

## **UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA**

**Montreal, 22 de septiembre - 3 de octubre de 2003**

### **Cuestión 7 del**

**orden del día: Comunicaciones aeronáuticas aire-tierra y aire-aire**

### **ESCENARIOS EN MATERIA DE COMUNICACIONES MÓVILES AERONÁUTICAS DEL FUTURO**

(Nota presentada por la Secretaría)

#### **RESUMEN**

Esta nota se basa en los textos elaborados por el Grupo de expertos sobre comunicaciones móviles aeronáuticas (AMCP). En esta nota se analizan los escenarios en materia de comunicaciones móviles aeronáuticas del futuro en la forma en que podrían evolucionar en los próximos dos decenios y se presentan algunas de las cuestiones que deben investigarse en relación con los mismos. En el Apéndice se proporcionan diagramas que ilustran los escenarios.

En el párrafo 6 figuran las medidas recomendadas a la Conferencia.

## **1. INTRODUCCIÓN**

1.1 Se reconoce generalmente que la infraestructura de comunicaciones móviles debe evolucionar a fin de dar cabida a nuevas funciones y proporcionar la capacidad y la calidad de los servicios apropiadas para apoyar los requisitos de gestión del tránsito aéreo (ATM) en evolución dentro del marco del concepto operacional de ATM global. Una restricción importante en la evolución de la infraestructura en zonas de alta densidad en las cuales el espectro de muy alta frecuencia (VHF) ya está extremadamente congestionado o está próximo a la congestión, consiste en la disponibilidad limitada del espectro de radiofrecuencias dedicado a los servicios de comunicaciones móviles aeronáuticas.

## **2. ETAPAS DE LA EVOLUCIÓN**

2.1 Las siguientes tres etapas (que se sobreponen parcialmente) de la evolución de la infraestructura de comunicaciones móviles aeronáuticas se han elaborado teniendo presente las restricciones en materia de disponibilidad del espectro mencionadas anteriormente.

2.1.1 La primera etapa consiste en la introducción o la ampliación de los sistemas de señales orales o de enlace de datos que se incluyen en el Anexo 10 o que se encuentran en desarrollo en la actualidad.

2.1.2 La segunda etapa consiste en la definición y la implantación de nuevos sistemas terrestres y/o por satélite que funcionan fuera de la banda VHF. Esta etapa se requerirá solamente en las zonas de alta densidad, en las cuales se prevé que el espectro VHF experimente una saturación a pesar de la introducción, en la primera etapa, de sistemas de frecuencias más eficientes. La segunda etapa proporcionará la capacidad que es complementaria inicialmente con VHF. Al hacerse cargo de algunos servicios de comunicaciones suministrados originalmente en VHF, esta etapa reducirá de ese modo la congestión VHF.

2.1.3 La tercera etapa consiste en la introducción de un nuevo sistema global VHF que utiliza el espectro que se proporcionó en la segunda etapa. Esta etapa estaría prevista solamente en las áreas de alta densidad y solamente a largo plazo.

2.2 En las próximas secciones se presentan varios escenarios en materia de comunicaciones que describen las tres etapas. El objetivo de estos escenarios consiste en reflejar la evolución probable de la infraestructura de comunicaciones en el futuro para zonas con diferentes densidades de tránsito. Los escenarios no están destinados a reemplazar o desplazar el proceso de planificación correspondiente de la OACI, sino simplemente a proporcionar una base común para las deliberaciones sobre la trayectoria futura del desarrollo de la infraestructura. Con este objeto, deberían utilizarse como una referencia en las actividades de la OACI relacionadas con el futuro y elaborarse en mayor medida cuando sea necesario, garantizando al mismo tiempo la consistencia con el concepto operacional de ATM global, incluyendo los requisitos operacionales identificados.

### 3. ORGANIZACIÓN DE ESCENARIOS

3.1 Los escenarios se ilustran mediante los diagramas que figuran en el apéndice. No se especifican plazos debido a que las decisiones de implantar los nuevos sistemas dependen de factores cuya oportunidad podría variar en las diferentes zonas (tales como la saturación del sistema o la implantación de nuevos sistemas ATM).

