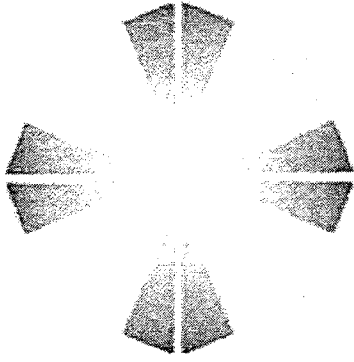


9 0 2



ANAC

Administración Nacional
de Aviación Civil Argentina



**DIRECCIÓN DE COMUNICACIONES
NAVEGACIÓN Y VIGILANCIA**

**MANUAL DE RADIOAYUDAS
A LA NAVEGACIÓN AÉREA**

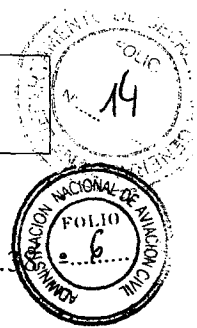
EDICIÓN

2012



**ÍNDICE**

CAPÍTULO 1	ANTECEDENTES Y DEFINICIONES.....	9
CAPÍTULO 2	DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN	
2.1	Radioayudas para la navegación normalizadas.....	10
2.1.4	Disposiciones específicas para el GNSS	11
2.2	Ensayos en tierra y en vuelo.....	12
2.3	Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación.....	12
2.4	Fuente de energía para las radioayudas para la navegación.....	13
2.5	Consideraciones sobre factores humanos.....	13
CAPÍTULO 3	ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN	
3.1	ESPECIFICACIÓN PARA EL ILS	
3.1.1	Definiciones.....	13
3.1.2	Requisitos básicos.....	17
3.1.3	LOCALIZADOR VHF Y MONITOR CORRESPONDIENTE.	
3.1.3.1	Generalidades.....	19
3.1.3.2	Radiofrecuencia.....	20
3.1.3.3	Cobertura.....	21
3.1.3.4	Estructura del rumbo.....	25
3.1.3.5	Modulación de la portadora.....	26
3.1.3.6	Precisión de la alineación de rumbo.....	30
3.1.3.7	Sensibilidad de desplazamiento.....	31
3.1.3.8	Anulado.	
3.1.3.9	Identificación.....	32
3.1.3.10	Emplazamiento.....	33
3.1.3.11	Equipo Monitor.....	34
3.1.3.12	Requisitos de integridad y continuidad de servicio.....	36
3.1.4	Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores del localizador ILS.....	37
3.1.4.3	Características de inmunidad de los sistemas receptores del	



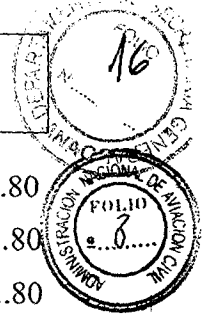
localizador ILS contra la interferencia causada por señales
 de radiodifusión FM en VHF

3.1.5	EQUIPO DE TRAYECTORIA DE PLANEAMIENTO UHF Y MONITOR CORRESPONDIENTE.	
3.1.5.1	Generalidades.....	39
3.1.5.2	Radiofrecuencia.....	40
3.1.5.3	Cobertura.....	40
3.1.5.4	Estructura de la trayectoria de planeamiento ILS.....	42
3.1.5.5	Modulación de la portadora.....	43
3.1.5.6	Sensibilidad de desplazamiento.....	45
3.1.5.7	Equipo Monitor.....	48
3.1.5.8	Requisitos de integridad y continuidad de servicio.....	51
3.1.6	Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeamiento....	52
3.1.7	RADIOBALIZAS VHF.	
3.1.7.1	Generalidades.....	54
3.1.7.2	Radiofrecuencia.....	55
3.1.7.3	Cobertura.....	55
3.1.7.4	Modulación.....	55
3.1.7.5	Identificación.....	56
3.1.7.6	Emplazamiento.....	56
3.1.7.7	Equipo Monitor.....	58
3.2	Anulado.	
3.3	ESPECIFICACIÓN PARA EL RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL VHF (VOR)	
3.3.1	Generalidades.....	58
3.3.2	Radiofrecuencia.....	59
3.3.3	Polarización y precisión del diagrama.....	59
3.3.4	Cobertura.....	60
3.3.5	Modulaciones de las señales de navegación.....	60
3.3.6	Radiotelefonía e identificación.....	62
3.3.7	Equipo Monitor.....	63
3.3.8	Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR.....	64



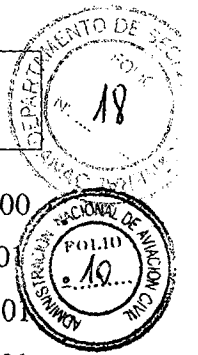
3.4	ESPECIFICACIÓN PARA EL RADIOFARO DIRECCIONAL NDB.	Nº
3.4.1	Definiciones.....	65
3.4.2	Cobertura.....	66
3.4.3	Limitaciones de la potencia radiada.....	67
3.4.4	Radiofrecuencias.....	67
3.4.5	Identificación.....	67
3.4.6	Características de las emisiones.....	68
3.4.7	Emplazamiento de los radiofaros de localización.....	70
3.4.8	Equipo Monitor.....	70
3.5	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA EL EQUIPO RADIOTELEMÉTRICO UHF (DME)	
3.5.1	Definiciones.....	71
3.5.2	Generalidades.....	73
3.5.2.5	Límites de emplazamiento común para las instalaciones DME asociadas con instalaciones ILS o VOR.....	74
3.5.3	CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA.	
3.5.3.1	Actuación.....	74
3.5.3.1.1	Alcance.....	74
3.5.3.1.2	Cobertura.....	74
3.5.3.1.3	Precisión.....	76
3.5.3.2	Radiofrecuencias y polarización.....	76
3.5.3.3	Canales.....	76
3.5.3.3.4	Asignación de canales de área.....	76
3.5.3.3.5	Agrupación de los canales en pares.....	77
3.5.3.4	Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación.....	77
3.5.3.5	Número de aeronaves que puede atender el sistema.....	77
3.5.3.6	Identificación del transpondedor.....	78
3.5.3.6.5	Aplicación de la identificación.....	79
3.5.4	DETALLE DE LAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSPONDEDOR Y EQUIPO DE CONTROL CORRESPONDIENTE.	
3.5.4.1	Transmisor.....	80

CP

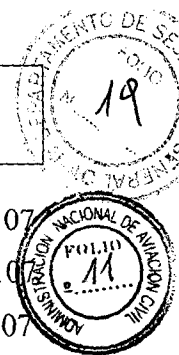


3.5.4.1.1	Frecuencia de operación.....	80
3.5.4.1.2	Estabilidad de frecuencia.....	80
3.5.4.1.3	Forma y espectro del impulso.....	80
3.5.4.1.4	Separación entre impulsos.....	81
3.5.4.1.5	Potencia máxima de salida.....	81
3.5.4.1.6	Radiación espuria.....	83
3.5.4.2	Receptor.....	83
3.5.4.2.1	Frecuencia de operación.....	84
3.5.4.2.2	Estabilidad de frecuencia.....	84
3.5.4.2.3	Sensibilidad del transpondedor.....	84
3.5.4.2.4	Limitación de la carga.....	84
3.5.4.2.5	Ruido.....	85
3.5.4.2.6	Anchura de banda.....	85
3.5.4.2.7	Tiempo de restablecimiento.....	85
3.5.4.2.8	Radiaciones espurias.....	85
3.5.4.2.9	Supresión de CW y de ecos.....	85
3.5.4.2.10	Protección contra la interferencia.....	86
3.5.4.3	Decodificación.....	86
3.5.4.4	Retardo de tiempo.....	86
3.5.4.5	Precisión.....	87
3.5.4.6	Rendimiento.....	88
3.5.4.7	Supervisión y Control.....	88
3.5.4.7.2	Supervisión del DME/N.....	88
3.5.4.7.3	Falla del equipo monitor.....	90
3.5.5	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INTERROGADOR.	
3.5.5.1	Transmisor.....	90
3.5.5.1.1	Frecuencia de operación.....	90
3.5.5.1.2	Estabilidad de frecuencia.....	90
3.5.5.1.3	Forma y espectro del impulso.....	90
3.5.5.1.4	Separación entre impulsos.....	91
3.5.5.1.5	Frecuencia de repetición de los impulsos.....	92
3.5.5.1.6	Radiación espuria.....	92
3.5.5.2	Retardo.....	93
3.5.5.3	Receptor.....	93

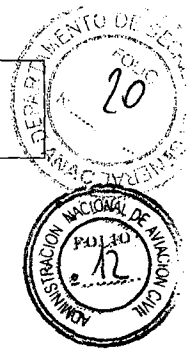
3.5.5.3.1	Frecuencia de operación.....	93
3.5.5.3.2	Sensibilidad del receptor.....	93
3.5.5.3.3	Anchura de banda.....	94
3.5.5.3.4	Rechazo de interferencia.....	94
3.5.5.3.5	Decodificación.....	94
3.5.5.4	Precisión.....	94
3.6	ESPECIFICACIÓN PARA LAS RADIOBALIZAS VHF EN RUTA (75 MHZ)	
3.6.1	Equipo.....	95
3.6.1.1	Frecuencia.....	95
3.6.1.2	Características de las emisiones.....	95
3.6.1.2.1	Características de la modulación.....	95
3.6.1.2.2	Frecuencia de modulación.....	95
3.6.1.2.3	Polarización.....	95
3.6.1.2.4	Identificación.....	95
3.6.1.2.5	Zona de servicio y diagrama de radiación.....	95
3.6.1.2.6	Determinación de la Cobertura.....	96
3.6.1.2.7	Diagrama de radiación.....	96
3.6.1.3	Equipo Monitor.....	96
3.7	REQUISITOS PARA EL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)	
3.7.1	Definiciones.....	96
3.7.2	Generalidades.....	98
3.7.2.1	Funciones.....	98
3.7.2.2	Elementos del GNSS.....	98
3.7.2.3	Referencia de espacio y horaria.....	99
3.7.2.4	Actuación de la señal en el espacio.....	99
3.7.3	Especificaciones de los elementos del GNSS.....	99
3.7.3.1	Servicio de determinación de la posición normalizado GPS (SPS) (L1).....	99
3.7.3.1.1	Exactitud de los segmentos espacial y de control.....	99
3.7.3.1.1.1	Exactitud de la posición.....	100
3.7.3.1.1.2	Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo.....	100
3.7.3.1.1.3	Exactitud en cuanto a dominio de distancia.....	100



3.7.3.1.2	Disponibilidad.....	100
3.7.3.1.3	Fiabilidad.....	101
3.7.3.1.4	Cobertura.....	101
3.7.3.1.5	Características de las radiofrecuencias (RF).....	101
3.7.3.1.5.1	Frecuencia portadora.....	101
3.7.3.1.5.2	Espectro de señal.....	101
3.7.3.1.5.3	Polarización.....	101
3.7.3.1.5.4	Nivel de potencia de la señal.....	102
3.7.3.1.5.5	Modulación.....	102
3.7.3.1.6	Hora GPS.....	102
3.7.3.1.7	Sistema de coordenadas.....	102
3.7.3.1.8	Información para la navegación.....	102
3.7.3.2	Canal de exactitud normal (CSA)(L1) del GLONASS.....	102
3.7.3.2.1	Exactitud de los segmentos espacial y de control.....	102
3.7.3.2.1.1	Exactitud de la posición.....	103
3.7.3.2.1.2	Exactitud de transferencia de tiempo.....	103
3.7.3.2.1.3	Exactitud en cuanto a dominio de distancia.....	103
3.7.3.2.2	Disponibilidad.....	103
3.7.3.2.3	Fiabilidad.....	104
3.7.3.2.4	Cobertura.....	104
3.7.3.2.5	Características RF.....	104
3.7.3.2.5.1	Frecuencia portadora.....	104
3.7.3.2.5.2	Espectro de señal.....	104
3.7.3.2.5.3	Polarización.....	104
3.7.3.2.5.4	Nivel de potencia de señal.....	104
3.7.3.2.5.5	Modulación.....	105
3.7.3.2.6	Hora del GLONASS.....	105
3.7.3.2.7	Sistema de coordenadas.....	105
3.7.3.2.8	Información para la navegación.....	105
3.7.3.3	Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).....	106
3.7.3.3.1	Actuación.....	106
3.7.3.4	Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).....	106
3.7.3.4.1	Actuación.....	106
3.7.3.4.2	Funciones.....	106
3.7.3.4.2.1	Telemetría.....	107



3.7.3.4.3	Área de servicio.....	107
3.7.3.4.4	Características RF.....	107
3.7.3.4.4.1	Frecuencia portadora.....	107
3.7.3.4.4.2	Espectro de señal.....	107
3.7.3.4.4.3	Nivel de potencia de señal.....	107
3.7.3.4.4.4	Polarización.....	108
3.7.3.4.4.5	Modulación.....	108
3.7.3.4.5	Hora de red SBAS (SNT).....	108
3.7.3.4.6	Información para la navegación.....	108
3.7.3.5	Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).....	109
3.7.3.5.1	Actuación.....	109
3.7.3.5.2	Funciones.....	109
3.7.3.5.3	Cobertura.....	109
3.7.3.5.3.1	Aproximación de precisión de categoría I y aproximación con guía vertical.....	109
3.7.3.5.3.2	Servicio de determinación de la posición GBAS.....	110
3.7.3.5.4	Características de la radiodifusión de datos.....	111
3.7.3.5.4.1	Frecuencia portadora.....	111
3.7.3.5.4.2	Técnica de acceso.....	111
3.7.3.5.4.3	Modulación.....	111
3.7.3.5.4.4	Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos..	111
3.7.3.5.4.4.1	GBAS/H.....	112
3.7.3.5.4.4.2	GBAS/E.....	112
3.7.3.5.4.5	Potencia transmitida en canales adyacentes.....	112
3.7.3.5.4.6	Emisiones no deseadas.....	113
3.7.3.5.5	Información para la navegación.....	114
3.7.3.6	Receptor GNSS de aeronave.....	114
3.7.4	Resistencia a interferencias.....	115
3.7.5	Base de datos.....	115
3.8	Característica del sistema receptor de a bordo ADF	115
3.8.1	Precisión de la indicación de marcación.....	115



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES Y DEFINICIONES

1.1 Este manual establece las normas relativas a la instalación y funcionamiento de las radioayudas a la navegación aérea.

1.2 En tal sentido, cuando se mencione “norma”, se refiere a toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento cuya aplicación se considera necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea.

1.3 Las presentes normas se basan en las normas y recomendaciones establecidas en el Anexo 10 de la OACI, Volumen I, incluidos la totalidad de sus Apéndices y Adjuntos.

1.3.1 Por lo expresado en el párrafo anterior, en caso de considerarse necesario, a los fines de ampliar, completar o complementar la información, se debe consultar dicho Anexo, incluidos sus Apéndices y Adjuntos.

1.4 **Navegación de área (RNAV).** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en **cualquier trayectoria** de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

Nota.— La navegación de área incluye la navegación basada en la performance así como otras operaciones no incluidas en la definición de navegación basada en la performance.

1.5 **Servicio de radionavegación esencial.** Servicio de radionavegación cuya interrupción ejerce un impacto importante en las operaciones en el espacio aéreo o aeródromo afectados.

1.6 **Especificación para la navegación.** Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación:

1.6.1 **Especificación para la performance de navegación requerida (RNP).** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNP; por ejemplo, RNP 4, RNP APCH.

1.6.2 **Especificación para la navegación de área (RNAV).** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNAV; por ejemplo, RNAV 5, RNAV 1.

