF	30-300 mhz
Frecuencias ultra altas	UHF	300-3000 mhz
Frecuencias súper altas	SHF	3-30 ghz
Frecuencias extra altas	EHF	30-300 ghz

La banda de frecuencia más baja se reserva para las emisoras que transmiten en AM, mientras que las que lo hacen en FM transmitirán a unos 100 Hz. La única banda libre para cualquier uso, es la de los 27 MHz, muy saturada y de poco alcance (100 m). Las bandas de VHF y UHF son las más utilizadas por los sistemas de radiocomunicación de los servicios de emergencias.

Las ondas, según por dónde se propaguen, se clasifican en:

- Ondas de superficie (OS): de frecuencias < 3MHz, largos alcances y gran estabilidad de la señal. El tipo de terreno influye mucho en su propagación.

* Ver glosario

- Onda ionosférica (OI): de frecuencias entre 3 MHz a 30 MHz. Se propagan por la reflexión de las ondas en las capas de la ionosfera. Tienen gran alcance pero la señal es inestable.
- Onda espacial (OER): de frecuencias > 30 MHz. Se propaga por las capas bajas de la atmósfera. Presenta tres tipos:
 - Onda directa (OD): enlaza el emisor con el receptor.
 - Onda reflejada (OR): pone en contacto al emisor con el receptor mediante una onda reflejada en el suelo.
 - Ondas multitrayecto (OMR): alcanza al receptor tras varias reflexiones en las capas de la tierra.

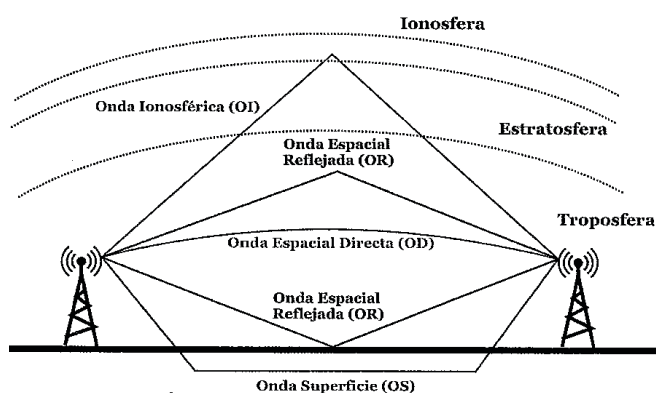


Imagen 2. Ondas según su propagación

La **modulación** es el sistema por el que se transmite la información en ondas, y lo hace sobre dos tipos:

- La onda portadora es la que fija la frecuencia de transmisión y transporta la información que queramos. Al final se obtiene la onda modulada.
- La onda moduladora es la onda que queremos transmitir (voz, sonido, datos).

Hoy en día, se utilizan modulaciones muy complejas que consiguen incrustar en la onda portadora muchísima información haciéndola, por tanto, mucho más eficiente. Todas estas modulaciones, derivan de los dos tipos que más se han utilizado históricamente en la transmisión radioeléctrica. Estos dos tipos, son:

- Modulación de la amplitud (AM): varía la amplitud de la onda portadora en función de la amplitud de la onda moduladora. La onda resultante (modulada) contiene a la moduladora.
- Modulación de la frecuencia (FM): varía la frecuencia de la portadora con arreglo a la amplitud de la moduladora. Transmite más información del sonido que queremos transmitir.

1.3. LA RADIOCOMUNICACIÓN

1.3.1. CONCEPTO DE RADIOCOMUNICACIÓN

La radiocomunicación es aquella que es transmitida por ondas radioeléctricas. La comunicación vía radio se realiza a través del espectro radioeléctrico. Fueron los países nórdicos

los primeros en disponer de sistemas de telefonía móvil, Radio búsquedas (GPS), redes móviles privadas, etc.

Los servicios de radiocomunicación se clasifican en tres clases:

- Servicio Fijo (punto a punto): la estación emisora y la receptora están establecidas a cierta altura para mantener una conexión directa entre ellas. Se establecen así los radioenlaces entre dos estaciones de telefonía móvil o una estación con un centro de procesamiento de datos.
- Servicio Móvil (punto a zona): una o varias estación/es base/s dan cobertura a una serie de emisoras que suelen estar en movimiento. Esto obliga a la estación base a emitir en todas direcciones (en 360°, es decir, comunicación omnidireccional). Este es el caso del sistema GSM, los sistemas comunicación de los servicios de emergencia, radionavegación de aviones, radioaficionados, etc.).
- Servicio de Radiodifusión: una estación emisora emite la información que proviene de otras estaciones repetidoras hacia un gran número de receptores de un área geográfica, como es el caso de la televisión y la radio.

Una **estación radioeléctrica** es un conjunto de uno o más transmisores o receptores (o una combinación de los mismos) necesarios para establecer un servicio de radiocomunicación en una zona determinada. Puede ser una estación móvil o fija (según se acaba de explicar) o también una estación espacial (en el espacio), una estación terrenal (en la tierra para comunicar con la tierra) o terrena (en la superficie de la tierra para comunicar con el espacio).