3.2 Se definen escenarios separados para los servicios de señales orales y de enlace de datos. Dentro del servicio de enlace de datos, se definen escenarios separados para servicios de comunicaciones por enlace de datos y servicios de vigilancia por enlace de datos. El servicio de vigilancia por enlace de datos a su vez incluye la vigilancia dependiente automática por contrato (ADS-C) y la vigilancia dependiente automática por radiodifusión (ADS-B). Existen determinados vínculos para la elección de sistemas para apoyar los diferentes servicios. Por ejemplo, es posible que ocurran las siguientes agrupaciones de sistemas:

- a) implantación inicial de VDL en Modo 2 seguida por la implantación de VDL en Modo 4 para servicio ampliado de comunicaciones<sup>1</sup> por enlace de datos (aire-tierra y aire-aire), señales espontáneas ampliadas del SSR en Modo S y/o VDL en Modo 4 para servicios de vigilancia por enlace de datos, con DBL-AM para proporcionar una mayor capacidad en materia de señales orales; o
- b) implantación inicial de VDL en Modo 2 seguida por la implantación de VDL en Modo 3 para servicio ampliado de comunicaciones por enlace de datos (aire-tierra), señales espontáneas ampliadas del SSR en Modo S y/o transceptor de acceso universal (UAT)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> En la actualidad, en el Anexo 10 se indica que los SARPS VDL en Modo 4 se aplican a aplicaciones de vigilancia. Se ha enviado a los Estados y a las organizaciones internacionales, para que formulen comentarios, una propuesta elaborada por la octava reunión del AMCP para enmendar el Anexo 10 de modo de permitir la utilización futura del VDL en Modo 4 como un enlace de datos de comunicaciones para fines generales.

<sup>2</sup> Los proyectos de SARPS para UAT están en elaboración por el Grupo de expertos sobre comunicaciones aeronáuticas (ACP, anteriormente AMCP).

para servicios de vigilancia por enlace de datos, con VDL en Modo 3 para proporcionar una mayor capacidad en materia de señales orales.

3.3 Para cada uno de los servicios, se han considerado tres situaciones operacionales con restricciones diferentes:

- a) zonas oceánicas y de baja/mediana densidad en las cuales solamente se puede instalar en forma eficiente una infraestructura limitada de comunicaciones basadas en tierra;
- b) zonas de baja/mediana densidad en las cuales se pueden instalar infraestructuras completas de comunicaciones basadas en tierra; y
- c) zonas terrestres de alta densidad.

3.4 Debido a diferentes condiciones locales, las migraciones a un nuevo sistema pueden no ocurrir al mismo tiempo en diferentes regiones o aun dentro de la misma región.

## 4. DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

### 4.1 Servicios de señales orales

***Zonas oceánicas y de baja/mediana densidad en las cuales solamente se puede instalar en forma eficiente una infraestructura limitada de comunicaciones basadas en tierra (Figura A1)***

4.1.1 En estas zonas, los servicios de señales orales continuarán siendo apoyados por el actual sistema de alta frecuencia (HF). Sin embargo, debido a que el sistema proporciona audio de calidad insuficiente y está sujeto a una congestión de frecuencias, así como a restricciones operacionales significativas, algunas o todas de las comunicaciones pueden transferirse a los sistemas actuales o futuros del servicio móvil aeronáutico por satélite (SMAS). La transferencia de comunicaciones ordinarias al enlace de datos HF (HFDL) también puede ofrecer mejoras.

4.1.2 Cuando se dispone a nivel local de una infraestructura basada en tierra, tales como en áreas terminales o en rutas específicas, las comunicaciones orales están apoyadas mediante el sistema DBL/AM de 25 kHz. En las zonas en las cuales se experimenta congestión en la banda VHF o cuando lo exijan requisitos económicos u operacionales, este servicio también podría ser apoyado mediante la DBL-AM de 8,33 kHz o el sistema VDL en Modo 3.

***Zonas de baja/mediana densidad en las cuales puede instalarse una infraestructura completa de comunicaciones basadas en tierra (Figura A2)***

4.1.3 En estas zonas, los servicios de señales orales están apoyados por el sistema DBL-AM de 25 kHz. En las zonas en las cuales se experimenta congestión en la banda VHF, o cuando lo exijan requisitos económicos u operacionales, este servicio también podría ser apoyado mediante el sistema DBL-AM de 8,33 kHz o el VDL en Modo 3.

***Zonas terrestres de alta densidad (Figura A3)***

4.1.4 En zonas de alta densidad (p. ej., en partes de los Estados Unidos y Europa), los servicios de señales orales que funcionan en la actualidad en el sistema DBL-AM de 25 kHz se transferirán al sistema DBL-AM de 8,33 kHz o al sistema VDL en Modo 3 basándose en los acuerdos regionales. La migración se pondrá en práctica de modo de evitar la saturación de la banda VHF.