Nota 1.— El Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) (Doc 9613), Volumen II, de la OACI contiene directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.



Nota 2.— El término RNP definido anteriormente como “declaración de la performance de navegación necesaria para operar dentro de un espacio aéreo definido”, ha retirado de este Manual puesto que el concepto de RNP ha sido remplazado por el concepto de PBN. En este Manual, el término RNP sólo se utiliza ahora en el contexto de especificaciones de navegación que requieren vigilancia de la performance y alerta. P. ej., RNP 4 se refiere a la aeronave y los requisitos operacionales, comprendida una performance lateral de 4 NM, con la vigilancia de performance y alerta a bordo que se describen en el manual sobre PBN (Doc 9613).

1.7 **Navegación basada en la performance (PBN).** Requisitos para la navegación de área basada en la performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado.

Nota.— Los requisitos de performance se expresan en las especificaciones para la navegación (especificación RNAV, especificación RNP) en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto para un espacio aéreo particular.

1.8 **Servicio de radionavegación.** Servicio que proporciona información de guía o datos sobre la posición para la operación eficiente y segura de las aeronaves mediante una o más radioayudas para la navegación.

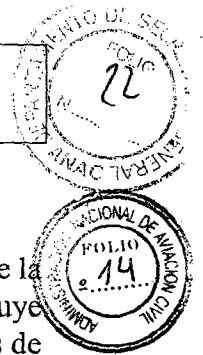
CAPÍTULO 2

DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

2.1 Radioayudas para la navegación normalizadas

2.1.1 Los sistemas normalizados de radioayudas serán:

- a) el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) que se ajuste a las normas contenidas en el Capítulo 3, 3.1;
- b) el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) conforme a las normas del Capítulo 3, 3.7.;
- c) el radiofaro omnidireccional VHF (VOR) conforme a las normas del Capítulo 3, 3.3;
- d) el radiofaro no direccional (NDB) conforme a las normas del Capítulo 3, 3.4;
- e) el equipo radiotelemétrico (DME) conforme a las normas del Capítulo 3, 3.5; y



f) la radiobaliza VHF en ruta conforme a las normas del Capítulo 3, 3.6.

Nota 1.— Como es indispensable la referencia visual en las fases finales de la aproximación y el aterrizaje, la instalación de una radioayuda para la navegación no excluye la necesidad de emplear ayudas visuales para la aproximación y aterrizaje en condiciones de poca visibilidad.

Nota 2.— Se tiene la intención de que la introducción y aplicación de radioayudas para la navegación, a fin de apoyar aproximaciones y aterrizajes de precisión, se efectúe de conformidad con la estrategia que se reproduce en el Adjunto B al Anexo 10 de la OACI.

Nota 3.— Las categorías de las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión se clasifican en el Anexo 6 de la OACI, Parte I, Capítulo 1.

Nota 4.— En el Adjunto C, 2.1 y 2.14 al Anexo 10 de la OACI, se da información sobre los objetivos operacionales relacionados con las categorías de actuación de las instalaciones ILS.

2.1.2 Cualquier diferencia que exista entre las radioayudas para la navegación y las normas estipuladas en el Capítulo 3, se incluirá en una publicación de información aeronáutica (AIP).

2.1.3 En los casos en que esté instalado un sistema de radioayudas para la navegación que no sea un ILS, pero que pueda ser utilizado total o parcialmente con el equipo de aeronave proyectado para emplearlo con el ILS, se publicarán detalles completos respecto a las partes que puedan emplearse en una publicación de información aeronáutica (AIP).

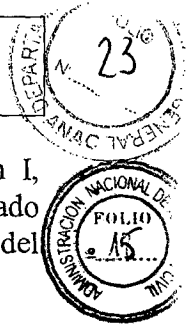
Nota.— Esta disposición está destinada a formular un requisito para promulgar información relevante y no para autorizar las instalaciones en cuestión.

2.1.4 Disposiciones específicas para el GNSS

Nota 1.— *En el manual de Publicación de Información Aeronáutica (AIP), parte 2 – En Ruta (ENR), 4.2 “Sistemas Especiales de Navegación”, se encuentran las Normas para la Navegación Aérea con Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS).*

Nota 2.— *En el mismo se establecen las condiciones operacionales de navegación aérea y las condiciones de uso del GNSS.*

Nota 3.— *En cuanto a los sistemas de aumentación GNSS, es menester destacar que a la fecha de la confección de este Manual, se ha conformado una Comisión Ministerial de Seguimiento del GNSS, que junto a varios organismos asesores, se encuentra trabajando en la factibilidad de un sistema de aumentación nacional; motivo por el cual, las estipulaciones al respecto, podrían sufrir variaciones en virtud de los estudios pertinentes y conclusiones adaptadas a las características territoriales propias de nuestra región.*



2.1.4.1 De acuerdo con lo estipulado por la OACI, en el Anexo 10 Volumen I, párrafo 2.1.4.1, se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS proporcionado por uno de sus elementos (Capítulo 3, 3.7.2), con un aviso previo mínimo de seis años del proveedor de ese servicio.

2.1.4.2 **Recomendación.**— Los Organismos que aprueben operaciones basadas en el GNSS deberían asegurarse de que se graban los datos del GNSS pertinentes a esas operaciones.

Nota 1.— El objetivo primario de la grabación de estos datos es el de poder utilizarlos en la investigación de accidentes e incidentes. También pueden utilizarse para confirmar que la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad de estos datos se mantienen dentro de los límites requeridos en las operaciones aprobadas.

Nota 2.— El texto de orientación acerca de la grabación de los parámetros del GNSS figura en el Anexo 10 de la OACI Volumen I, Adjunto D, 11.

2.1.4.3 **Recomendación.**— Deberían conservarse las grabaciones por lo menos por un período de 14 días. Cuando las grabaciones son pertinentes para investigación de accidentes e incidentes, deberían conservarse por períodos más prolongados hasta que sea evidente que ya no serán necesarias.

2.1.5 **Recomendación.**— Cuando se proporcionen para apoyar aproximaciones y aterrizajes de precisión, las radioayudas para la navegación deberían complementarse, cuando sea necesario, con una fuente o fuentes de información de guía para la orientación, que cuando se use con los procedimientos apropiados proporcionará guía efectiva hacia la trayectoria de referencia deseada, así como acoplamiento eficaz (manual o automático) con dicha trayectoria.

Nota.— Para dicho fin se utilizan las siguientes fuentes de información de guía: VOR, NDB, DME, GNSS y sistemas de navegación de aeronaves.

2.2 Ensayos en tierra y en vuelo

2.2.1 Se someterán a ensayos en tierra y en vuelo las radioayudas para la navegación comprendidas en el presente Manual.

2.2.1.1 En la Directiva N° 19/04 del Jefe del Estado Mayor General de la Fuerza Aérea y el Manual para el Mantenimiento de los Sistemas de Radioayudas a la Navegación Aérea, se prescribe lo relativo a los ensayos aludidos.

2.2.1.2 En el Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I y en el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Documento 8071) de la OACI, se encuentran las normas y recomendaciones sobre estos ensayos prescritas por esa Organización.

2.3 Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación

2.3.1 Las torres de control de aeródromo y las dependencias que suministran servicio de control de aproximación, recibirán, en forma oportuna, de conformidad con el



uso del servicio o servicios correspondientes, la información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación esenciales para la aproximación, aterrizaje y despegue en el aeródromo o aeródromos de que se trate.

2.4 Fuente de energía para las radioayudas para la navegación

2.4.1 Las radioayudas para la navegación de los tipos especificados en este Manual contarán con fuentes adecuadas de energía y medios de asegurar la continuidad de servicio según el uso del servicio o servicios de que se trate.

2.4.2 A tal efecto, se debe consultar la sección 8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, el cual contiene texto sobre los tiempos de conexión de la fuente de energía.

2.5 Consideraciones sobre factores humanos

2.5.1 **Recomendación.**— En el diseño y certificación de las radioayudas para la navegación deberían observarse los principios relativos a factores humanos.

Nota.— Los textos de orientación sobre principios relativos a factores humanos pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc 9683) de la OACI y en la Circular 249 (Compendio sobre factores humanos núm. 11 — Los factores humanos en los sistemas CNS/ATM) de la OACI.

CAPÍTULO 3

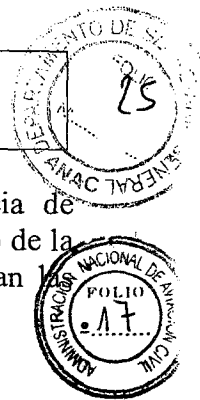
ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Nota.— En el Anexo 14 DE LA OACI, Capítulo 8, se indican las especificaciones relativas a la construcción y el emplazamiento de las instalaciones terrestres, a fin de reducir al mínimo el peligro para las aeronaves.

3.1 Especificación para el ILS

3.1.1 Definiciones

Ángulo de trayectoria de planeo ILS: El ángulo que forma con la horizontal la recta que representa la trayectoria de planeo media.



Continuidad de servicio del ILS: Propiedad relacionada con la escasa frecuencia de interrupciones de la señal radiada. El nivel de continuidad de servicio del localizador o de la trayectoria de planeo se expresa en función de la probabilidad de que no se pierdan las señales de guía radiadas.

DDM — Diferencia de profundidad de modulación: Porcentaje de profundidad de modulación de la señal mayor, menos el porcentaje de profundidad de modulación de la señal menor, dividido por 100.

Eje de rumbo. En todo plano horizontal, el lugar geométrico de los puntos más próximos al eje de la pista en los que la DDM es cero.

Instalación ILS de Categoría de actuación I. Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en que el eje de rumbo del localizador corta la trayectoria ILS de planeo a una altura de 60 m (200 ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

Nota.— Esta definición no tiene por finalidad impedir la utilización del ILS para la Categoría de actuación I por debajo de la altura de 60 m (200ft) con referencia visual, cuando la calidad de la orientación facilitada lo permita y cuando se hayan establecido procedimientos operativos satisfactorios.

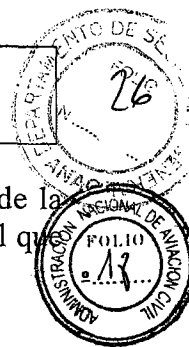
Instalación ILS de Categoría de actuación II. Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en el que el eje de rumbo del localizador corta la trayectoria ILS de planeo a una altura de 15 m (50 ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

Instalación ILS de Categoría de actuación III. Un ILS que con la ayuda de equipo auxiliar cuando sea necesario, proporcione información de guía desde el límite de cobertura de la instalación hasta la superficie de la pista, y a lo largo de la misma.

Integridad del ILS. La calidad referente a la seguridad que ofrece la precisión de la información suministrada por la instalación. El nivel de integridad del localizador o de la trayectoria de planeo se expresa en función de la probabilidad de que no se radien señales de guía falsas.

Punto "A" del ILS. Punto de la trayectoria de planeo situado a 7,5 km (4 NM) del umbral, medido sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación.

Punto "B" del ILS. Punto de la trayectoria de planeo situado a 1050 m (3500 ft) del umbral, medido sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación.



Punto "C" del ILS. Punto por el que la parte recta descendente de la prolongación de la trayectoria de planeo nominal pasa a la altura de 30 m (100 ft) sobre el plano horizontal que contiene el umbral.

Punto "D" del ILS. Punto situado a 4 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 900 m (3000 ft) del umbral en la dirección del localizador.

Punto "E" del ILS. Punto situado a 4 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 600 m (2000 ft) del extremo de parada de la pista en la dirección del umbral.

Referencia ILS (Punto "T"). Punto situado a una altura especificada, sobre la intersección del eje de la pista con el umbral, por el cual pasa la prolongación rectilínea hacia abajo de la trayectoria de planeo ILS.

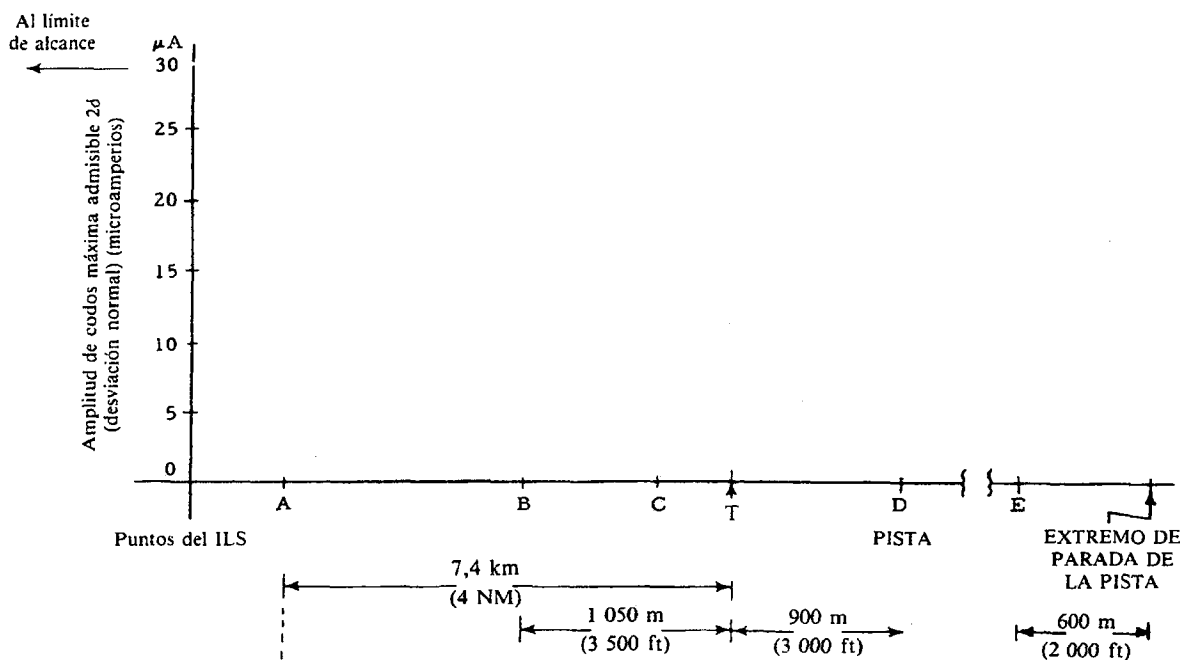
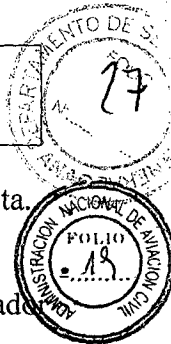


Figura 3.1 – Puntos del ILS

Sector de rumbo. Sector en un plano horizontal que contiene el eje de rumbo, limitado por los lugares geométricos de los puntos más cercanos al eje de rumbo en los que la DDM es 0,155.



Sector de rumbo frontal El sector de rumbo situado al mismo lado del localizador y la pista.

Sector de rumbo posterior. El sector de rumbo situado en el lado opuesto del localizador respecto a la pista.

Sector de trayectoria de planeo ILS. Sector situado en el plano vertical que contiene la trayectoria de planeo ILS y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos a la trayectoria de planeo en los que la DDM es 0,175.

Nota.— El sector de trayectoria de planeo ILS está situado en el plano vertical que contiene el eje de la pista y está dividido por la trayectoria de planeo radiada en dos partes denominadas sector superior y sector inferior, que son, respectivamente, los sectores que quedan por encima y por debajo de la trayectoria de planeo.

Semisector de rumbo. Sector situado en un plano horizontal que contiene el eje de rumbo y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos al eje de rumbo en los que la DDM es 0,0775.

Semisector de trayectoria de planeo ILS. Sector situado en el plano vertical que contiene la trayectoria de planeo ILS y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos a la trayectoria de planeo en los que la DDM es 0,0875.