Los equipos que utilizan los servicios de emergencias son transmisores-receptores, que pueden ser:

- Fijos (parques de bomberos, centros de coordinación, etc.).
- Móviles (en los vehículos, alimentados por las baterías de estos).
- Portátiles (walki-talkies) alimentados por baterías de litio recargables.

1.3.2. LA EXPLOTACIÓN DE LA RADIOCOMUNICACIÓN

La ley autoriza una serie de frecuencias para poder ser utilizadas por los equipos de comunicaciones. Estos son los canales, que son las frecuencias de trabajo de los equipos de radiocomunicaciones. Están los canales de recepción (RX) y los canales de transmisión (TX).

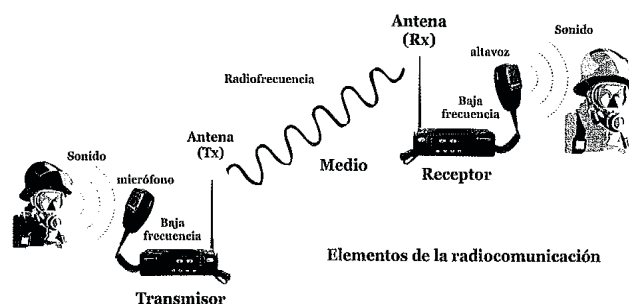


Imagen 3. Elementos de la radiocomunicación

Existen tres maneras de explotar el canal en la radiocomunicación:

- Simplex (o canal directo): Transmisión en uno y otro sentido alternativamente (a una o dos frecuencias). Es un medio directo, sin usar repetidor, se enlazan gracias al radio de cobertura de la misma. Cubre zonas concretas sin interferir en otras, pero sólo en un radio limitado (limitado al alcance visual de la antena).
- Dúplex: Permite la transmisión simultánea en los dos sentidos (a dos frecuencias).
- Semidúplex: Modo simplex en un punto del enlace de radiocomunicación y dúplex en otro u otros. Para esto se necesitan repetidores que actúan como emisores y receptores al mismo tiempo (dúplex). Pero como los equipos portátiles trabajan en simplex, los equipos de comunicaciones transmitirán en semidúplex.

Para cubrir una zona extensa se instala un sistema de **repetidores semidúplex radioenlazados**. Son una serie de repetidores con un equipo añadido que actúa de radioenlace. Este equipo hace que los repetidores envíen lo que reciben por el canal de entrada de su zona, para que los demás puedan emitir lo mismo en la suya.

Por otra parte, a un repetidor que puede recibir por dos frecuencias y transmitir por otras dos se le llama Repetidor Doble Cruzado. Si lo hace de manera simultánea estaría configurado en dúplex y si no es simultánea, en simplex.

Los equipos trabajarán con la misma frecuencia de transmisión que de recepción. El repetidor recibe a los equipos en una frecuencia (1) y transmite a la central en otra (2). Ésta a su vez responde en (2) y los equipos reciben al repetidor en (1). Lo bueno de esto es que no es necesario que los equipos tengan programado un canal repetidor, pero sin embargo no recibirán a los equipos que no estén en su zona de cobertura.

Cuando dos equipos comunican entre sí en **modo directo**:

- Ambos transmiten en la misma frecuencia que reciben.
- No hay elementos intermedios, se transmite directamente de un equipo a otro para evitar que un repetidor de la zona transmita la señal fuera de esos dos equipos.
- El radio de cobertura es pequeño.
- Un tercer equipo que se encontrara en modo repetidor y en la zona de cobertura de los equipos anteriores, recibirá, pero no podrá transmitir.

Cuando dos equipos comunican entre sí en **modo repetidor**:

- Cada equipo transmite en una frecuencia y recibe en otra diferente.
- Existe un elemento intermedio que es el repetidor, que es el que modifica la frecuencia.
- La zona de influencia es mucho mayor, porque es la distancia emisor + repetidor + emisor la que la determina.
- Un tercer equipo dentro de la zona del repetidor puede recibir, pero no transmitir, a no ser que esté dentro de la zona de "visibilidad" directa con el equipo emisor, sin tener que utilizar el repetidor.

El radio de **cobertura** de un equipo emisor depende de la sensibilidad de la recepción y sobre todo de la potencia de emisión. De más a menos cobertura, el orden sería: estaciones repetidoras, estaciones base, equipos móviles (en vehículo y equipos portátiles (personales)).

Para utilizar un canal u otro deberemos tener en cuenta la distancia que nos separa del equipo o equipos con los que queremos comunicarnos. Utilizaremos el canal directo para las comunicaciones entre nuestro propio equipo y el canal repetidor cuando nos comuniquemos entre parques, con otra dotación situada a una distancia desconocida o con el Jefe de Guardia no presente en el siniestro.