4.1.5 En la zona básica de Europa, se prevé que se experimentará nuevamente la saturación de la banda VHF aproximadamente en 2015, a pesar de la introducción de la separación de canales de 8,33 kHz, impidiendo de ese modo el crecimiento futuro de los servicios de señales orales. En consecuencia, podrían elaborarse futuros sistemas por satélite y/o terrestres que funcionen en otras bandas y ponerse en práctica a tiempo para proporcionar la capacidad adicional requerida. La introducción de estos sistemas aliviaría gradualmente la congestión en la banda VHF, permitiendo eventualmente la introducción de un nuevo sistema VHF que suministre mayor capacidad cuando sea necesario.

## 4.2 Servicios de enlace de datos

### ***Zonas oceánicas y de baja/mediana densidad en las cuales solamente puede instalarse en forma eficaz una infraestructura limitada de comunicaciones basadas en tierra***

#### 4.2.1 Servicio de comunicaciones por enlace de datos (Figura A4)

4.2.1.1 En estas zonas, las aplicaciones y las comunicaciones entre controlador y piloto por enlace de datos (CPDLC) FANS 1 de Boeing y FANS A de Airbus están apoyadas en la actualidad por SMAS y podrían estar apoyadas por HFDL. También podrían introducirse sistemas por satélite del futuro para proporcionar una mayor calidad de servicio.

4.2.1.2 Cuando se dispone a nivel local de una infraestructura basada en tierra, tal como en áreas terminales o en rutas específicas, debería seguirse el procedimiento descrito en la sección 4.2.3.

#### 4.2.2 Servicios de vigilancia por enlace de datos (Figura A5)

4.2.2.1 Los servicios ADS-B serán apoyados por señales espontáneas ampliadas del SSR en Modo S, el UAT o el VDL en Modo 4, basándose en acuerdos regionales. Los servicios ADS-C serán apoyados por los sistemas identificados en 4.2.1.

### ***Zonas de baja/mediana densidad en las cuales puede instalarse una infraestructura completa de comunicaciones basadas en tierra***

#### 4.2.3 Servicios de comunicaciones por enlace de datos (Figura A6)

4.2.3.1 En estas zonas, se introducirán mensajes de datos con arreglo a la Característica 623 de la norma ARINC de la industria utilizando ACARS. Estos mensajes migrarán a AOA [ACARS mediante el control de enlace VHF para la aviación (AVLC)] en VDL en Modo 2 para mejorar la capacidad y la calidad de servicio. Para la introducción de los servicios CPDLC, se pondrá en práctica el servicio ATN/VDL en Modo 2. Con carácter regional, cuando lo exijan los requisitos económicos u operacionales, también podrían apoyarse los servicios de enlace de datos ampliados mediante los sistemas VDL Modo 3 o VDL Modo 4.

#### 4.2.4 Servicios de vigilancia por enlace de datos (Figura A7)

4.2.4.1 Los servicios ADS-B podrían ser apoyados por señales espontáneas ampliadas del SSR en Modo S, el UAT o el VDL en Modo 4 basándose en acuerdos regionales. Los servicios ADS-C podrían ser apoyados por los sistemas identificados en 4.2.3.

### ***Zonas terrestres de alta densidad***

#### 4.2.5 Servicios de comunicaciones por enlace de datos (Figura A8)

4.2.5.1 En estas zonas, se introducirán mensajes de datos de acuerdo con la Característica 623 de la

norma ARINC de la industria utilizando el sistema ACARS y se migrará a AOA mediante el VDL en Modo 2 para mejorar la capacidad y la calidad del servicio. Para la introducción de los servicios de la Fase 1 de CPDLC para mensajes que no sean críticos en función del tiempo, se implantará el servicio ATN/VDL en Modo 2. Para introducir los servicios de la Fase 2 de CPDLC para mensajes críticos en función del tiempo, podrían proporcionarse los servicios de VDL en Modo 3 o VDL en Modo 4 basándose en acuerdos regionales.

4.2.5.2 En el caso que exista congestión del espectro VHF debido a la ausencia de capacidad, los VDL serán secundados por futuros sistemas adicionales por satélite y/o terrestres que funcionen fuera de la banda VHF. La introducción de estos sistemas aliviaría gradualmente la congestión en la banda VHF, permitiendo eventualmente la introducción de un nuevo sistema VHF que proporcione mayor capacidad cuando sea necesario.