Sensibilidad de desplazamiento angular. La proporción de la DDM medida hasta el desplazamiento angular correspondiente, a partir de la línea de referencia apropiada.

Sensibilidad de desplazamiento (localizador). La proporción de la DDM medida hasta el desplazamiento lateral correspondiente, a partir de la línea de referencia apropiada.

Sistema de trayectoria de planeo de doble frecuencia. Sistema de trayectoria de planeo ILS en el que se logra la cobertura mediante la utilización de dos diagramas de radiación independientes espaciados en frecuencias de portadora separadas dentro del canal de trayectoria de planeo de que se trate.

Sistema localizador de doble frecuencia. Sistema localizador en el que se logra la cobertura mediante la utilización de dos diagramas de radiación independientes espaciados en frecuencias de portadora separadas dentro del canal VHF del localizador de que se trate.

Trayectoria de planeo ILS. Aquél de los lugares geométricos de los puntos situados en el plano vertical que contiene el eje de la pista en que la DDM es cero, que está más cerca del plano horizontal.



3.1.2 Requisitos básicos

3.1.2.1 El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:

- a) equipo localizador VHF, con el sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador de estado a distancia;
- b) equipo UHF de trayectoria de planeo, con el sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador de estado a distancia;
- c) radiobalizas VHF, o equipo radiotelemétrico (DME) conforme a la sección 3.5, con los sistemas monitores correspondientes, y equipos de telemando e indicadores de estado a distancia.

Nota .- El Adjunto C 2.11 al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, contiene el texto de orientación sobre el uso del DME como alternativa al componente de radiobalizas del ILS.

3.1.2.1.1 Las instalaciones ILS de las Categorías de actuación I, II y III proporcionarán indicaciones a distancia en lugares de control designados, sobre el estado de funcionamiento de todos los componentes del sistema ILS en tierra, como sigue:

- a) Para todos los ILS de Categorías de actuación II y III, la dependencia de los servicios de tránsito aéreo que intervenga en el control de la aeronave en la aproximación final constituirá uno de los puntos de control designados y recibirá información sobre el estado operacional de los ILS, con una demora que corresponda a los requisitos del ambiente operacional; y
- b) Para un ILS de Categoría de actuación I, si éste proporciona un servicio de radionavegación esencial, la dependencia de los servicios de tránsito aéreo que intervenga en el control de la aeronave en la aproximación final constituirá uno de los puntos de control designados y recibirá información sobre el estado operacional del ILS, con una demora que corresponda a los requisitos del ambiente operacional.

Nota 1.— Las indicaciones que exige esta norma tienen la intención de servir de herramienta para apoyar las funciones de gestión del tránsito aéreo y, por lo tanto, se satisfacen los requisitos de suministro oportuno aplicables (de conformidad con 2.3.1). Los requisitos de suministro oportuno que se aplican a las funciones de vigilancia de la integridad de los ILS que protegen a las aeronaves de un mal funcionamiento de los ILS se especifican en 3.1.3.11.3.1 y 3.1.5.7.3.1.



Nota 2.— Es probable que el sistema de tránsito aéreo requiera disposiciones adicionales que pueden considerarse esenciales para lograr plena capacidad de Categoría III, por ejemplo, para proporcionar guía lateral y longitudinal adicional durante el recorrido de aterrizaje y el rodaje y para garantizar mejor integridad y fiabilidad del sistema

3.1.2.2 El ILS se construirá, instalará y ajustará de tal manera que a una distancia especificada del umbral, indicaciones idénticas de los instrumentos que lleven las aeronaves representen desplazamientos similares respecto al eje de rumbo o trayectoria de planeo ILS, según sea el caso, y cualquiera que sea la instalación terrestre que se use.

3.1.2.3 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 a) y b) que forman parte del ILS — Categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a las normas de 3.1.3 y 3.1.5 respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

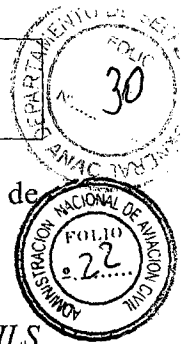
3.1.2.4 Los componentes de localizador y trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 a) y b) que forman parte de un ILS — Categoría de actuación II se ajustarán a las normas aplicables a estos componentes en un ILS — Categoría de actuación I, complementadas o enmendadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5 en que se prescribe aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

3.1.2.5 Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en 3.1.2.1.1, que forman parte de una instalación ILS de Categoría de actuación III se ajustarán, fuera de eso, a las normas aplicables a estos componentes en instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II, excepto en lo que resulten complementadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5, en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la Categoría de actuación III.

3.1.2.6 Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, el ILS debería proyectarse, instalarse, ajustarse y mantenerse de modo que la probabilidad de funcionamiento dentro de los requisitos de actuación especificados sea elevada, compatible con la categoría de actuación operacional, interesada.

Nota.— Las especificaciones relativas a instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III tienen por objeto lograr el más elevado grado de integridad, confiabilidad y estabilidad de funcionamiento del sistema, en las condiciones ambientales más adversas que se encuentren. En 2.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto de orientación de este objetivo en las operaciones de las Categorías II y III.

3.1.2.7 En aquellos lugares en los que haya dos instalaciones ILS separadas que sirvan a los extremos opuestos de una pista única, un acoplamiento apropiado garantizará que sólo radie el localizador que se utiliza para la dirección de aproximación, excepto



cuando el localizador utilizado para las operaciones sea una instalación ILS de Categoría de actuación I y no se produzca ninguna interferencia perjudicial para las operaciones.

3.1.2.7.1 Recomendación.— *En los lugares en los que haya dos instalaciones ILS separadas que sirven a los extremos opuestos de una misma pista y en los cuales se utilice una instalación ILS de Categoría de actuación I para las aproximaciones y aterrizajes automáticos en condiciones visuales, un sistema de bloqueo debería garantizar que solamente pueda radiar el localizador que se utiliza para el sentido de aproximación, a no ser que sea necesario el uso simultáneo del otro localizador.*

Nota.— *Si ambos localizadores están radiando, existe la posibilidad de interferencia con las señales del localizador en la región del umbral.*

En las aeronaves que sobrevuelan este sistema de antenas, la interferencia es producida por la modulación cruzada debida a las señales emitidas por el localizador de la aproximación opuesta. Tratándose de operaciones a bajo nivel, dicha interferencia puede afectar gravemente a la aproximación o al aterrizaje y puede perjudicar la seguridad.

3.1.2.7.2 En los lugares en los que las instalaciones ILS que sirven a los extremos opuestos de una misma pista o a distintas pistas del mismo aeropuerto que utilicen las mismas frecuencias asociadas por pares, un sistema de bloqueo asegurará que solamente una instalación radie en cada instante. Cuando se conmute de una instalación ILS a otra, se suprimirá la radiación de ambas por un tiempo no inferior a 20 seg.

Nota.— *El texto adicional de orientación sobre la operación de localizadores en el mismo canal de frecuencias se halla contenido en 2.1.9 y 2.1.3 del Adjunto C al Volumen I, y en el Volumen V, Capítulo 4 del Anexo 10 de la OACI.*

3.1.3 Localizador VHF y monitor correspondiente

Introducción.— Las especificaciones de este 3.1.3 se refieren a los localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en los 360° de azimut, o que proporcionan dicha guía solamente dentro de una parte especificada de la cobertura frontal (véase 3.1.3.7.4 a continuación). Cuando se instalan localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en un sector limitado, se necesitará, por regla general, información de alguna radioayuda para la navegación, adecuadamente emplazada, junto con los procedimientos apropiados, a fin de garantizar que toda información de guía equívoca dada por el sistema fuera del sector, no sea importante desde el punto de vista de las operaciones.

3.1.3.1 Generalidades

3.1.3.1.1 La radiación del sistema de antenas del localizador producirá un diagrama de campo compuesto, modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El

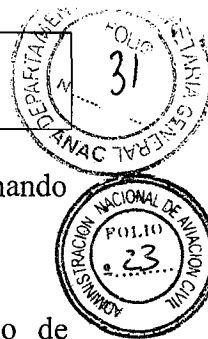


diagrama de campo de radiación producirá un sector de rumbo con un tono predominando en un rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

3.1.3.1.2 Cuando un observador mire hacia el localizador desde el extremo de aproximación de la pista, predominará, a su derecha, la profundidad de modulación de la radiofrecuencia portadora debida al tono de 150 Hz, y la debida al tono de 90 Hz predominará a su izquierda.

3.1.3.1.3 Todos los ángulos horizontales que se empleen para determinar los diagramas de campo del localizador tendrán su origen en el centro del sistema de antenas del localizador que proporciona las señales utilizadas en el sector de rumbo frontal.

3.1.3.2 Radiofrecuencia

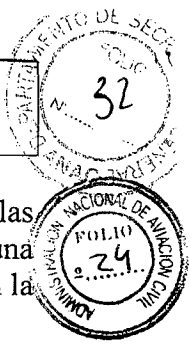
3.1.3.2.1 El localizador trabajará en la banda de 108,1 a 111,975 MHz. Cuando se use una sola radiofrecuencia portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,005\%$. Cuando se usen dos radiofrecuencias portadoras la tolerancia de frecuencia no excederá de $0,002\%$ y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia no será menor de 5 KHz ni mayor de 14 KHz.

Nota: Para instalaciones de equipos nuevos a partir del 1° de enero de 2007, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,001\%$, ya sea monofrecuencia o bifrecuencia.

3.1.3.2.2 La emisión del localizador se polarizará horizontalmente. La componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,016 cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de 20° respecto a la horizontal.

3.1.3.2.2.1 Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, la componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,008 cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de 20° respecto a la horizontal.

3.1.3.2.2.2 Para los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la componente verticalmente polarizada de la radiación dentro de un sector limitado por una DDM de 0,02 a cada lado del eje de rumbo, no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,005 cuando la aeronave se encuentra en una actitud de 20° de inclinación lateral respecto a la horizontal.



3.1.3.2.3 Para localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III las señales producidas por el transmisor no contendrán ninguna componente que resulte en una aparente fluctuación del eje de rumbo de más de una DDM de 0,005, de cresta a cresta, en la banda de frecuencia de 0,01 a 10 Hz.

3.1.3.3 Cobertura

3.1.3.3.1 El localizador proporcionará señales suficientes para permitir un funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de abordaje, dentro de los sectores de cobertura del localizador y de la trayectoria de planeo. El sector de cobertura del localizador se extenderá desde el centro del sistema de antena del localizador hasta distancias de:

46,3 km (25 NM) dentro de $\pm 10^\circ$ respecto al eje de rumbo frontal;

31,5 km (17 NM) entre 10° y 35° respecto al eje de rumbo frontal;

18,5 km (10 NM) fuera de los $\pm 35^\circ$ respecto al eje de rumbo frontal, si se proporciona cobertura;

si bien, cuando lo dicten las características topográficas o lo permitan los requisitos operacionales, las limitaciones pueden reducirse a 33,3 km (18 NM) dentro de un sector de $\pm 10^\circ$ y 18,5 Km (10 NM) dentro del resto de la cobertura, cuando otros medios de navegación proporcionen cobertura satisfactoria dentro del área de aproximación intermedia. Las señales del localizador se recibirán a las distancias especificadas y a una altura igual o superior a 600 m (2000 ft) por encima de la elevación del umbral, o de 300 m (1000 ft) por encima de la elevación del punto más alto dentro de las áreas de aproximación intermedia y final, de ellos el valor que resulte más elevado, excepto que, cuando se necesite para proteger la actuación ILS y lo permitan los requisitos operacionales, el límite inferior de cobertura a ángulos de más de 15° respecto del eje de rumbo frontal se elevará linealmente desde su altura a 15° hasta 1350 m (4500 ft) como máximo, sobre la elevación del umbral a 35° respecto del eje de rumbo frontal. Tales señales podrán recibirse hasta las distancias especificadas, hasta una superficie que se extienda hacia afuera desde la antena del localizador y tenga una inclinación de 7° por encima del plano horizontal.

CP

COMANDO EN JEFE
SERVICIO DE SEÑALIZACIÓN
AERONÁUTICA
FOLIO 33
ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE AVIACIÓN CIVIL
FOLIO 25

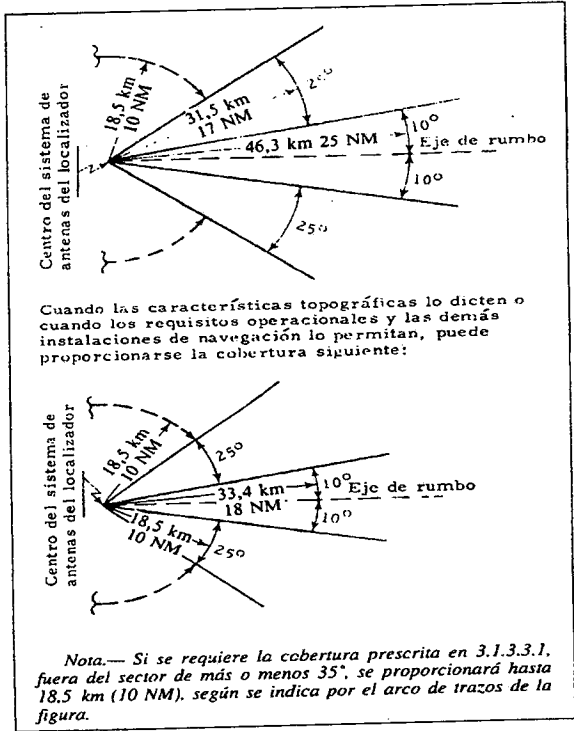


Figura 3.2 – Cobertura del localizador en azimut

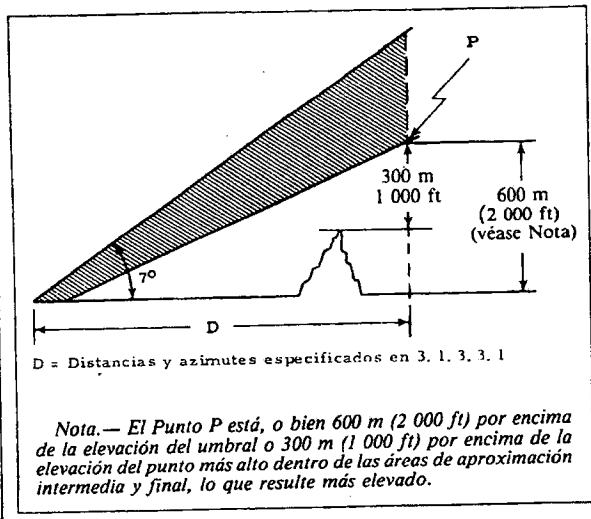


Figura 3.3 – Cobertura del localizador en elevación

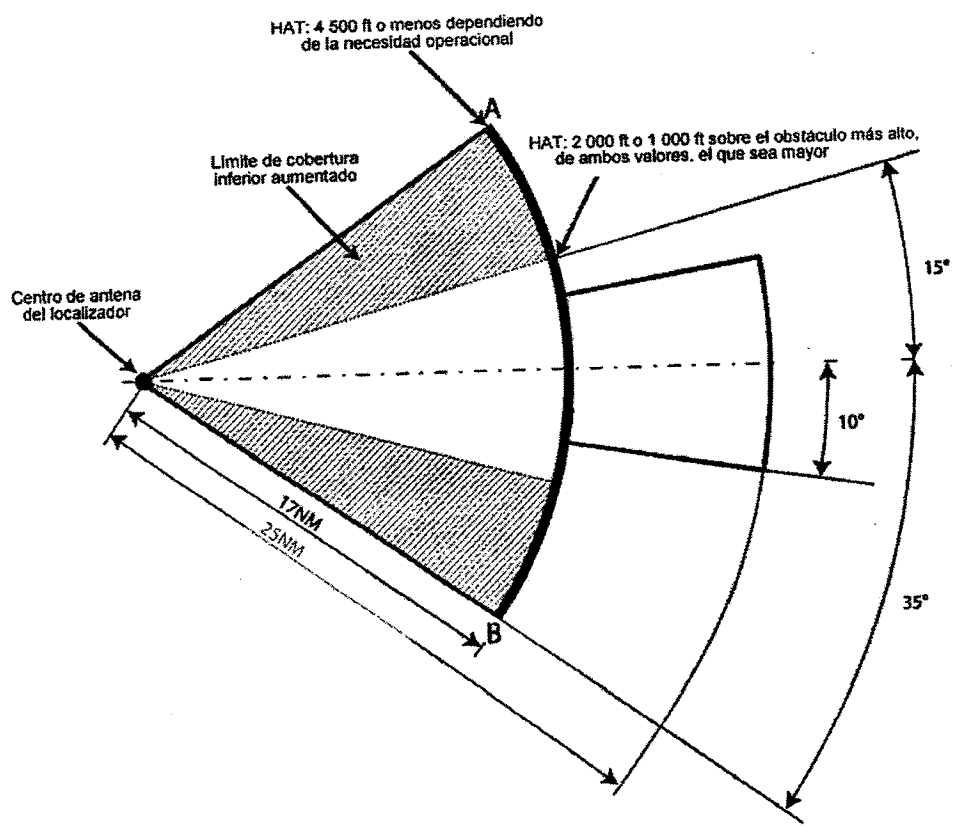


Figura 3.2 A – Cobertura reducida del localizador en azimut

cep



Vista desde el costado de aproximación del arco AB:

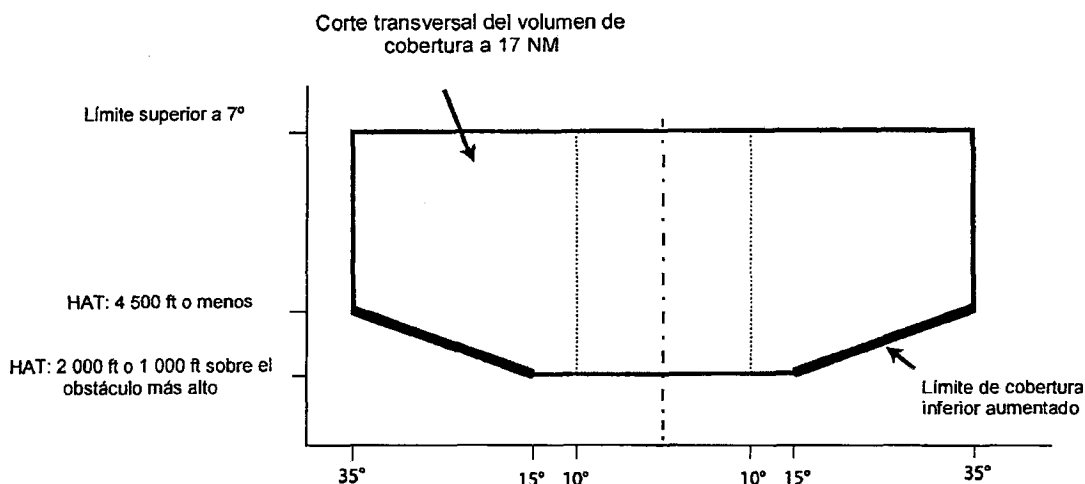


Figura 3.3 A – Cobertura reducida del localizador en elevación

Nota1.— *Se tiene la intención de que cuando los obstáculos existentes penetren la superficie inferior, y en la medida que los requisitos operacionales lo permitan, no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.*

Nota2.— *En el párrafo 2.1.10 y en las figuras C7A, C7B, C8A y C8B del adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, se proporciona orientación respecto de la cobertura del Localizador.*

3.1.3.3.2 En todos los puntos del volumen de cobertura especificado en 3.1.3.3.1 anterior, salvo lo estipulado en 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 y 3.1.3.3.2.3 a continuación, la intensidad de campo no será inferior a $40 \mu\text{V/m}$ (-114 dBW/m^2)

Nota.— *Esta intensidad mínima de campo es necesaria para permitir una utilización operacional satisfactoria de las instalaciones de localizador del ILS.*

3.1.3.3.2.1 En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación I, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador no será inferior a $90 \mu\text{V/m}$ (-107 dBW/m^2) a partir de una distancia de 18,5 Km (10 NM) hasta una altura de 60 m (200 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

3.1.3.3.2.2 En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación II, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador, no será inferior a $100 \mu\text{V/m}$ (-106 dBW/m^2) a una distancia de 18,5 Km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a $200 \mu\text{V/m}$ (-100



dBW/m²) a una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

3.1.3.3.2.3 En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador, no será inferior a 100 μ V/m (−106 dBW/m²) a una distancia de 18,5 km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200 μ V/m (−100 dBW/m²) a una altura de 6 m (20 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. A partir de este punto y hasta otro punto situado a 4 m (12 ft) por encima del eje de la pista y a 300 m (1000 ft) del umbral en la dirección del localizador, y a partir de allí a una altura de 4 m (12 ft) a lo largo de la pista en la dirección del localizador, la intensidad de campo no deberá ser inferior a 100 μ V/m (−106 dBW/m²).

Nota.— Las intensidades de campo indicadas en 3.1.3.3.2.2, y 3.1.3.3.2.3 anteriores, son necesarias para asegurar la relación señal/ruido exigida para obtener una mejor integridad.

3.1.3.3.3 **Recomendación.**— Por encima de 7° las señales deberían reducirse al valor más bajo posible.

Nota 1.— Las requisitos de 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 y 3.1.3.3.2.3 se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.

Nota 2.— En 2.2.2 y 2.2.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, se da orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo pertinentes a los localizadores.

3.1.3.3.4 Cuando la cobertura se logre mediante un localizador que usa dos portadoras, proporcionando una portadora un diagrama de radiación en el sector de rumbo frontal y la otra un diagrama de radiación fuera de dicho sector, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal hasta los límites de cobertura especificados en 3.1.3.3.1 anterior, no será menor de 10 dB.

Nota.— En la Nota que sigue a 3.1.3.11.2 a continuación y en 2.7 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, figuran sendos textos de orientación sobre localizadores que consiguen cobertura con dos portadoras.

3.1.3.3.5 **Recomendación.**— Para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación III, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal, no debería ser inferior a 16 dB.

af



3.1.3.4 Estructura del rumbo.

3.1.3.4.1 Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I, la amplitud de los codos del eje del rumbo no excederá de los valores siguientes:

Zona	Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"	0,031 en el punto "A" del ILS para disminuir linealmente hasta 0,015 en el punto "B" del ILS.
Desde el punto "B" del ILS hasta el punto "C"	0,015

3.1.3.4.2 Respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, la amplitud de los codos del eje de rumbo no excederá de los valores siguientes:

Zona	Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,031
Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"	0,031 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,005 en el punto "B" del ILS.
Desde el punto "B" del ILS hasta la referencia ILS	0,005

OP
y únicamente en lo que respecta a la categoría III.



Desde la referencia ILS
hasta el punto "D"

0,005

Desde el punto "D" del ILS
hasta el punto "E"

0,005 en el punto "D" del
ILS aumentando lineal-
mente hasta 0,010 en el
punto "E" del ILS.

Nota 1.— Las amplitudes indicadas en 3.1.3.4.1 y 3.1.3.4.2 anteriores son las DDM debidas a los codos, observadas en el eje de rumbo nominal cuando éste está debidamente ajustado.

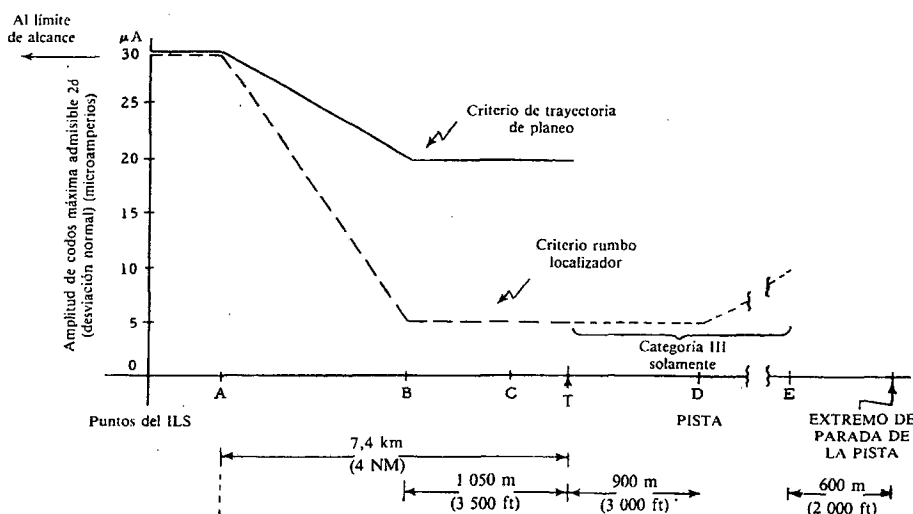


Figura 3.4 – Amplitud máxima de los codos del localizador

Nota 2.— En 2.1.4, 2.1.6 y 2.1.7 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, figuran textos de orientación sobre la estructura del rumbo localizador.

3.1 3.5 Modulación de la portadora

3.1.3.5.1 La profundidad nominal de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 20% a lo largo del eje de rumbo.

3.1.3.5.2 La profundidad de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz estará comprendida entre los límites del 18 y 22%.



3.1.3.5.3 Las siguientes tolerancias se aplicarán a las frecuencias de los tonos de modulación:

- a) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 2,5%;
- b) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1,5% para instalaciones de la Categoría de actuación II;
- c) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz \pm 1% para instalaciones de la Categoría de actuación III;
- d) el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%;
- e) el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

3.1.3.5.3.1 **Recomendación.**— *Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deberían ser de 90 y de 150 Hz \pm 1,5%, cuando sea posible.*

3.1.3.5.3.2 Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la profundidad de modulación de amplitud de la portadora en la frecuencia o armónicos de la fuente de energía, o en otros componentes no deseados, no excederá del 0,05%. Los armónicos de la fuente de energía u otros componentes de ruido no deseados que puedan producir una intermodulación con los tonos de navegación de 90 y 150 Hz o con sus armónicos, para producir fluctuación en el eje del rumbo no excederán de un 0,05% de la profundidad de modulación de la portadora.

3.1.3.5.3.3 Los tonos de modulación estarán en fase de tal manera que dentro del semisector de rumbo, las formas de onda demodulada de 90 y 150 Hz pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de un margen:

- a) respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20°; y
- b) respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°,

de la fase relativa al componente de 150 Hz cada medio ciclo de la forma de onda combinada de 90 y 150 Hz.

Nota 1.— *La definición de relación de fase de esta manera no pretende implicar la necesidad de medir la fase dentro del semisector de rumbo.*

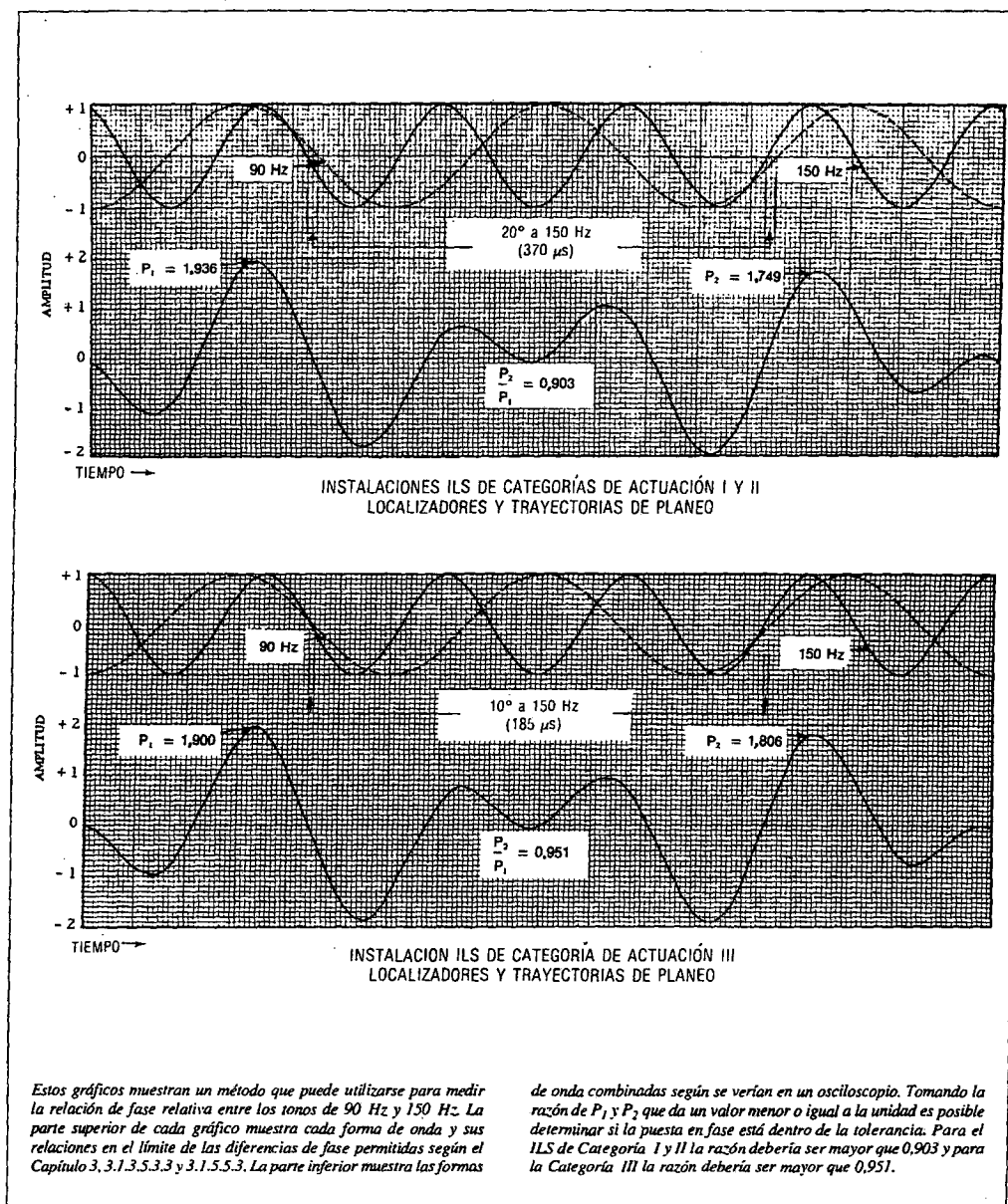
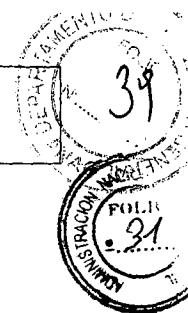
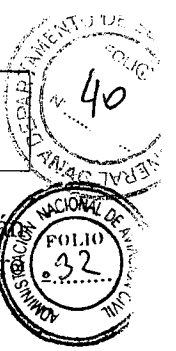


Figura 3.5 – Relación de fase de los tonos de 90 Hz y 150 Hz.

Nota 2.— En la Figura C-6 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, se hallarán ciertos elementos de orientación.