1.3.3. NORMAS DE RADIOCOMUNICACIONES

En el funcionamiento de las radiocomunicaciones existen determinadas normas que debemos tener en cuenta:

- Los distintos canales de radio se utilizarán sólo por necesidades del Servicio y nunca mientras haya otra comunicación en curso, lo que implica una necesidad de escucha y espera antes de empezar a transmitir.
- Ante un exceso de tráfico en las comunicaciones se dará prioridad a los que tengan mayor necesidad de utilizarlas. Cuando actúan simultáneamente varias dotaciones se cederá el canal a los cabos y al Jefe de Dotación.
- Deberemos ocupar el canal el menor tiempo posible, pensaremos qué queremos decir y seremos breves.
- Cuando accionemos el pulsador (PTT) de un equipo para comunicar, esperaremos 2 segundos antes de hablar para que dé tiempo a transmitirse el código del equipo y se abra el canal de comunicación.
- Comunicaremos de manera calmada, clara y concreta, vocalizando y manteniendo una distancia entre 5 y 10 cm entre el micrófono del equipo y nuestra boca.
- Utilizaremos en las comunicaciones los códigos que identifican al personal y a los vehículos o dependencias del Servicio, evitando utilizar nombres propios o apodos. Tampoco se dará información personal o confidencial (como números de teléfono, por ejemplo).
- Evitaremos usar los monosílabos SI y NO, sustituyéndolos por AFIRMA (o AFIRMATIVO) y NEGATIVO, respectivamente.
- Usaremos el código ICAO (International Civil Aviation Organization) para deletrear palabras que fonéticamente resulten confusas. Este código se define como sigue:

Tabla 2. Código fonético internacional ICAO

Número	Internacional	Número	Internacional
1	One	6	Six
2	Two	7	Seven
3	Three	8	Eight
4	Four	9	Nine
5	Five	0	Zero

Tabla 2 bis. Código fonético internacional ICAO

Letra	Internacional	Letra	Internacional
A	Alfa	N	November
B	Bravo	O	Oscar
C	Charlie	P	Papa
D	Delta	Q	Quebec
E	Eco	R	Romeo
F	Foxtrot	S	Sierra
G	Golf	T	Tango
H	Hotel	U	Uniform
I	India	V	Victor
J	Juliet	W	Whisky
K	Kilo	X	X-ray
L	Lima	Y	Yanki
M	Mike	Z	Zulu

1.3.4. USO DEL EQUIPO DE RADIOCOMUNICACIÓN

Antes de utilizar nuestro equipo de comunicación comprobaremos que está en el canal adecuado al tipo de comunicación a establecer y a la distancia a la que se encuentra el receptor. También comprobaremos que no hay otro equipo encendido próximo y en el mismo canal, ya que se podría acoplar (emitiendo pitidos y ruidos). También comprobaremos el volumen y evitaremos ponerlo al máximo porque el sonido se satura y distorsiona y la batería dura menos. En su posición de mínimo, están programadas para que tengan un volumen de audición suficiente (en zona sin ruidos).

Cuando estemos utilizando el equipo:

- Si nuestro interlocutor nos escucha de forma entrecortada, comprobaremos que la luz roja de transmisión (Tx) del equipo está encendida y no parpadea. Si lo hace, comprobaremos que estamos pulsando firmemente el PTT y que la batería tenga carga suficiente.
- Comunicaremos preferentemente por las emisoras de los vehículos cuando tengamos problemas de comunicación, ya que garantizan un mayor alcance y potencia.
- Usar el sistema de bloqueo/desbloqueo de teclado (botón rojo en la parte superior del equipo) para evitar cambios involuntarios de canal si el terminal dispone de dicha opción.
- Si utilizamos micrófonos craneales nos aseguraremos de que no estén nunca completamente presionados ni libres, y que las conexiones del latiguillo craneal-equipos están debidamente realizadas y no corren peligro de engancharse con algún objeto o elemento externo.

1.4. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN MÓVIL

1.4.1. CONCEPTO

Son aquellos que se establecen entre un emisor y/o un receptor en movimiento que, por dicha circunstancia, han de recurrir a una comunicación sin cables. En cada país se utilizan

diferentes sistemas pertenecientes a distintas generaciones de tecnología de redes móviles aún en servicio:

- **1ª generación (sistemas E-TACS/AMPS/NMT/c-net):** basada en tecnología analógica que da soporte a servicios de voz y, ocasionalmente, también a los servicios de datos de baja transferencia (por ejemplo, la mensajería). Su cobertura es local o regional.
- **2ª generación:** tecnología digital y soporte a servicios de datos con velocidades de transferencia (desde 9,6 Kbps a 14,4 Kbps). Se materializa en servicio de voz y datos básicos (SMS/FAX) con una cobertura regional con roaming (itinerancia) y transnacional (panaeropea). En Europa se utilizan los siguientes estándares:
 - GSM: telefonía celular
 - DECT y CT2: telefonía inalámbrica
 - TETRA: telefonía trunking.
 - ERMES: mensajería.
 - MOBITEK: servicios de datos.