#### 4.2.6 **Servicios de vigilancia por enlace de datos (Figura A9)**

4.2.6.1 Los servicios ADS-B serán apoyados por señales espontáneas ampliadas del SSR en Modo S en la fase inicial. Cuando no se puedan cumplir los requisitos del servicio ATM o los niveles RCP, podría introducirse un enlace de datos complementario utilizando el UAT o el VDL en Modo 4 basándose en acuerdos regionales. Los servicios ADS-C pueden ser apoyados por los sistemas identificados en 4.2.5.

### 5. **CUESTIONES QUE DEBEN INVESTIGARSE**

5.1 En el curso de la elaboración de los escenarios presentados en esta nota de estudio, se han identificado varios asuntos que requieren un examen adicional. Éstos se resumen brevemente aquí como una base para las labores adicionales después de esta conferencia.

5.2 Un elemento crítico en la trayectoria de evolución en tres etapas, especialmente en las zonas de alta densidad, es la disponibilidad de espectro. En la primera etapa, es necesario disponer de espectro VHF para la introducción de nuevos servicios; en la segunda etapa, la transferencia del servicio desde la banda VHF a otras bandas depende de la disponibilidad del espectro correspondiente en las nuevas bandas; en la tercera etapa, la introducción de nuevos servicios VHF depende de la disponibilidad de espectro suficiente en la banda VHF.

5.3 La idoneidad de los sistemas de comunicaciones presentes y futuros considerados en los escenarios para apoyar los requisitos ATM y los niveles RCP emergentes deben ser evaluados en términos cuantitativos como una función del entorno operacional.

5.4 Los sistemas que utilicen diferentes modos operacionales pueden generar diferentes procedimientos operacionales ATS que se optimizan respecto a las características del sistema. A medida que las aeronaves crucen los límites entre zonas o regiones que operan diferentes tipos de sistemas, se exigirá que los pilotos se hagan cargo de estos procedimientos. Los factores humanos y la interfaz entre personas y máquinas tendrán efectos significativos en la eficiencia y, en última instancia, en la seguridad de estos nuevos procedimientos.

5.5 La consistencia de los múltiples sistemas de comunicaciones dentro de cada escenario, así como entre diferentes escenarios, plantea problemas técnicos, operacionales y económicos que deben analizarse. En particular, debe formularse la definición de una arquitectura de a bordo que apoye la integración de múltiples sistemas.

## 6. MEDIDAS RECOMENDADAS A LA CONFERENCIA

6.1 Se invita a la conferencia a aprobar la siguiente recomendación:

**Recomendación 7/xx — Escenarios en materia de comunicaciones  
móviles aeronáuticas del futuro**

Que la OACI:

- a) elabore en mayor medida, mediante los órganos técnicos y operacionales correspondientes de la OACI, los escenarios que figuran en el apéndice, garantizando al mismo tiempo la consistencia con el concepto de ATM global y los utilice como una referencia en sus labores sobre las comunicaciones móviles aeronáuticas del futuro;
- b) investigue y elabore los textos correspondientes sobre los siguientes asuntos relacionados con los escenarios:
  - 1) disponibilidad de espectro para apoyar a los escenarios;
  - 2) requisitos ATM y niveles RCP emergentes que deben ser apoyados por los sistemas de comunicaciones considerados en los escenarios;
  - 3) aspectos relacionados con los factores humanos y la interfaz entre personas y máquinas de la introducción de nuevos sistemas y procedimientos de comunicaciones; y
  - 4) consideraciones técnicas, operacionales y económicas asociadas con la integración de los múltiples sistemas de comunicaciones considerados en los escenarios.