3.1.3.5.3.4 Con sistemas de localizadores de dos frecuencias, 3.1.3.5.3.3 anterior se aplicará a cada portadora. Además, el tono de modulación de 90 Hz de una portadora estará en fase con el tono de modulación de 90 Hz de la otra portadora, de manera que las formas de onda demodulada pasen por el valor cero, en la misma dirección dentro de un margen:

- respecto a localizadores de las Categorías I y II, de 20°; y
- respecto a localizadores de la Categoría III, de 10°,



de fase relativa a 90 Hz. Similarmente los tonos de 150 Hz de las dos portadoras estarán acoplados en fase de tal modo que las formas de ondas demoduladas pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de un margen:

- 1) respecto a localizadores de las Categorías I y II, de 20°; y
- 2) respecto a los localizadores de la Categoría III, de 10°, de fase relativa a 150 Hz.

3.1.3.5.3.5 Se permitirá el empleo de otros sistemas de localizador de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva distinto del de las condiciones normales “en fase” descritas en 3.1.3.5.3.4 anterior. En estos sistemas alternativos la sincronización 90 a 90 Hz y la sincronización 150 a 150 Hz se ajustarán a sus valores nominales, dentro de márgenes equivalentes a los expuestos en 3.1.3.5.3.4 anterior.

Nota.— Esto es para garantizar el funcionamiento correcto del receptor de a bordo en la región fuera del eje de rumbo, donde las intensidades de la señal de las dos portadoras son aproximadamente iguales.

3.1.3.5.3.6 La suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 y 150 Hz no debería exceder del 60% o ser inferior al 30% en la zona de cobertura requerida.

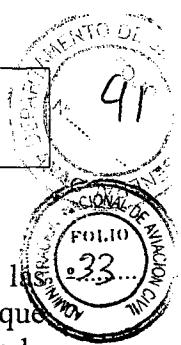
3.1.3.5.3.6.1 Para equipos nuevos instalados a partir de la entrada en vigencia de este Manual, la suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 y 150 Hz no deberá exceder del 60% o ser inferior al 30% en la zona de cobertura requerida.

Nota 1.— Si la suma de las profundidades de modulación es superior al 60% para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I, la sensibilidad de desplaza miento nominal puede ajustarse, del modo previsto en 3.1.3.7.1, para alcanzar el límite de modulación mencionado anteriormente.

Nota 2.— Respecto a sistemas de doble frecuencia, no se aplica la norma para la suma máxima de profundidades de modulación en, o cerca de, los azimuts en los que los niveles de la señal portadora de rumbo y clearance son iguales en amplitud (es decir, en azimut en los que ambos sistemas transmisores realizan una contribución significativa a la profundidad de modulación total).

Nota 3.— La norma para la suma mínima de profundidades de modulación se basa en que se fije el nivel de alarma de desperfecto hasta en un 30%, como se indica en 2.3.3 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I.

3.1.3.5.3.7 No debe utilizarse el localizador para comunicaciones radiotelefónicas.



3.1.3.5.4 **Recomendación.**— La modulación interferente de frecuencia y de fase en las portadoras de radiofrecuencia del localizador ILS que pueden afectar a los valores DDM que aparecen en los receptores del localizador debería reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

Nota.— En 2.15 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, se ofrece el texto de orientación pertinente.

3.1.3.6 Precisión de la alineación de rumbo

3.1.3.6.1 El eje medio del rumbo se ajustará y mantendrá dentro de los límites equivalentes a los siguientes desplazamientos desde el eje de la pista, en la referencia del ILS:

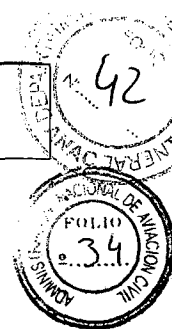
- a) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I: $\pm 10,5$ m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor;
- b) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II: $\pm 7,5$ m (25 ft);
- c) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III: ± 3 m (10 ft).

3.1.3.6.2 **Recomendación.**— Para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, el eje medio de rumbo debería ajustarse y mantenerse dentro de los límites equivalentes a $\pm 4,5$ m (15 ft) de desplazamiento con relación al eje de la pista en la referencia ILS.

Nota 1.— Se tiene la intención de que las instalaciones de las Categorías de actuación II y III se ajusten y se mantengan de forma que se alcancen en ocasiones muy raras los límites indicados en 3.1.3.6.1 y 3.1.3.6.2 anteriores; el proyecto y el funcionamiento del sistema terrestre ILS total debe ser de una integridad suficiente para satisfacer este objetivo.

Nota 2.— Se pretende que las nuevas instalaciones de Categoría II satisfagan las exigencias de 3.1.3.6.2 anterior.

Nota 3.— El párrafo 2.1.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, contiene texto de orientación sobre la medición de la alineación del rumbo del localizador.



3.1.3.7 Sensibilidad de desplazamiento

3.1.3.7.1 La sensibilidad de desplazamiento nominal en el semisector de rumbo será el equivalente de 0,00145 DDM/m (0,00044 DDM/ft) en la referencia ILS, pero para los localizadores de Categoría I, en los que no pueda alcanzarse la sensibilidad de desplazamiento nominal, la sensibilidad de desplazamiento se ajustará lo más posible a dicho valor. Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I en pistas con números de clave 1 y 2, la sensibilidad de desplazamiento nominal se logrará en el punto "B" del ILS. El ángulo de sector de rumbo máximo no pasará de 6°.

Nota.— En el Anexo 14 de la OACI se definen los números de clave 1 y 2 de pista.

3.1.3.7.2 La sensibilidad de desplazamiento lateral se ajustará y mantendrá dentro de los límites de:

- a) $\pm 17\%$ del valor nominal para las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;
- b) $\pm 10\%$ del valor nominal para las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

3.1.3.7.3 **Recomendación.**— Respecto a las instalaciones ILS de Categoría de actuación II, la sensibilidad de desplazamiento debería ajustarse y mantenerse dentro de los límites de $\pm 10\%$, cuando sea factible.

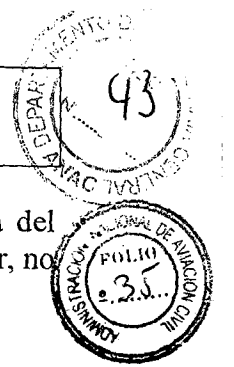
Nota 1.— Las cifras que se dan en 3.1.3.7.1, 3.1.3.7.2 y 3.1.3.7.3 anteriores están basadas en una anchura nominal de sector de 210 m (700 ft) en el punto apropiado, es decir, el punto "B" del ILS en las pistas con números de clave 1 y 2, y el de referencia ILS en otras pistas.

Nota 2.— En 2.7 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, figura un texto de orientación sobre la alineación y la sensibilidad de desplazamiento de localizadores que utilizan dos portadoras.

Nota 3.— En 2.9 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, figura un texto de orientación sobre la medición de la sensibilidad de desplazamiento de localizadores.

3.1.3.7.4 El aumento de DDM será sensiblemente lineal con respecto al desplazamiento angular referido al eje de rumbo frontal (en que la DDM es cero) hasta un ángulo, a cada lado del eje de rumbo frontal, en que la DDM es 0,180. Desde ese ángulo hasta $\pm 10^\circ$ la DDM no será inferior a 0,180. Desde $\pm 10^\circ$ hasta $\pm 35^\circ$ respecto al eje de

CG



rumbo frontal la DDM no será inferior a 0,155. Cuando se requiera cobertura fuera del sector de $\pm 35^\circ$, la DDM en el área de cobertura, excepto en el sector de rumbo posterior, no será inferior a 0,155.

Nota 1.— La linealidad del cambio de DDM respecto al desplazamiento angular es especialmente importante en las cercanías del eje de rumbo.

Nota 2.— La DDM anterior en el sector $10-35^\circ$, se ha de considerar un requisito mínimo para la utilización del ILS como ayuda al aterrizaje. Cuando sea posible una DDM mayor, por ejemplo, 0,180, es ventajosa porque contribuye a que los aviones de gran velocidad ejecuten interceptaciones de ángulo amplio a distancias convenientes desde el punto de vista operativo, siempre que se cumplan los límites sobre porcentaje de modulación señalados en 3.1.3.5.3.6.

Nota 3.— Siempre que sea posible el nivel de captura del localizador de los sistemas de mando automáticos de vuelo ha de fijarse a una DDM de 0,175 o inferior, a fin de impedir que se produzcan capturas falsas del localizador.

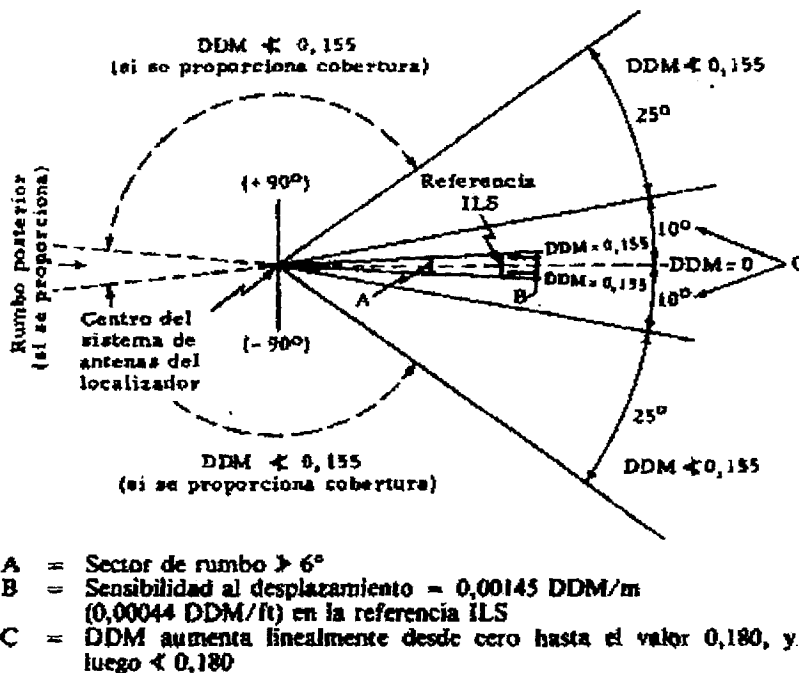
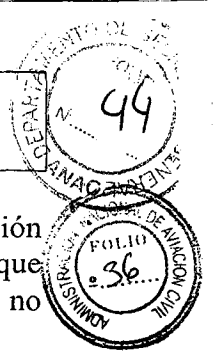


Figura 3.6 – Sensibilidad al desplazamiento y diferencia en profundidad de modulación.

3.1.3.8 Anulado.

3.1.3.9 Identificación



3.1.3.9.1 El localizador podrá transmitir simultáneamente una señal de identificación propia de la pista y de la dirección de aproximación, en la misma portadora o portadoras que se utilicen para la función localizadora. La transmisión de la señal de identificación no interferirá en modo alguno con la función esencial del localizador.

3.1.3.9.2 La señal de identificación se emitirá por modulación Clase A2A de la portadora o portadoras usando un tono de modulación de 1020 Hz con una tolerancia de ± 50 Hz. La profundidad de modulación se mantendrá dentro de los límites del 5 y 15%. Las emisiones que lleven la señal de identificación se polarizarán horizontalmente. Cuando dos portadoras estén moduladas con señales de identificación, el defasaje de las modulaciones será tal que no se produzcan nulos dentro de la cobertura del localizador.

3.1.3.9.3 Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y constará de dos o tres letras. Podrá ir precedida de la letra "I" en código Morse internacional seguida de una pausa corta cuando sea necesario distinguir la instalación ILS de otras instalaciones de navegación existentes en el área inmediata.

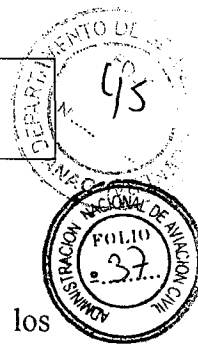
3.1.3.9.4 La señal de identificación se transmitirá por puntos y rayas a una velocidad correspondiente a siete palabras por minuto aproximadamente y se repetirá a intervalos aproximadamente iguales de por lo menos seis veces por minuto durante todo el tiempo en el que el localizador esté disponible para uso operacional. Cuando las transmisiones del localizador no estén disponibles para uso operacional como, por ejemplo, después de retirar los componentes de navegación, o durante el mantenimiento o transmisiones de pruebas, se suprimirá la señal de identificación. Los puntos tendrán una duración de 0,1 a 0,160 segundos. Normalmente, la duración de una raya será tres veces superior a la duración de un punto. El espaciado entre puntos o rayas será equivalente al de un punto más o menos un 10%. El espaciado entre letras no será inferior a la duración de tres puntos.

3.1.3.10 Emplazamiento

3.1.3.10.1 Para instalaciones de Categorías de actuación II y III, el sistema de antena del localizador se situará en la prolongación del eje de la pista, en el extremo de parada, y se ajustará el equipo de forma que los ejes de rumbo queden en un plano vertical que contenga el eje de la pista servida. La altura y el emplazamiento de la antena serán compatibles con los métodos para proporcionar márgenes verticales de seguridad sobre los obstáculos.

3.1.3.10.2 Para instalaciones de Categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se situará y ajustará de acuerdo con 3.1.3.10.1, a menos que por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

3.1.3.10.2.1 El sistema de localizador desplazado se situará y ajustará de acuerdo con las disposiciones relativas al ILS desplazado de los PANS-OPS (Doc 8168), Volumen II, de la OACI, y las normas para el localizador serán con referencia al punto de umbral ficticio conexo.



3.1.3.11 Equipo monitor

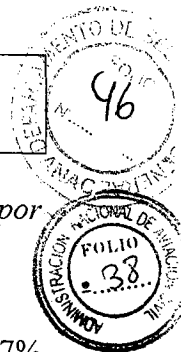
3.1.3.11.1 El sistema automático de supervisión producirá una advertencia para los puntos de control designados y realizará una de las acciones siguientes, dentro del período especificado en 3.1.3.11.3.1 a continuación, cuando persista alguna de las condiciones expresadas en 3.1.3.11.2:

- a) suspenderá la radiación, y
- b) suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación.

3.1.3.11.2 Las condiciones que exijan iniciación de la acción del monitor serán las siguientes:

- a) para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 10,5 m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor, en el punto de referencia ILS;
- b) para los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 7,5 m (25 ft) en la referencia ILS;
- c) para localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III un desplazamiento del eje medio de rumbo con respecto al eje de la pista equivalente a más de 6 m (20 ft) en la referencia ILS;
- d) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a un nivel tal que ya no se satisface alguno de los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 ó 3.1.3.5, o a un nivel que es inferior al 50% del nivel normal (lo que ocurra primero);
- e) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% con tal que el localizador continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 y 3.1.3.5 anteriores;

Nota.— Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en 3.1.3.2.1 anterior, puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las



instalaciones de Categorías II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.

f) cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera en más del 17% del valor nominal para la instalación del localizador.

Nota.—Al seleccionar la cifra de reducción de potencia que ha de emplearse en la supervisión a que se hace referencia en 3.1.3.11.2 e) anterior, particular atención debe prestarse a la estructura de los lóbulos vertical y horizontal (los lóbulos verticales debidos a diferentes alturas de antena) de los sistemas combinados de radiación cuando se emplean dos portadoras. Grandes cambios en la relación de potencia entre portadoras pueden resultar en bajas áreas de información lateral y rumbos falsos en las áreas fuera del sector hasta los límites de los requisitos de cobertura vertical especificados en 3.1.3.3.1 anterior.

3.1.3.11.2.1 **Recomendación.**— En el caso de los localizadores en los que las funciones básicas se cumplen por medio de un sistema de dos frecuencias, las condiciones que exigen la iniciación de medidas de supervisión deberían abarcar el caso en que la DDM en la cobertura requerida más allá de $\pm 10^\circ$ del eje de rumbo frontal, salvo en el sector de rumbo posterior, disminuya por debajo de 0,155.