En Estados Unidos surgen además otros estándares 2G como TDMA y cdmaOne (TIA-EIA-95).

- **3ª generación:** se unifican sistemas móviles (mensajería, telefonía inalámbrica, telefonía celular y telefonía móvil vía satélite) para hacer compatibles los estándares de las distintas zonas y crear un sistema con eficiencia espectral más alta, como los sistemas UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) y la tecnología WCDMA usada en el interfaz aire como UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access), transmisión de datos avanzados multimedia (WLAN), acceso de alta velocidad y cobertura global.
- **4ª generación:** las siglas 4G representan la cuarta generación de telefonía móvil, basada en tecnología IP, que involucra tanto a las redes por cable como a las inalámbricas. Por eso no se puede considerar un sistema vinculado sólo a la telefonía móvil, sino que se considera una evolución de la tecnología de red de banda ancha móvil para todo aquel dispositivo que opere con IP (etiqueta numérica que lo identifica dentro de una red): hablamos de ordenadores, tablets, televisores, etc., es decir, dispositivos electrónicos con funciones de comunicación.

Con este sistema la velocidad de transmisión de datos se incrementa hasta los 100 Mbps (5 Gbps en reposo) y se asegura un servicio de alta seguridad.

En la actualidad, dentro de un proceso de transición, se están introduciendo en los equipos de emergencias, los terminales de 3G a los de 4G, aunque sus estándares no satisfacen aún las necesidades profesionales en este tipo de actividades, para el cual se utiliza el sistema TETRA.

1.4.2. SISTEMAS INALÁMBRICOS MÓVILES

Los sistemas inalámbricos (*wireless*) dan la movilidad que se necesita para moverse con libertad por la zona de intervención. Son sistemas de fácil instalación y reconfiguración. Hay 3 tipos de servicios móviles: terrestre, marítimo y aeronáutico.

Un sistema de comunicaciones móvil **se compone** de:

Tabla 3. Elementos que componen un sistema de comunicaciones móvil

1. Estaciones fijas	Estación Base en:	- GSM - Nodo en UMTS
	Estación de control	
	Estación repetidora (túnel, valle,...)	
2. Estaciones móviles	Equipos portátiles (personales)	
	Equipos portátiles (vehículos)	
3. Elementos de control	Señalización	- Localización - Identificación
	Conexión entre sistemas	

Los sistemas móviles se clasifican según los siguientes criterios.

Tabla 4. Clasificación de los sistemas móviles

Por el sistema de control	Control remoto
	Control local
Por tipos de terminales	Estación de base (EB-BS): se controla mediante una estación de control fija; puede suministrar equipos de TX/RX juntos o separados.
	Estaciones fijas
	Estaciones de control gobiernan automáticamente el funcionamiento de otra estación de radio en un emplazamiento fijo.
	Estaciones repetidoras: retransmiten las señales recibidas.
Estaciones móviles	Equipos portátiles o de mano; Equipos portátiles instalados temporalmente en vehículos.
	Equipos de control
	Dispositivos necesarios para el gobierno de Estaciones Base.
Por nomenclatura de enlaces	Enlace <i>descendente</i> (DL): De la estación base a móvil. Distancia de cobertura: alcance.
	Enlace <i>ascendente</i> (UL): Del móvil a la estación base. Distancia de cobertura: retroalcance. Debe procurarse igualdad entre alcance y retroalcance (simetría de enlace).
Por modalidad de funcionamiento	Sistemas de radiotelefonía: transmisión en ambos sentidos (E.BASE-E.MOVIL y EM-EB)
	Sistemas de radio-búsqueda (paging): transmisión en un sentido EB-EM.
Por sector de aplicación	Radiotelefonía móvil privada (PMR): acción local y no conectado a la RTPC (Red telefónica Conmutada, en inglés PSTN).
	Radiotelefonía móvil pública (PMT): Cobertura desde una nación a continental y global.
	Conexión a la RTPC. Características de calidad similares a los del sistema público.
	Telefonía inalámbrica. (Cordless Telephony y Wireless Telecommunications- WLAN)
Por la banda de frecuencias utilizada (Ver ejemplo)	Banda VHF (30-300MHz; utilizada en sistemas PMR)
	Banda UHF



A modo de ejemplo, el servicio de radiocomunicaciones móviles tiene atribuidas, entre otras, las siguientes frecuencias y canalizaciones:

Tabla 5. Ejemplo de atribución de frecuencias y canalizaciones

Banda	Frecuencia	Reservada	Canalización
VHF Alta	150 MHz	FM	12.5 KHz
UHF Baja	450 MHz	FM	12.5 KHz
UHF Alta	900 MHz	GMSK	200 KHz

Además, tal como se ha descrito en el apartado "Explotación de la radiocomunicación", también se puede clasificar por el **modo de explotación** en simplex, semidúplex, dúplex.