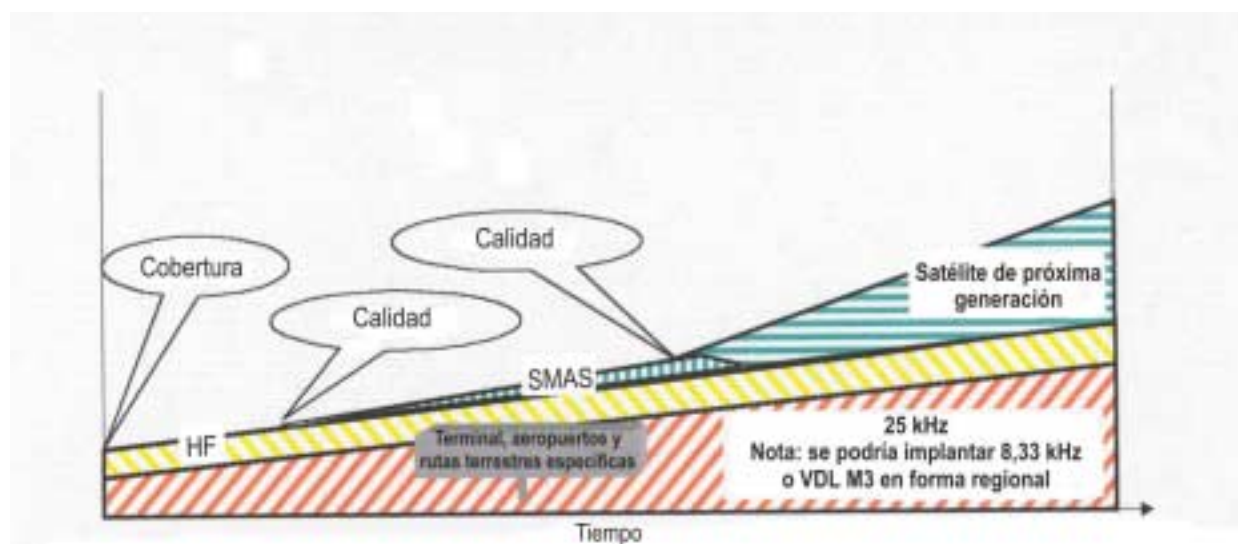
— — — — —

## **APÉNDICE**

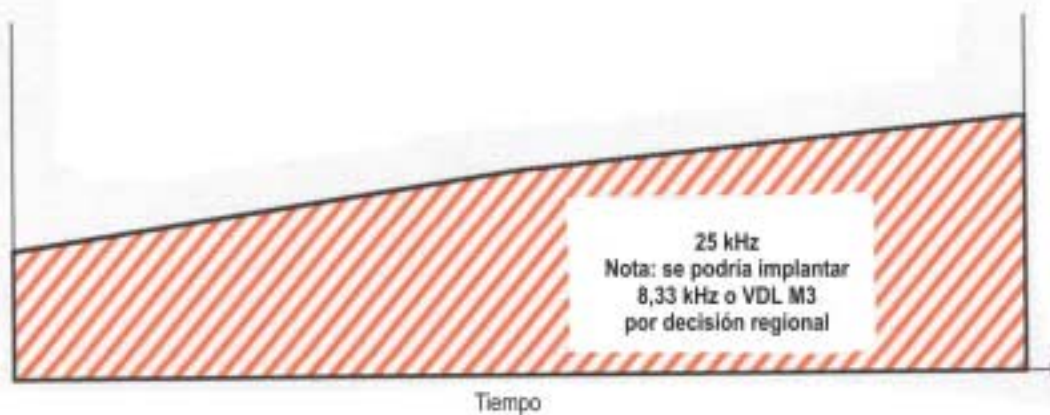
### **DIAGRAMAS DE LOS ESCENARIOS**

En los diagramas, la introducción de un servicio está asociada con uno de los siguientes eventos iniciales:

- a) capacidad: aumento de la capacidad de la infraestructura de telecomunicaciones;
- b) calidad: mejora de la calidad de los intercambios de señales orales;
- c) cobertura: mejora de la cobertura;
- d) ADS-B: vigilancia dependiente automática por radiodifusión;
- e) FANS 1/A: aplicaciones de aviónica por enlace de datos Boeing/Airbus;
- f) Fase 1 de CPDLC: primer conjunto de mensajes CPDLC que cumplan con los SARPS;
- g) Fase 2 de CPDLC: segundo conjunto de mensajes CPDLC que cumplan con los SARPS; y
- h) ARINC 623: aplicaciones de enlace de datos a base de caracteres para la autorización de salida/previa a la salida (DCL/PDC) y el servicio automático de información terminal (ATIS).