3.1.3.11.3 El período total de radiación, incluyendo el período o períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación especificados en los incisos a), b), c), d), e) y f) de 3.1.3.11.2 anterior, será tan corto como sea factible, compatible con la necesidad de evitar interrupciones del servicio de navegación proporcionado por el localizador.

3.1.3.11.3.1 El período total a que se hace referencia en 3.1.3.11.3 no excederá en ningún caso de:

10 s para localizadores de la Categoría I;

5 s para localizadores de la Categoría II;

2 s para localizadores de la Categoría III.

Nota 1.— Los períodos totales especificados son límites que no deben excederse nunca y tienen por objeto proteger a la aeronave en las fases finales de aproximación contra prolongados o repetidos períodos de guía del localizador fuera de los límites del monitor. Por esta razón incluyen no sólo el período inicial de funcionamiento fuera de las tolerancias, sino también todo período o períodos de radiación fuera de las tolerancias, incluyendo el período o períodos de radiación nula y el tiempo requerido para eliminar de la portadora las componentes de navegación y de identificación, que pudieran producirse al tomar medidas para restablecer el servicio, por ejemplo, en el curso de funcionamiento consecutivo del monitor y consiguientes cambios del equipo localizador o de sus elementos.

CP



Nota 2.— Desde el punto de vista operacional, el propósito es que no se radie ninguna guía fuera de los límites del monitor después de los períodos de tiempo indicados, y que no se hagan más intentos de restablecer el servicio hasta que hayan pasado unos 20 s.

3.1.3.11.3.2 **Recomendación.**— *Cuando sea factible, el período total indicado en 3.1.3.11.3.1 debería reducirse a fin de que no exceda de dos segundos en los localizadores de la Categoría de actuación II y de un segundo en los localizadores de la Categoría III*

3.1.3.11.4 El proyecto y funcionamiento del sistema monitor serán compatibles con el requisito de que se omitan la guía de navegación e identificación y se dé una advertencia en los puntos designados de telemando en caso de avería del propio monitor.

Nota.— En 2.1.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto de orientación sobre proyecto y funcionamiento de los sistemas monitores.

3.1.3.12 Requisitos de integridad y continuidad de servicio

3.1.3.12.1 La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no será inferior a $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ en cada aterrizaje para los localizadores de instalaciones de Categorías de actuación II y III.

3.1.3.12.2 **Recomendación.**— *La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no debería ser inferior a $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I.*

3.1.3.12.3 La probabilidad de no perder la señal de guía radiada será superior a:

a) $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación II o localizadores destinados a ser utilizados en operaciones de Categoría III A (equivalente a 2000 horas de tiempo medio entre interrupciones); y

b) $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 30 segundos para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación III o localizadores destinados a ser utilizados en la gama completa de operaciones de Categoría III (equivalente a 4000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

3.1.3.12.4 **Recomendación.**— *La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas debería ser superior a $1 - 4 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I (equivalente a 1000 horas de tiempo medio entre interrupciones).*

CP



Nota.— En 2.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura el texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.

3.1.4 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores del localizador ILS

3.1.4.1 El sistema receptor del localizador ILS proporcionará inmunidad adecuada a la interferencia por efectos de intermodulación de tercer orden causada por dos señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a lo siguiente:

$$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107,7 a 108,0 MHz; y

$$2N_1 + N_2 + 3 \left(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0.4} \right) \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en frecuencias VHF inferiores a 107,7 MHz,

donde las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF causan en el receptor una intermodulación de tercer orden de la frecuencia deseada del localizador ILS.

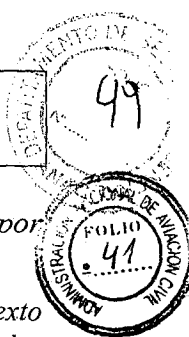
N_1 y N_2 son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF a la entrada del receptor del localizador ILS. Ninguno de esos niveles excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos en 3.1.4.2.

$(\Delta)f = 108,1 - f_1$ donde f_1 es la frecuencia de N_1 , la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz.

3.1.4.2 El sistema receptor del localizador ILS no se desensibilizará en presencia de señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a la tabla siguiente:

Frecuencia (MHz)	Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor
88-102	+15 dBm
104	+10 dBm
106	+ 5 dBm
107,9	-10 dBm

Cal



Nota 1.—Esta relación es lineal entre los puntos adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

Nota 2.— En el Adjunto C, 2.2.2, al Anexo 10 de la OACI Volumen I, figura un texto de orientación sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 3.1.4.1 y 3.1.4.2.

3.1.4.3 Características de inmunidad de los sistemas receptores del localizador ILS contra la interferencia causada por señales de radiodifusión FM en VHF

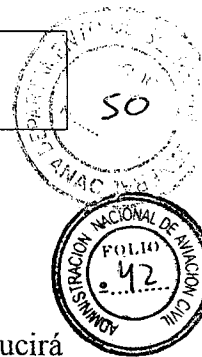
3.1.4.3.1 En relación con el párrafo anterior, las características de inmunidad allí definidas deben compararse con una magnitud convenida de degradación de la actuación normal del sistema receptor, en presencia de la señal deseada de entrada y en condiciones normales de funcionamiento. Esto es necesario para garantizar que las pruebas del equipo receptor pueden efectuarse en el banco de pruebas en condiciones y con resultados que puedan repetirse y para facilitar la aprobación consiguiente. Los ensayos han demostrado que la interferencia causada por las señales FM puede afectar tanto a la guía de rumbo como a la corriente de bandera y que su influjo varía en función de la DDM de la señal deseada que se aplique. Puede consultarse más información en la Recomendación UIT-R IS. 1140 de la UIT, Procedimientos de prueba utilizados en las medidas de las características de los receptores aeronáuticos que sirven para determinar la compatibilidad entre el servicio de radiodifusión sonora en la banda de 87-108 MHz y los servicios aeronáuticos en la banda 108-118 MHz.

3.1.4.3.2 Puede consultarse más información en la Recomendación UIT-R IS.1009-1 de la UIT, Compatibilidad entre el servicio de radiodifusión sonora en la banda de aproximadamente 87-108 MHz y los servicios aeronáuticos en la banda 108-137 MHz.

3.1.4.3.3 En los criterios de planificación de frecuencias que proporciona la Recomendación UIT-R IS. 1009-1 no se tiene en cuenta la posibilidad de productos de intermodulación de quinto orden para dos señales y para tres señales (tipo B1). Las mediciones han determinado que los productos de intermodulación de quinto orden creados en el receptor por las estaciones FM podrían degradar la actuación de los receptores ILS que se conforman a las especificaciones del Capítulo 3, 3.1.4. Puede haber productos de intermodulación de quinto orden sin que se presente un producto de intermodulación de tercer orden por la misma frecuencia ILS. Al planificarse las frecuencias y en la evaluación de la protección frente a la interferencia procedente de radiodifusiones FM, es necesario prestar atención a los productos de intermodulación de quinto orden de dos señales y de tres señales generados en el entorno de los receptores ILS por parte de las estaciones de radiodifusión FM.

3.1.5 Equipo de trayectoria de planeo UHF, y monitor correspondiente

Nota.— θ se usa en este párrafo para indicar el ángulo de la trayectoria nominal de planeo.



3.1.5.1 Generalidades

3.1.5.1.1 La radiación del sistema de antenas de trayectoria de planeo, UHF, producirá un diagrama de campo compuesto modulado en amplitud por dos tonos: uno de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama estará dispuesto de modo que suministre una trayectoria de descenso recta en el plano vertical que contenga al eje de la pista, con el tono de 150 Hz predominando por debajo de la trayectoria y el tono de 90 Hz predominando por encima de la trayectoria por lo menos hasta un ángulo igual a $1,75 \theta$.

3.1.5.1.2 **Recomendación.**— *El equipo de trayectoria de planeo, UHF, debería poder ajustarse para suministrar una trayectoria de planeo radiada de 2 a 4° respecto a la horizontal.*

3.1.5.1.2.1 **Recomendación.**— *El ángulo de trayectoria de planeo ILS debería ser de 3° . Sólo deberían usarse ángulos de trayectoria de planeo ILS de más de 3° cuando no sea posible satisfacer por otros medios los requisitos de franqueamiento de obstáculos.*

3.1.5.1.2.2 La trayectoria de planeo se deberá ajustar y mantener dentro de:

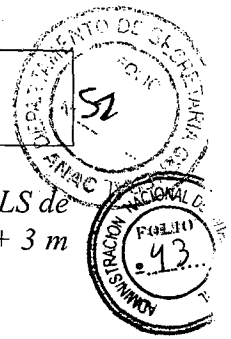
- a) $0,075 \theta$ respecto a θ para trayectorias de planeo de las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;
- b) $0,04 \theta$ respecto a θ para trayectoria de planeo de las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

Nota 1.— *En 2.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se proporciona el texto de orientación relativo al ajuste y mantenimiento de los ángulos de trayectoria de planeo.*

Nota 2.— *En 2.4 y la Figura C-5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura un texto de orientación sobre curvatura, alineación y emplazamiento de la trayectoria de planeo ILS, en lo que respecta a la selección de la altura de la referencia del ILS.*

3.1.5.1.3 La prolongación rectilínea, hacia abajo, de la trayectoria de planeo pasará por la referencia ILS a una altura que garantice guía sin peligro sobre los obstáculos, así como la utilización segura y eficiente de la pista en servicio.

3.1.5.1.4 La altura de la referencia ILS, para las instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III, será de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).



3.1.5.1.5 **Recomendación.**— *La altura de la referencia ILS, para la instalación ILS de la Categoría de actuación I debería ser de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).*

Nota 1.— *Para obtener los valores anteriores de la altura de la referencia ILS se supuso una distancia vertical máxima de 5,8 m (19 ft) entre la trayectoria seguida por la antena de trayectoria de planeo de la aeronave y la trayectoria de la parte inferior de las ruedas en el umbral. En el caso de aeronaves que excedan este criterio, tal vez podría ser necesario tomar las medidas apropiadas, bien sea para mantener el margen vertical adecuado sobre el umbral o para ajustar las mínimas de operación permitidas.*

Nota 2.— *En 2.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto apropiado de orientación.*

3.1.5.1.6 **Recomendación.**— *La altura de la referencia ILS para las instalaciones ILS de Categoría de actuación I utilizada en pistas cortas para aproximaciones de precisión con números de clave 1 y 2, debería ser de 12 m (40 ft). Se permite una tolerancia de + 6 m (20 ft).*

3.1.5.2 Radiofrecuencia

3.1.5.2.1 El equipo de trayectoria de planeo funcionará en la banda de 328,6 a 335,4 MHz. Cuando se utilice una sola portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,005%. Cuando se empleen sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,002%, y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia entre las portadoras no será inferior a 4 kHz ni superior a 32 kHz.

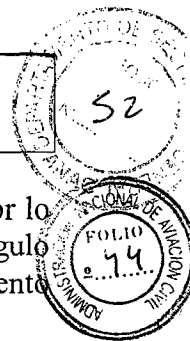
Nota: *Para instalaciones de equipos nuevos a partir del 1° de enero de 2007, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,001\%$, ya sea monofrecuencia o bifrecuencia.*

3.1.5.2.2 La emisión del equipo de trayectoria de planeo se polarizará horizontalmente.

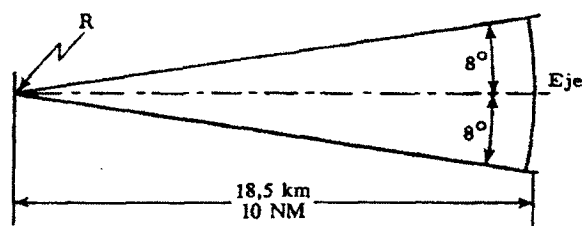
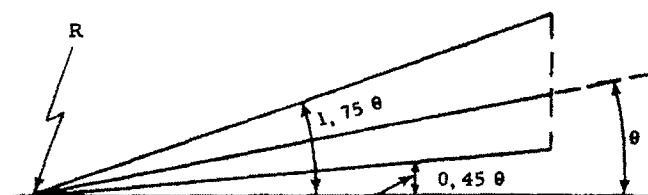
3.1.5.2.3 En el caso del equipo de trayectoria de planeo ILS de Categoría de actuación III, las señales emitidas por el transmisor no contendrán componentes que den por resultado fluctuaciones aparentes de la trayectoria de planeo de más de 0,02 de DDM, de cresta a cresta, en la banda de frecuencias de 0,01 a 10 Hz.

3.1.5.3 Cobertura

3.1.5.3.1 El equipo de trayectoria de planeo emitirá señales suficientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de aeronave, en sectores de 8° en



azimut a cada lado del eje de la trayectoria de planeo del ILS, hasta una distancia de por lo menos 18,5 km (10 NM) entre $1,75 \theta$ y $0,45 \theta$ por encima de la horizontal, o un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a $0,30 \theta$, se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

a) Cobertura en azimut

(o a un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a $0,30 \theta$ se requiera para garantizar los procedimientos promulgados de trayectoria de planeo.)

b) Cobertura en elevación

R = Punto en el cual la prolongación rectilínea de la trayectoria de planeo ILS corta al eje de pista

θ = Angulo de trayectoria de planeo (ILS) regulable entre 2 y 4°

Figura 3.7 – Cobertura de la Trayectoria de Planeo.

3.1.5.3.2 A fin de proporcionar la cobertura para la actuación de la trayectoria de planeo especificada en 3.1.5.3.1 anterior, la intensidad mínima de campo en este sector de cobertura será de $400 \mu\text{V/m}$ (-95 dBW/m^2). Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación I, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 30 m (100 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

Nota 1.— Los requisitos del párrafo anterior se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.

Nota 2.— El 2.2.5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, contiene texto de orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo.



Nota 3.—El 2.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, contiene texto de orientación referente a la reducción de la cobertura fuera de los 8° a cada lado del eje de la trayectoria de planeo ILS.