1.4.3. RADIOTELEFONÍA PRIVADA PMR (PRIVATE MOBILE RADIO)

El sistema PMR utiliza una técnica llamada de concentración de enlaces, una conmutación automática de algunos canales en un sistema repetidor multicanal. Son redes de radiocomunicaciones privadas que usan los móviles que llevan esta tecnología y que no se conectan con las redes públicas. Tiene una cobertura local restringida para grupos cerrados de usuarios.

Desde un despacho (el intercambio de órdenes y confirmaciones entre el controlador y los móviles que se encuentran en los extremos) los mensajes son recibidos por todos los terminales conectados al canal. El acceso entre los terminales es rápido. Este sistema gestiona comunicaciones en flotas de taxis, bomberos, seguridad, etc.

El retroalcance (del móvil a la estación) limita la cobertura a distancias elevadas, mientras que el alcance (de la estación al móvil) la cobertura es mayor. En el extremo de esta situación el móvil escucha a la base pero la base no escucha al móvil.

1.4.4. SISTEMAS TRONCALES (TRUNKING)

Cuando el uso real de la frecuencia asignada estaba muy por debajo de lo normal, se evidenciaba una pérdida de capacidad de comunicación. Por ello el sistema PMR evoluciona para conseguir mejorar el uso de la restricción de los canales radioeléctricos disponibles.

El sistema *trunking* trata de utilizar pocas frecuencias de una forma más eficiente. Se trata de compartir varias frecuencias radioeléctricas: ante una solicitud de comunicación de voz por parte de un terminal móvil, el sistema *trunking* le asigna un canal libre. Utiliza modulación FFSK con tonos de 1.800-1.200 Hz para la señalización en el canal de control, y la modulación de voz sigue siendo analógica en los canales de tráfico.

En Europa, todos los estados de la Unión Europea acordaron en el Convenio de Schengen implantar un mismo sistema de comunicación que permitiera la interoperabilidad con los estados vecinos. Algunos estados se decidieron por una red TETRA (Reino Unido, Alemania, Polonia, BeNeLux, etc.) y otros por una red TETRAPOL (Francia, Suiza, España, etc.). De esta última se origina el sistema SIRDEE de España (adaptación al sistema de comunicación de emergencias del Ministerio del Interior del gobierno de España).

De los sistemas troncales podemos destacar el sistema TETRA y el sistema TETRAPOL, del cual se origina el mencionado sistema SIRDEE, que será el que describamos aquí.

a) TETRA (Terrestrial Trunking Radio)

Es un estándar abierto de comunicaciones definido por la ETSI (*European Telecommunications Standard Institute*) para aplicaciones PMR (*Private Mobile Radio*) y PAMR (*Private Access mobile Radio*). Se enfoca a servicios de seguridad y emergencias con transmisión de voz y datos.

Sobre tecnología digital, en un solo canal de RF (frecuencia ascendente y descendente) pueden obtenerse hasta cuatro comunicaciones de voz gracias a la técnica TDMA (*Time Division Multiple Access*).

TETRA combina varios modos de redes, sistemas y servicios. Se considera un sistema de concentración de enlaces de transmisión. La red TETRA, proporciona los siguientes servicios:

- Llamada individual: Conecta al usuario de la red con otro usuario, uno a uno (como en telefonía). Desde un terminal podemos llamar a otro terminal, por lo que la comunicación será más privada que en PMR.
- Llamada en grupo: Conecta a un usuario con un grupo. Los usuarios no es necesario que sean fijos por lo que se podrán conectar de manera dinámica. En una red de emergencias, los grupos están configurados previamente y solo se permiten las llamadas entre los mismos grupos. Sólo a unos pocos terminales, se les permitirá llamadas entre distintos grupos.
- Llamadas Broadcast: llamada con origen en el centro de control para informar a todos los usuarios de la red.
- Llamada de emergencia: llamadas de máxima prioridad, si hay saturación de la red, esta llamada sería prioritaria.
- Operación en modo directo (DMO): los usuarios se conectan entre sí sin necesidad de la estructura de la red, igual que se haría en una red PMR en canal directo. Lo contrario sería el modo red (TMO).
- Llamada full dúplex: Permite realizar llamadas como si fueran telefónicas, ambos usuarios pueden comunicarse de manera simultánea (no suelen ser permitidas en TETRA por la cantidad de recursos de red que necesitan).
- Inclusión de la llamada: permite añadir usuarios a una llamada ya establecida.
- Transmisión de SDS (mensaje de estado): permite el envío de mensajes de estado, como “recibido”, “llegada a parque”, etc.
- Servicio de datos breves: similar a los SMS, permite envíos de mensajes de texto entre los terminales.
- Servicio de transmisión de datos: permite encapsular información con el protocolo TCP/IP. Permite que el equipo de radio envíe información de datos a redes de ordenadores, luego desde el equipo de radio nos permite envío de correos electrónicos o acceso a páginas web.
- Escucha discreta: permite activar el PTT de un equipo de radio a distancia sin levantar sospechas, muy útil en los casos de emergencia. Permite que se escuche la conversación sin que físicamente se nos vea como hemos pulsado el PTT.