**Figura A1. Servicios de señales orales en zonas oceánicas y de baja/media densidad en las cuales se puede instalar solamente una infraestructura limitada de comunicaciones basadas en tierra**



**Figura A2. Servicio de señales orales en zonas de baja/media densidad en las cuales puede instalarse una infraestructura completa de comunicaciones basadas en tierra**

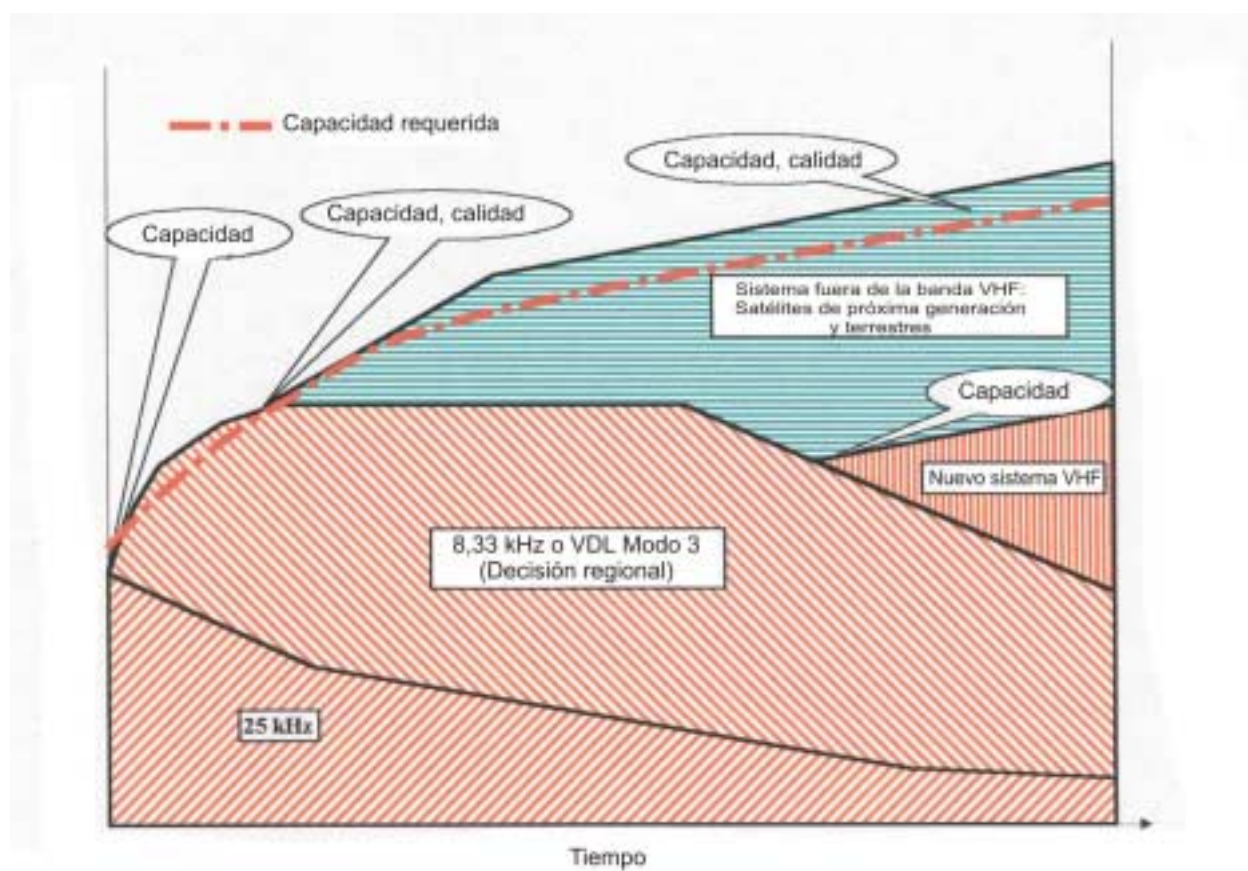
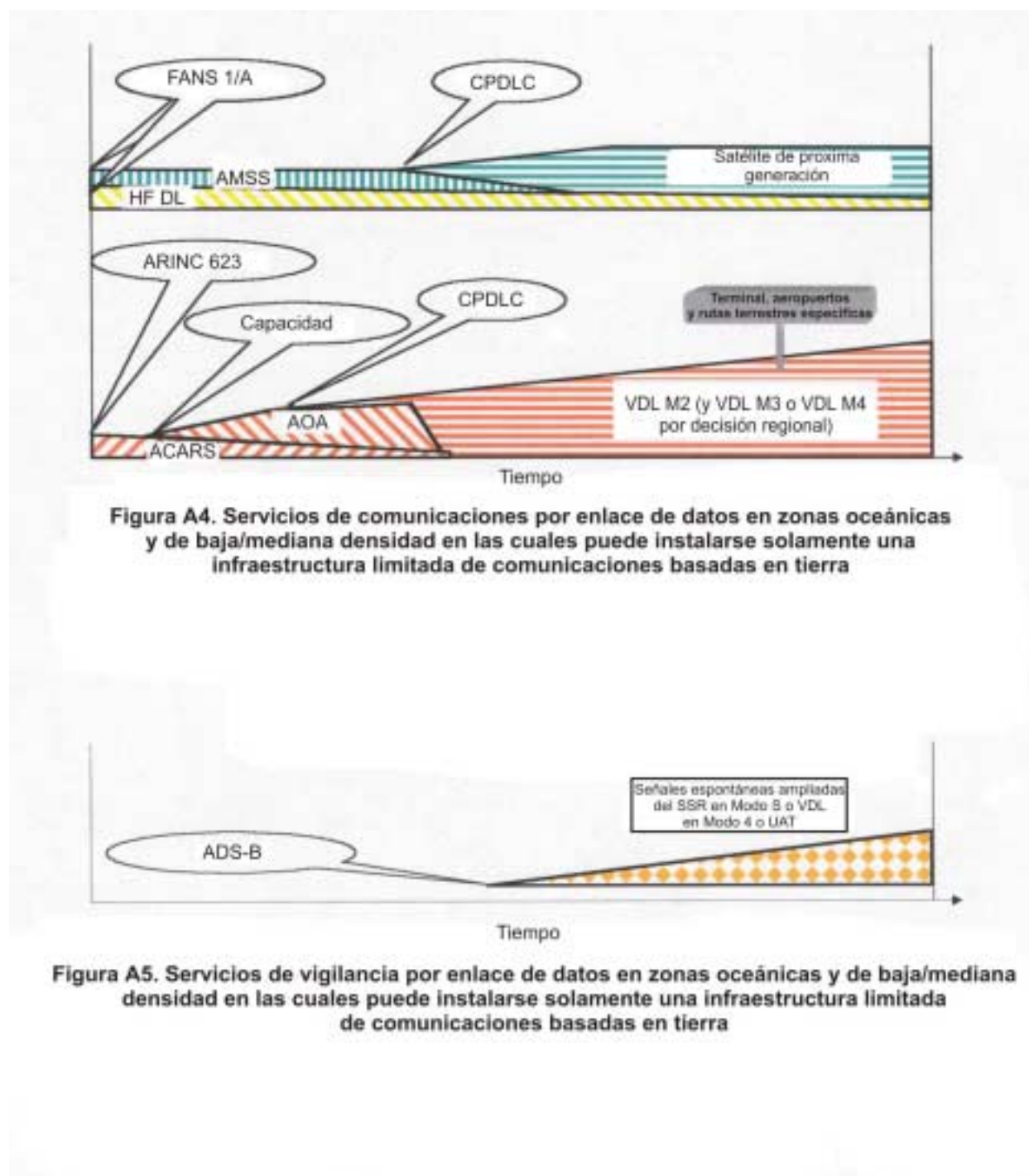
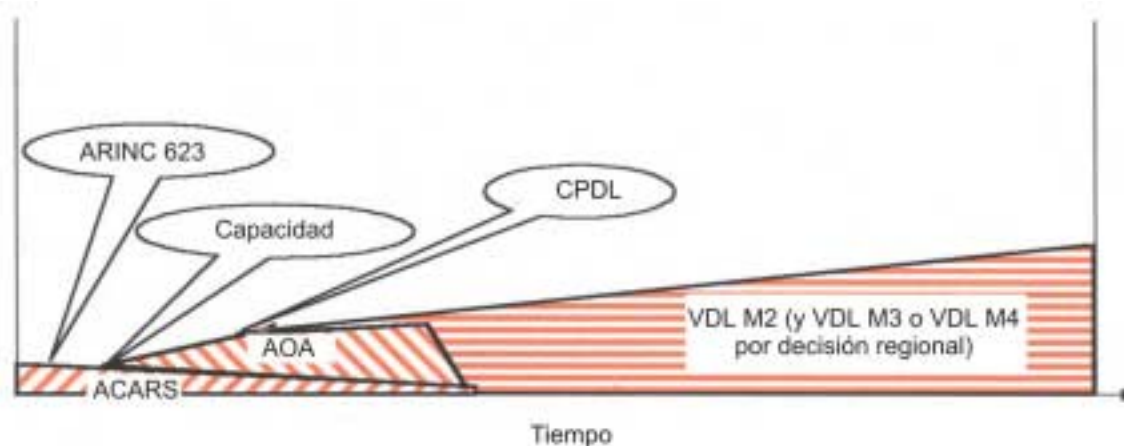
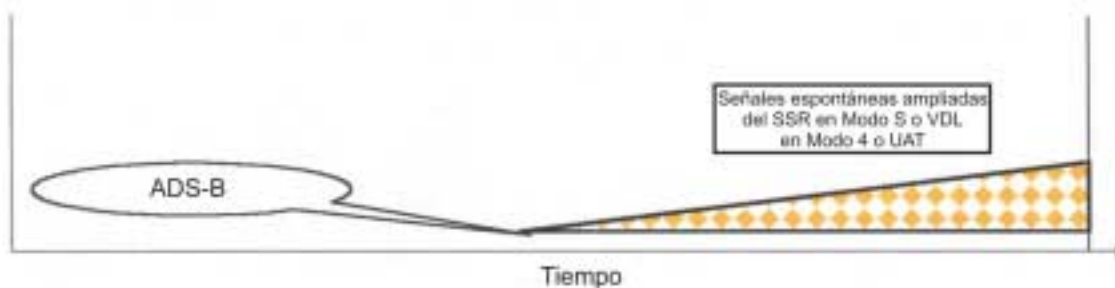