3.1.5.4 Estructura de la trayectoria de planeo ILS

3.1.5.4.1 En el caso de las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, los codos de la trayectoria de planeo no tendrán amplitudes que excedan de las siguientes:

<i>Zona</i>	<i>Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)</i>
Límite exterior de la cobertura hasta el punto "C"	0,035

3.1.5.4.2 Para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III, los codos de la trayectoria de planeo no tendrán amplitudes que excedan de las siguientes:

<i>Zona</i>	<i>Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)</i>
Desde el límite exterior de la cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,035
Desde el punto "A" hasta el punto "B" del ILS	0,035 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,023 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" hasta la referencia del ILS	0,023

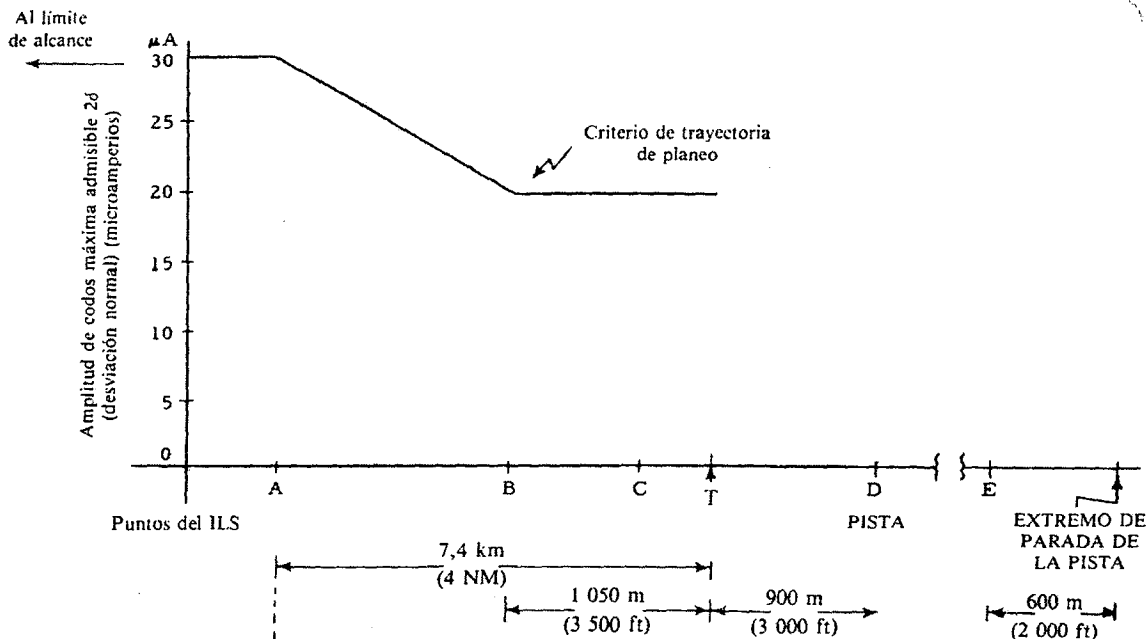
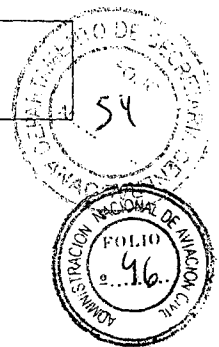


Figura 3.8 – Amplitud máxima de los codos de la Trayectoria de Planeo.

Nota 1.— Las amplitudes mencionadas en 3.1.5.4.1 y 3.1.5.4.2 anteriores son las DDM debidas a los codos, obtenidas en la trayectoria media de planeo cuando esté correctamente ajustada.

Nota 2.— En las zonas de la aproximación en que sea importante la curvatura de la trayectoria de planeo, la amplitud de los codos se calcula partiendo de la trayectoria curva media, y no de la prolongación rectilínea hacia abajo.

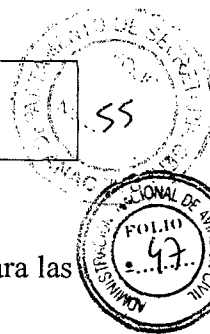
Nota 3.— En 2.1.5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto de orientación referente a la estructura del rumbo de la trayectoria de planeo.

3.1.5.5 Modulación de la portadora

3.1.5.5.1 La profundidad nominal de modulación de la portadora, debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 40% a lo largo de la trayectoria de planeo ILS. La profundidad de modulación no excederá los límites del 37,5 al 42,5%.

3.1.5.5.2 Se aplicarán a los tonos de modulación de frecuencias las tolerancias siguientes:

- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz con una tolerancia del 2,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I;
- los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación II;



c) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III;

d) el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, para el equipo de las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90Hz no excederá del 5%;

e) el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

3.1.5.5.2.1 Recomendación.— Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deberían ser de 90 y 150 Hz dentro de $\pm 1,5\%$, cuando resulte posible.

3.1.5.5.2.2 Respecto al equipo de trayectoria de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación III, la profundidad de modulación en amplitud de la portadora, en la frecuencia de la fuente de energía o sus armónicos, o en otras frecuencias de ruido, no excederá del 1%.

3.1.5.5.3 La modulación estará acoplada en fase, de manera que dentro del semisector de la trayectoria de planeo ILS las ondas demoduladas de 90 y 150 Hz pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de:

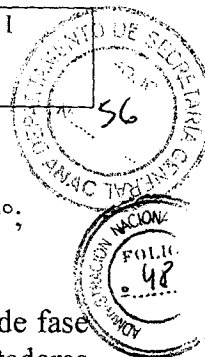
- a) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, 20°;
- b) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III, 10°,

de fase, respecto a la componente de 150 Hz cada medio ciclo de la onda combinada de 90 y 150 Hz.

Nota 1.—Esta manera de definir la relación de fase no tiene por objeto implicar el requisito de medición de la fase dentro del semisector de la trayectoria de planeo ILS.

Nota 2.— En la Figura 3.5 se observa orientación referente a tales medidas.

3.1.5.5.3.1 En el caso de los sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, 3.1.5.5.3 se aplicará a cada una de ellas. Además, el tono de modulación de 90 Hz de una portadora estará acoplado en fase al tono de modulación de 90 Hz de la otra portadora, de forma que las ondas demoduladas pasen por el valor cero en la misma dirección dentro de:



- a) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías I y II, 20°;
- b) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría III, 10°, de fase relativa a 90 Hz. De igual manera, los tonos de 150 Hz de las dos portadoras estarán acoplados en fase de manera que las ondas demoduladas pasen por el valor cero en la misma dirección dentro de:
- para las trayectorias de planeo ILS de las Categorías I y II, 20°;
 - para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría III, 10°, de fase relativa a 150 Hz.

3.1.5.5.3.2 Se permitirá el empleo de otros sistemas de trayectoria de planeo de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva distinto del de las condiciones normales “en fase” descritas en 3.1.5.5.3.1. En estos sistemas alternativos, la sincronización 90 a 90 Hz y la sincronización 150 a 150 Hz se ajustarán a sus valores nominales, dentro de márgenes equivalentes a los expuestos en 3.1.5.5.3.1.

Nota.— Esto es para garantizar el funcionamiento correcto del receptor de a bordo dentro del sector de trayectoria de planeo, cuando la intensidad de las señales de las dos portadoras son aproximadamente iguales.

3.1.5.5.4 Recomendación.— La modulación interferente de frecuencia y de fase en las portadoras de radiofrecuencia de la trayectoria de planeo ILS que pueden afectar a los valores DDM que aparecen en los receptores de la trayectoria de planeo debería reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

Nota.— En 2.15 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se ofrece el texto de orientación pertinente.

3.1.5.6 Sensibilidad de desplazamiento

3.1.5.6.1 Para la trayectoria de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular corresponderá a una DDM de 0,0875 en desplazamientos angulares por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, entre $0,07\theta$ y $0,14\theta$.

Nota.— Lo anterior no tiene por objeto excluir los sistemas de trayectoria de planeo que tengan inherentemente sectores superior e inferior asimétricos.



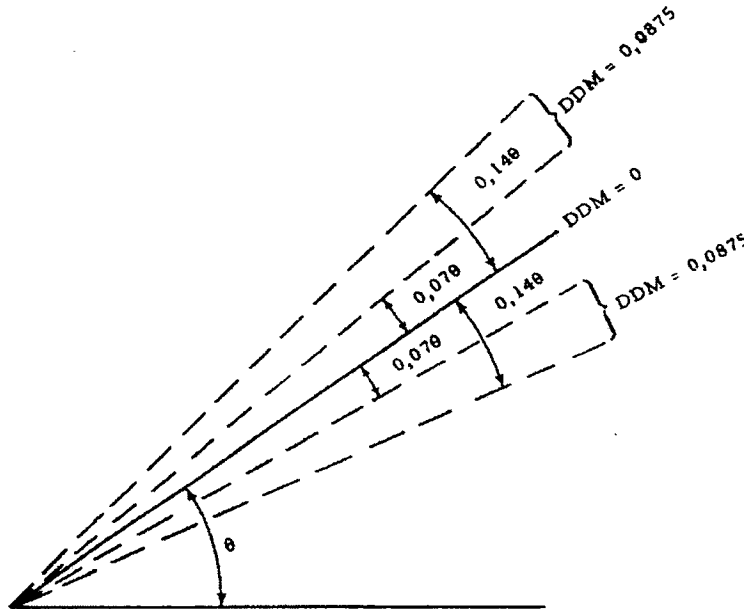
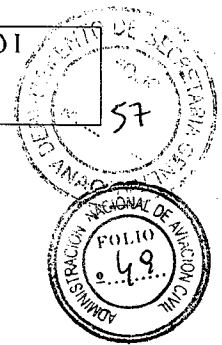


Figura 3.9 – Sensibilidad al desplazamiento de la Trayectoria de Planeo. Categoría I

3.1.5.6.2 Recomendación.— En el caso de trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular debería corresponder a una DDM de 0,0875 en un desplazamiento angular de $0,12 \theta$ por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de $\pm 0,02 \theta$. Los sectores superior e inferior deberían ser todo lo más simétricos posible, dentro de los límites especificados en 3.1.5.6.1.

3.1.5.6.3 La sensibilidad de desplazamiento angular para las instalaciones de trayectorias de planeo ILS de Categoría de actuación II será tan simétrica como sea posible. La sensibilidad de desplazamiento angular nominal corresponderá a una DDM de 0,0875 en un desplazamiento angular de:

- a) $0,12 \theta$ por debajo de la trayectoria, con una tolerancia de $\pm 0,02 \theta$;
- b) $0,12 \theta$ por encima de la trayectoria, con una tolerancia de $+ 0,02 \theta$ y $-0,05 \theta$.

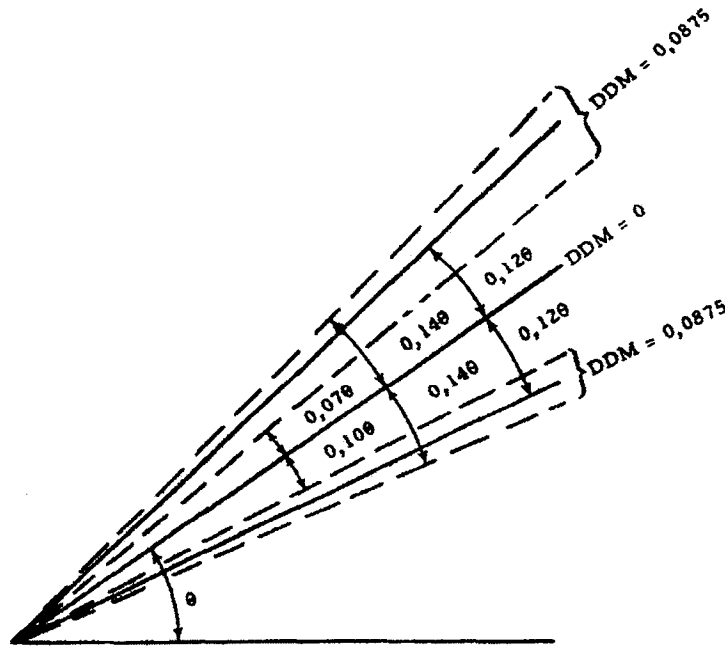
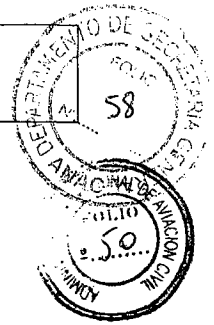


Figura 3.10 – Sensibilidad al desplazamiento de la Trayectoria de Planeo. Categoría II

3.1.5.6.4 En el caso de trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación III, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular corresponderá a una DDM de 0,0875 en desplazamientos angulares de $0,12 \theta$ por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de $\pm 0,02 \theta$.

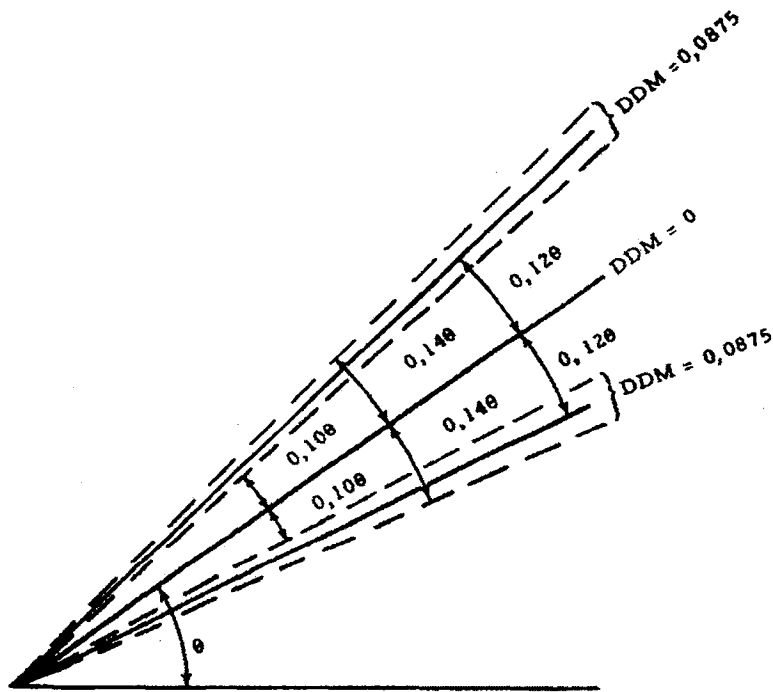
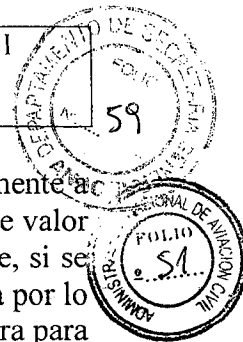
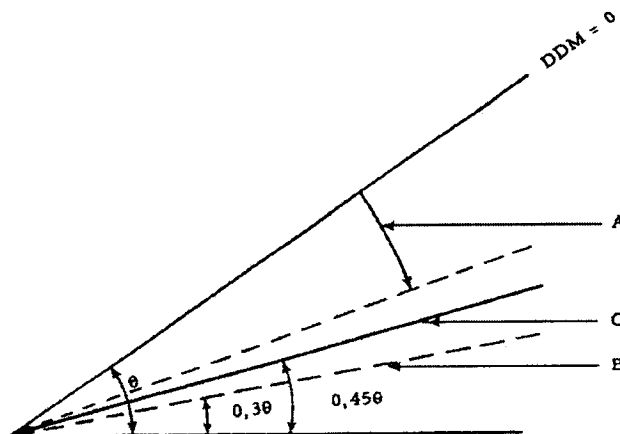


Figura 3.11 – Sensibilidad al desplazamiento de la Trayectoria de Planeo. Categoría III

ef



3.1.5.6.5 La DDM por debajo de la trayectoria de planeo ILS aumentará suavemente a medida que disminuya el ángulo, hasta que se alcance un valor de 0,22 de DDM. Este valor se logrará en un ángulo no inferior a $0,30 \theta$ por encima de la horizontal. No obstante, si se logra a un ángulo por encima de $0,45 \theta$, el valor de DDM no será inferior a 0,22 hasta por lo menos $0,45 \theta$, o a un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a $0,30 \theta$, se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.



- A = DDM aumenta regularmente hasta 0,22 DDM
- B = \leftarrow 0,22 DDM hasta $0,30 \theta$
- C = Si se alcanza 0,22 DDM con cualquier ángulo por encima de $0,45 \theta$, el valor de DDM no será menor de 0,22 por lo menos hasta $0,45 \theta$, o a un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a $0,30 \theta$, se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

Figura 3.12 – Características de la DDM por debajo de la Trayectoria de Planeo. Todas las categorías.

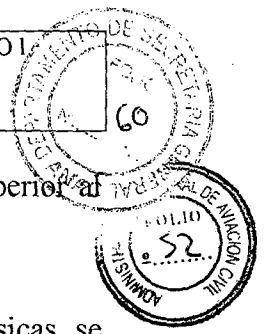
3.1.5.6.6 En el caso de las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y se mantendrá dentro de $\pm 25\%$ del valor nominal elegido.

3.1.5.6.7 En el caso de las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación II, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y mantendrá dentro de $\pm 20\%$ del valor nominal elegido.