- AVL (Automatic Vehicle Localizator): Capacidad de transmitir posición GPS de un vehículo o persona a la central de datos.

En España la banda 380-390/390-400 MHz está destinada para el uso exclusivo de los cuerpos de seguridad del estado y para los servicios de emergencia. Se ha buscado una banda común para toda Europa que permita la itinerancia entre redes, facilitando la colaboración entre los cuerpos de seguridad de distintos países.

Dentro de la red TETRA hay una serie de terminales que son:

- Terminales Bases: situadas en sitios fijos y alimentadas con la red eléctrica, con antena ubicada en lugares altos. Tienen gran alcance y suelen cubrir una amplia zona.
- Terminales Móviles: instalados en el vehículo y alimentados por la batería del mismo. Tiene gran cobertura.
- Terminales Portátiles (Walkie-Talkies): alimentadas por baterías de litio y con menor alcance que las bases y las móviles.



Imagen 4. Terminales TETRA

Los tipos de comunicaciones que se pueden establecer con las redes TETRA son:

Tabla 6. Tipos de comunicaciones que se pueden establecer en redes TETRA

Individuales en modo Red (TMO)	Establece una llamada de manera individual haciendo uso de los repetidores de la zona de cobertura. Podrá realizarse en dúplex o semi-dúplex. Permite hacer una llamada desde un centro de coordinación de emergencias a un terminal en concreto.
De grupo en modo red (DMO)	Establece una llamada a todos los usuarios de la red, pero solo los miembros del grupo podrán escuchar la comunicación. Podrá realizarse en semi-dúplex y permiten una amplia zona de cobertura.
Individuales en modo red	Establece una llamada entre dos terminales sin hacer uso de la red, pero la emisoras deben estar dentro del area de cobertura, solo en modo simplex.
De grupo en modo directo	Conectan un terminal con otros del mismo grupo, pero solo los que estén dentro del radio de cobertura lo reciben.
De grupo con repetidor en modo directo (DMO)	Este tipo de llamadas nos permite ampliar la zona de cobertura. Es muy útil en intervenciones que haya muchas zonas de sombra (incendio forestal) colocando un repetidor intermedio. Son llamadas en semi-dúplex.
De grupo con Pasarela/Gateway	Uso de modo directo y del modo red, porque se realiza una llamada en modo directo a los usuarios y la pasarela se encarga de redireccionar la llamada hacia el grupo, haciendo uso de la red para ello.

Como resumen, en emergencias en directo (DMO) se establecen comunicaciones Terminal-Terminal (grupo o individual), y en modo red se harán a través de repetidor (TMO), Terminal-Repetidor-Terminal.

b) SIRDEE (Sistema de Radiocomunicaciones Digitales de Emergencia del Estado).

Es una red española radio Trunking nacional formada por 52 redes provinciales. Está orientada a la seguridad y la emergencia y permite nuevas doctrinas operativas. Potencia la interoperatividad y es una referencia nacional e internacional.

Está basado en la tecnología TETRAPOL con equipamiento EADS TELECOM (aunque en España la infraestructura la aporta Telefónica). Las características que lo definen son:

Tabla 7. Características de SIRDEE	
Servicios de la Red	Llamadas: de grupo, individuales, múltiples, externas, prioritaria, emergencia, generales y cifradas. Limitación de Llamadas entrantes/salientes Fusión de Llamadas de grupo Entrada tardía Sobre cifrado Gestión de Prioridades Modo dual (DIR/IDR+RED) Colgado por inactividad
Modos de transmisión	Modo red. Modo directo. Modo repetidor independiente (el enlace se logra a través de un repetidor portátil para necesidades de comunicación local).
Capacidad de interconexión	Sistemas externos. Redes (analógicas y digitales).
Redes telefónicas	Comerciales Privadas
Interface con centros de llamada	

1.4.5. SISTEMAS MÓVILES PÚBLICOS TMA (TELEFONÍA MÓVIL AUTOMÁTICA)

También considerada radiotelefonía pública celular es lo que hoy en día se conoce como telefonía móvil. Es una red pública con cobertura muy variable (desde una zona a un continente), con explotación totalmente automática y con características parecidas a las de un servicio fijo en base a su fiabilidad, disponibilidad y calidad.

Se basa en sistemas digitales de multiexpansión TDMA/CDMA y de banda ancha y estrecha. Proporciona otros servicios como transmisión de datos GPRS/UMTS, mensajería unidireccional (SMS), radio búsqueda-localización (GALILEO+UMTS).