Figura A3. Servicios de señales orales en zonas de alta densidad

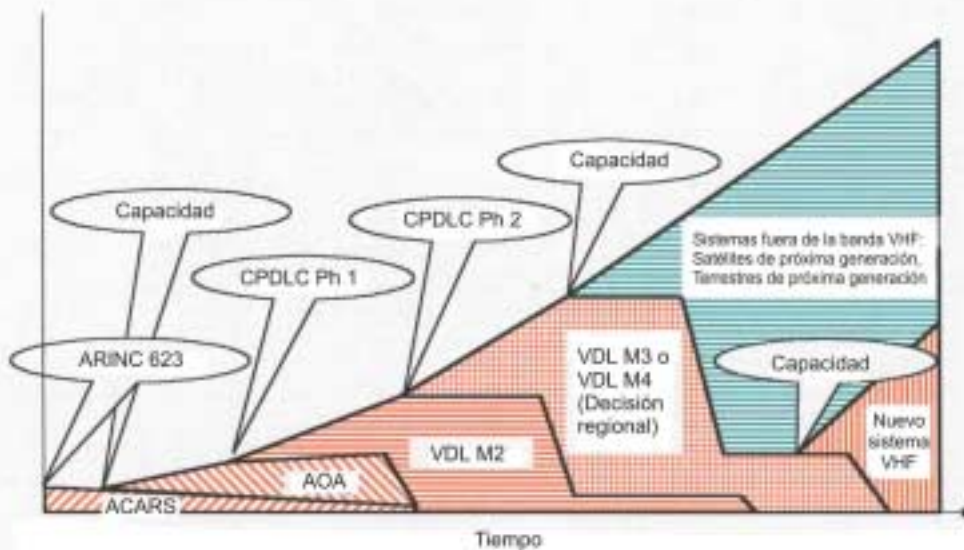




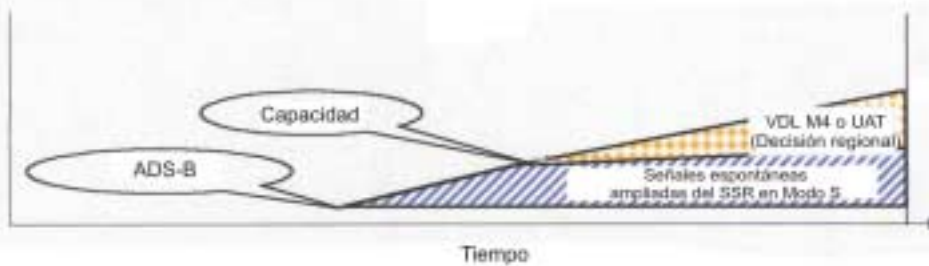
**Figura A6. Servicios de comunicaciones por enlace de datos en zonas de baja/mediana densidad en las cuales puede instalarse una infraestructura completa de comunicaciones basadas en tierra**



**Figura A7. Servicios de vigilancia por enlace de datos en zonas de baja/mediana densidad en las cuales puede instalarse solamente una infraestructura limitada de comunicaciones basadas en tierra**



**Figura A8. Servicios de comunicaciones por enlace de datos en zonas terrestres de alta densidad**



**Figura A9. Servicios de vigilancia por enlace de datos en zonas terrestres de alta densidad**