1.4.6. SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL DIGITAL GSM (GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS)

Es un sistema de telefonía digital, estándar europeo abierto para redes de teléfonos móviles digitales que soportan voz, mensajes de texto, datos y roaming. GSM corresponde a la segunda generación (2G) más importante del globo teres-

tre. El sistema GSM utiliza una variación de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), esto quiere decir que a cada usuario se le asigna un intervalo temporal denominado "slot". Posteriormente en la estación se procesa para formar una única corriente de información. Este sistema opera a cualquiera de los 900 MHz o 1800 Mhz de banda de frecuencia.

1.4.7. SISTEMA GPRS (GLOBAL PACKET RADIO SYSTEM)

Es la evolución del sistema GSM, y dota a las redes celulares una mayor velocidad y ancho de banda sobre el GSM. GPRS es un equivalente de ADSL para un teléfono móvil, considerado de la generación 2.5. Este sistema permite una conexión de alta velocidad y capacidad de datos, disponible para navegar por páginas WAP (Wireless Application Protocol -Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas).

El pago en los servicios que nos ofrece este sistema corresponde con la cantidad de datos que son descargados. GPRS también nos permiten navegar páginas a color y tomar parte en mensajes multimedia.

1.4.8. SISTEMA UMTS (UNIVERSAL MOBILE TELECOMMUNICATION SYSTEM)

Es un sistema de acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) que nació con el objetivo de ser un sistema multi-servicio y multi-velocidad, con suficiente flexibilidad para poder adaptarse a transmisiones de datos de diferentes velocidades y requisitos distintos. Permite a un usuario el acceso a diversas conexiones de distintos servicios simultáneamente. Por ejemplo, un usuario puede estar enviando un correo electrónico y a la vez puede estar descargando archivos de la red.

La banda ancha con la que trabaja UMTS es de 5 MHz, lo que hace posible de transferir datos a velocidades de hasta 2 Mbps, lo que permite acceder a servicios como televisión móvil, videoconferencias, servicios de mapas para la ubicación del usuario y otros.

2. EQUIPOS DE COMUNICACIÓN

2.1. REPETIDORES

2.1.1. ESPECIFICACIONES

Son dispositivos electrónicos que reciben una señal débil o de bajo nivel y la retransmiten a una potencia o nivel más alto para poder llegar más lejos con mínima degradación de la señal.

Se forma con dos radios conectadas entre sí por un cable de audio preparado para que, mientras una radio recibe la señal emitida por los equipos portátiles (usa una frecuencia de entrada que monitorea a las señales), transmita a su vez esta señal hasta otros equipos iguales pero en otra frecuencia distinta y una potencia mayor. Es necesario un aislamiento entre transmisor y el receptor para evitar que se interfieran, por eso utilizan frecuencias distintas.

Como este montaje está ubicado a gran altura puede superar la mayoría de los obstáculos y alcanzar grandes distancias. Por eso también es recomendable el uso de sistemas adicionales de discriminación de señales como CTCSS, DCS o DTMF con el fin de evitar interferencias lejanas.

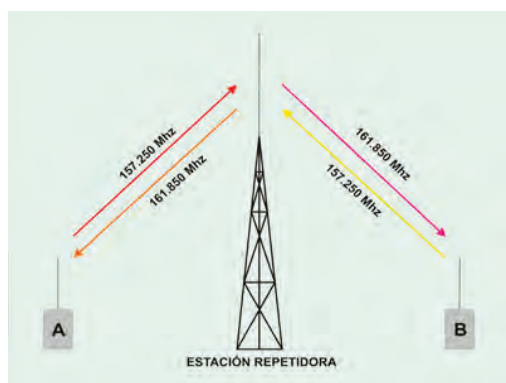


Imagen 5. Estación repetidora

Los repetidores se componen de un transmisor, un receptor, un controlador, una fuente de voltaje y una antena. El controlador es el núcleo de un repetidor, ya que integra a todas sus piezas dentro de un sistema. Contiene además un circuito CTCSS (Continuous Tone-Coded Squelch System), que reduce la molestia que se produce al escuchar a otros usuarios que comparten el mismo canal de comunicación. Un receptor con CTCSS permite ingresar sólo a aquellas señales con el tono correcto.

Dependiendo de los tipos de emisión utilizados, estos podrán ser semidúplex o simplex, ya descritos anteriormente.

2.1.2. NORMATIVA

En el caso de España, todos los equipos de radiocomunicaciones tienen que cumplir con lo establecido en el Reglamento de uso del dominio público radioeléctrico, aprobado mediante el Real Decreto 863/2008 de 23 de mayo y en especial, con el vigente Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias (CNAF) y con las interfaces de radio que le sean de aplicación.

En concreto, los equipos repetidores tienen que cumplir con lo establecido en la Directiva. Pueden ser puestos en el mercado, pero solo pueden ser instalados y puestos en servicio por aquellas entidades que están autorizadas para la emisión de las frecuencias de radio en las que operan este tipo de equipos.

2.1.3. USO Y SEGURIDAD

Las señales eléctricas que viajan a través de cables (trenzado o coaxial) o bien de líneas de fibra óptica se debilitan debido a la energía que se disipa en su trayecto. Por este motivo, los repetidores tienen por objeto fortalecer periódicamente esta señal.

Un repetidor de comunicaciones ópticas es una pieza de equipo que recibe una señal óptica y la retransmite como señal óptica. Un repetidor de radio consiste en un receptor de radio conectado a un transmisor. Al recibir la señal de radio, la amplifica y la retransmite, por lo general en una frecuencia diferente.

Debido a que las frecuencias de radio más altas se limitan a la línea visual de transmisión Los repetidores suelen estar situados en las colinas y montañas, para retransmitir la señal más allá de la obstrucción generada por éstas y por la propia curvatura de la Tierra.

2.2. EMISORA BASE/MÓVIL

2.2.1. ESPECIFICACIONES

Esta emisora genera una señal modulada hacia la antena y recibe una señal desde una antena, la modula y la canaliza hacia un auricular, computador o algún otro interfaz. Utiliza varias bandas de frecuencia.



Imagen 6. Emisora Base/Móvil

Sus características más habituales son:

- Transceptor* móvil VHF
- Varios canales
- Potencia de salida (25 W aprox.)
- Display LCD de canales
- Encriptador de Voz
- Modo Emergencia y Trabajador solitario
- Señalización FleetSync, 5-Tonos, DTMF, QT y DQT
- Programación y Ajuste desde PC

Existen transceptores de radio que reciben y emiten en UHF y otros que lo hacen en VHF.

2.3. EMISORAS PORTÁTILES

2.3.1. ESPECIFICACIONES

También se les llama walkie-talkie. Cuentan con un canal semi dúplex (sólo una radio transmite a la vez, aunque puede ser escuchada simultáneamente por numerosas unidades) y establecen la comunicación presionando el botón PTT (*Push To Talk*). Permiten llamadas de tipo uno-a-uno o bien uno-a-varios (llamadas de grupos).

En ambientes donde el auricular de un teléfono es deficiente para ser oído por el usuario, el altavoz de un walkie-talkie puede ser escuchado por el usuario y su entorno inmediato.

Suelen disponer de más de 100 canales con diferentes rangos de frecuencia. Tienen un peso aproximado de 300 grs. y funcionan a 7.2V entre unas temperaturas entre -20° y + 55°.

2.3.3. USO Y SEGURIDAD

Las emisoras portátiles funcionan en simplex a dos frecuencias, una para transmisión y otra para recepción de la comunicación y en dos modos, en directo o en repetidor.

Como **precaución**:

Evitaremos cagar la batería estando mojados y tocar las piezas calientes (radiador y chasis) cuando la cambiemos. También evitaremos tocar cualquier pieza que haya resultado dañada.

Evitaremos cagar la batería estando mojados y tocar las piezas calientes (radiador y chasis) cuando la cambiemos. También evitaremos tocar cualquier pieza que haya resultado dañada.

Reduciremos el volumen del aparato si conectamos un micrófono auricular, y evitaremos liar el cable de éste alrededor del cuello en proximidad de máquinas que puedan pillar el cable.

No sumergiremos nunca el aparato en agua.

Apagaremos el aparato en ambientes explosivos, en gasolineras, cerca de explosivos, en aviones y en centros médicos.

La batería contiene materiales inflamables (como disolvente orgánico). Existe el peligro, ante un uso inadecuado, que la batería se rompa, se incendie o genere calor extremo. Debemos cargarla siempre antes de usarla y retirarla del aparato si no la utilizamos (la descargaremos si no la vamos a utilizar durante un tiempo prolongado). Cuando la carguemos, apagaremos el aparato mientras lo hagamos.

En todo caso, deberemos observar siempre las indicaciones específicas que incluye el manual de instrucciones de cada equipo.

2.4. INTERCRANEAL

2.4.1. ESPECIFICACIONES

Es un equipo de intercomunicación entre emisoras portátiles, consistente en un sistema de escucha y habla con micrófono craneal. El micrófono es de contacto, recoge la voz directamente de la bóveda del cráneo y la transmite.

Se compone de las siguientes partes



Imagen 9. Partes del intercraneal

El **micrófono y el auricular** están diseñados para garantizar una clara transmisión de la voz y un óptimo contacto con la cabeza.



Imagen 10. Micrófono y auricular del Intercraneal

El **PTT de pecho** ha de presentar una gran superficie de pulsador para que pueda usarse con guantes y bajo la ropa, a través incluso de chaquetones gruesos. Este pulsador se fija a la ropa por medio de una pinza, y tiene una máxima resistencia contra roturas.



Imagen 11. PTT de pecho del intercraneal

El **conector de seguridad CT**, se suelta solo si existe una fuerza de separación de aproximadamente 45 kg.



Imagen 12. Conector de seguridad CT

El dispositivo está fabricado con un plástico de alta resistencia a la llama, y todo él aguanta en funcionamiento entre -20° y +75°, y con una humedad $\leq 93\%$.