3.1.5.6.8 En el caso de las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación III, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y mantendrá dentro de $\pm 15\%$ del valor nominal elegido.

3.1.5.7 Equipo monitor

3.1.5.7.1 El sistema automático de supervisión proporcionará una advertencia a los puntos de control designados y hará que cese la radiación dentro de los períodos especificados en 3.1.5.7.3.1, si persiste alguna de las siguientes condiciones:



a) desviación del ángulo medio θ de trayectoria de planeo ILS que sea superior al sector comprendido entre $-0,075 \theta$ y $+0,10 \theta$;

b) en el caso de trayectorias de planeo ILS en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a menos del 50% de lo normal, con tal que la trayectoria de planeo continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.5.3, 3.1.5.4 y 3.1.5.5;

c) en el caso de trayectorias de planeo ILS en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% de lo normal con tal que la trayectoria de planeo continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.5.3, 3.1.5.4 y 3.1.5.5;

Nota.— Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en 3.1.5.2.1 puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.

d) para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación I, un cambio del ángulo entre la trayectoria de planeo y la línea por debajo de ésta (predominando 150 Hz) en la que se observe una DDM de 0,0875, de más de (lo que sea mayor):

i) $\pm 0,0375 \theta$; o

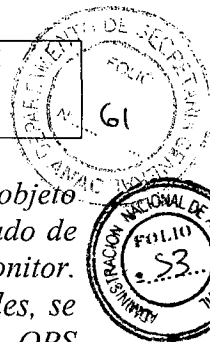
ii) un ángulo equivalente a un cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera 25% respecto del valor nominal;

e) para las trayectorias de planeo ILS de las Categorías de actuación II y III, un cambio de sensibilidad de desplazamiento hasta un valor que difiera en más del 25% del valor nominal;

f) descenso de la línea por debajo de la trayectoria de planeo ILS en la que se observa una DDM de 0,0875, hasta menos de 0,7475 θ respecto a la horizontal;

g) reducción de la DDM hasta menos de 0,175 dentro de la cobertura indicada, por debajo del sector de la trayectoria de planeo.

Q



Nota 1.—El valor de $0,7475 \theta$ respecto a la horizontal, tiene por objeto asegurar un margen vertical adecuado sobre los obstáculos. Este valor se ha derivado de otros parámetros referentes a las especificaciones de la trayectoria de planeo y del monitor. Como no se trata de obtener en la medición una precisión de cuatro cifras decimales, se puede utilizar el valor de $0,75 \theta$ como límite del monitor para este fin. En los PANS- OPS (Doc 8168) figuran indicaciones sobre los criterios de franqueamiento de obstáculos.

Nota 2.— Con los incisos f) y g) no se trata de establecer un requisito referente a un monitor separado para proteger contra desviaciones del límite inferior del semisector por debajo de $0,7475 \theta$ respecto a la horizontal.

Nota 3.— En las instalaciones de trayectoria de planeo en que la sensibilidad nominal de desplazamiento angular elegida corresponda a un ángulo por debajo de la trayectoria de planeo ILS que esté próximo a los límites especificados en 3.1.5.6, o en los propios límites, puede ser que resulte necesario ajustar los límites de funcionamiento del monitor como protección contra desviaciones de semisector por debajo de $0,7475 \theta$ respecto a la horizontal.

Nota 4.— El texto de orientación relativo a la condición descrita en g), aparece en 2.4.13 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I.

3.1.5.7.2 Recomendación.— Debería disponerse de supervisión de características de la trayectoria de planeo ILS con tolerancias más pequeñas, en los casos en que, de no hacerlo, habría dificultades para las operaciones.

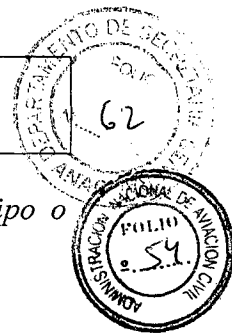
3.1.5.7.3 El período total de radiación, incluidos los períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación prescritos en 3.1.5.7.1, será lo más corto posible compatible con la necesidad de evitar la interrupción del servicio de navegación suministrado por la trayectoria de planeo ILS.

3.1.5.7.3.1 El período total de radiación mencionado en 3.1.5.7.3 no sobrepasará en ningún caso:

6 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de la Categoría I;

2 s, respecto a las trayectorias de planeo ILS de las Categorías II y III.

Nota 1.— Los períodos totales especificados son límites que no deben excederse nunca y tienen por objeto proteger a la aeronave en las fases finales de aproximación contra prolongados o repetidos períodos de guía de trayectoria de planeo ILS fuera de los límites del monitor. Por esta razón incluyen no sólo el período inicial de funcionamiento fuera de las tolerancias sino también todo período o períodos de radiación fuera de los límites de tolerancia, incluyendo los períodos de radiación nula, que pueden ocurrir cuando se están tomando medidas para restablecer el servicio, por ejemplo en el



curso de funcionamiento consecutivo del monitor y consiguientes cambios del equipo o equipos de trayectoria de planeo o de sus elementos.

Nota 2.— Desde el punto de vista operacional, el propósito es que no se radie ninguna guía fuera de los límites del monitor después de los períodos de tiempo indicados y que no se hagan más intentos de restablecer el servicio hasta que hayan pasado unos 20 s.

3.1.5.7.3.2 Recomendación.— Cuando sea factible, el período total especificado en 3.1.5.7.3.1 para trayectorias de planeo ILS de las Categorías II y III no debería exceder de 1 seg.

3.1.5.7.4 Se tendrá cuidado especial en el proyecto y funcionamiento del monitor con objeto de garantizar que la radiación cese y se dé advertencia en los puntos de control designados en caso de falla del propio monitor.

Nota.— El párrafo 2.1.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, contiene texto de orientación sobre el proyecto y funcionamiento de sistemas monitores.

3.1.5.8 Requisitos de integridad y continuidad de servicio

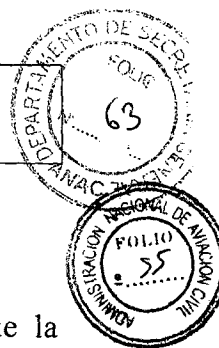
3.1.5.8.1 La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no será inferior a $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ en cada aterrizaje para las trayectorias de planeo en instalaciones de Categorías de actuación II y III.

3.1.5.8.2 Recomendación.— La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no debería ser inferior a $1 - 1 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje para las trayectorias de planeo en las instalaciones de Categoría de actuación I.

3.1.5.8.3 La probabilidad de no perder la señal de guía radiada será superior a $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos para las trayectorias de planeo en las instalaciones de Categorías de actuación II y III (equivalentes a 2000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

3.1.5.8.4 Recomendación.— La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas debería ser superior a $1 - 4 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 segundos para las trayectorias de planeo en las instalaciones de Categoría de actuación I (equivalente a 1000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

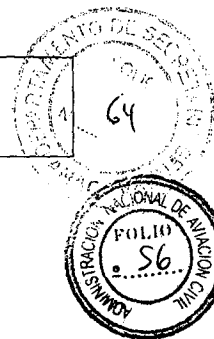
Nota.— En 2.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura el texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.



3.1.6 Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo

3.1.6.1 Los pares de frecuencia del transmisor del localizador de pista y de la trayectoria de planeo de un sistema de aterrizaje por instrumentos, se tomarán de la siguiente lista:

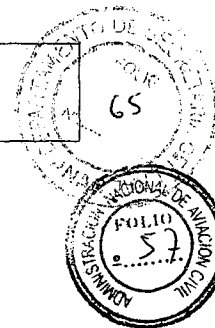
Localizador (MHz)	Trayectoria de planeo (MHz)
108,1	334,7
108,15	334,55
108,3	334,1
108,35	333,95
108,5	329,9
108,55	329,75
108,7	330,5
108,75	330,35
108,9	329,3
108,95	329,15
109,1	331,4
109,15	331,25
109,3	332,0
109,35	331,85
109,5	332,6
109,55	332,45
109,7	333,2
109,75	333,05
109,9	333,8
109,95	333,65
110,1	334,4
110,15	334,25
110,3	335,0
110,35	334,85
110,5	329,6
110,55	329,45
110,7	330,2
110,75	330,05



110,9	330,8
110,95	330,65
111,1	331,7
111,15*	331,55
111,3	332,3
111,35	332,15
111,5	332,9
111,55	332,75
111,7	333,5
111,75	333,35
111,9	331,1
111,95	330,95

3.1.6.1.1 En las regiones donde los requisitos relativos a las frecuencias del transmisor del localizador de pista y de la trayectoria de planeo de un sistema de aterrizaje por instrumentos no justifiquen más de 20 pares, éstos se seleccionarán consecutivamente, conforme se necesiten, de la lista siguiente:

Número de orden	Localizador (MHz)	Trayectoria de planeo (MHz)
1	110,3	335,0
2	109,9	333,8
3	109,5	332,6
4	110,1	334,4
5	109,7	333,2
6	109,3	332,0
7	109,1	331,4
8	110,9	330,8
9	110,7	330,2
10	110,5	329,6
11	108,1	334,7
12	108,3	334,1
13	108,5	329,9
14	108,7	330,5
15	108,9	329,3



16	111,1	331,7
17	111,3	332,3
18	111,5	332,9
19	111,7	333,5
20	111,9	331,1

3.1.6.2 A los localizadores ILS existentes utilizados en el servicio internacional que operen en frecuencias que terminen en décimas impares de megahertzio no se les asignarán nuevas frecuencias que terminen en décimas impares más una vigésima de megahertzio, excepto cuando por acuerdo regional pueda hacerse uso general de cualesquiera de los canales enumerados en 3.1.6.1 anterior (véase el Capítulo 4, 4.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen V).

3.1.7 Radiobalizas VHF

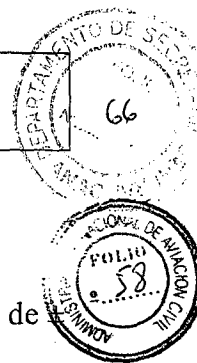
3.1.7.1 Generalidades

- a) Habrá dos radiobalizas en cada instalación, salvo lo previsto en 3.1.7.6.5. Podrá añadirse una tercera radiobaliza siempre que la autoridad competente estime que se necesita en determinado lugar debido a los procedimientos de operaciones.
- b) Las radiobalizas se ajustarán a los requisitos indicados en este 3.1.7. Si la instalación comprende sólo dos radiobalizas, se cumplirán los requisitos aplicables a la intermedia y a la exterior.
- c) Las radiobalizas producirán diagramas de irradiación para indicar las distancias, determinadas de antemano, al umbral, a lo largo de la trayectoria de planeo ILS.

3.1.7.1.1 Cuando se use una radiobaliza en relación con el rumbo posterior de un localizador, deberá ajustarse a las características de la radiobaliza que se especifican en 3.1.7.

3.1.7.1.2 Las señales de identificación de las radiobalizas que se usen con el rumbo posterior de un localizador, se distinguirán claramente de las identificaciones de las radiobalizas interna (IM), intermedia (MM) y exterior (OM), según se prescribe en 3.1.7.5.1.

OP



3.1.7.2 Radiofrecuencia

3.1.7.2.1 Las radiobalizas trabajarán en 75 MHz con una tolerancia de frecuencia de 0,005% y utilizarán polarización horizontal.

3.1.7.3 Cobertura

3.1.7.3.1 El sistema de radiobalizas se ajustará de modo que proporcione cobertura en las siguientes distancias, medidas en la trayectoria de planeo y en la línea de rumbo del localizador del ILS:

- a) radiobaliza interna (si se instala): 150 m \pm 50 m (500 ft \pm 160 ft);
- b) radiobaliza intermedia: 300 m \pm 100 m (1 000 ft \pm 325 ft);
- c) radiobaliza exterior: 600 m \pm 200 m (2 000 ft \pm 650 ft).

3.1.7.3.2 La intensidad de campo en los límites de la zona de cobertura especificada en 3.1.7.3.1 será de 1,5 mV/m (-82 dBW/m²). Además, la intensidad de campo dentro de la zona de cobertura aumentará hasta alcanzar como mínimo 3,0 mV/m (-76 dBW/m²).

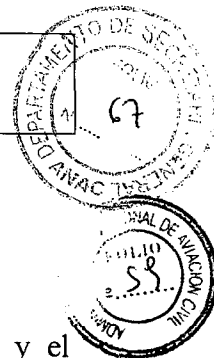
Nota 1.— Al diseñar la antena terrestre, es conveniente garantizar que se proporciona un grado suficiente de variación de intensidad de campo en los bordes de la cobertura. Conviene también asegurar que las aeronaves que se encuentren dentro de los límites del sector de rumbo del localizador recibirán una indicación visual.

Nota 2.— Se obtendrá un funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de los receptores de radiobalizas de a bordo, si la sensibilidad se regula de manera que se obtenga una indicación visual cuando la intensidad de campo sea de 1,5 mV/m (-82 dBW/m²).

3.1.7.4 Modulación

3.1.7.4.1 Las frecuencias de modulación serán las siguientes:

- a) radiobaliza interna (si se instala): 3000 Hz;
- b) radiobaliza intermedia: 1300 Hz;



c) radiobaliza exterior: 400 Hz.

La tolerancia de frecuencia de las anteriores frecuencias será de $\pm 2,5\%$, y el contenido total de armónicas de cada una de las frecuencias no excederá del 15%.

3.1.7.4.2 La profundidad de modulación de las radiobalizas será del 95%, $\pm 4\%$.

3.1.7.5 Identificación

3.1.7.5.1 No se interrumpirá la energía portadora. La modulación de audiofrecuencia se manipulará como sigue:

- a) radiobaliza interna (si se instala): 6 puntos por segundo continuamente;
- b) radiobaliza intermedia: una serie continua de puntos y rayas alternados, manipulándose las rayas a la velocidad de 2 rayas por segundo, y los puntos a la velocidad de 6 puntos por segundo;
- c) radiobaliza exterior: 2 rayas por segundo continuamente.

Estas velocidades de manipulación se mantendrán dentro de una tolerancia de $\pm 15\%$.

3.1.7.6 Emplazamiento

3.1.7.6.1 La radiobaliza interna, cuando se instale, estará emplazada de modo que, en condiciones de mala visibilidad, indique la inminente proximidad del umbral de pista.

3.1.7.6.1.1 Recomendación.— Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza interna, cuando se instale, debería estar emplazada a una distancia comprendida entre 75 m (250 ft) y 450 m (1500 ft) con respecto al umbral y a no más de 30 m (100 ft) de la prolongación del eje de la pista.

Nota 1.— Se trata de que el diagrama de radiación de la radiobaliza interna corte la prolongación rectilínea hacia abajo de la trayectoria nominal de planeo a la altura de decisión más baja aplicable en operaciones de la Categoría II.



Nota 2.— Al emplazar la radiobaliza interna debe tenerse cuidado a fin de evitar interferencia entre las radiobalizas interna e intermedia. Detalles respecto a la ubicación de radiobalizas internas figuran en 2.10 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I.

3.1.7.6.1.2 Recomendación.— Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debería emplazarse de forma que produzca un campo dentro del sector de rumbo y del sector de la trayectoria de planeo ILS que sea esencialmente parecido al producido por una antena que radie un diagrama vertical y que se haya instalado en las condiciones prescritas en 3.1.7.6.1.1.

3.1.7.6.2 La radiobaliza intermedia se ubicará de forma que indique la inminencia de la orientación de aproximación visual, en condiciones de poca visibilidad.

3.1.7.6.2.1 Recomendación.— Si el diagrama de radiación es vertical la radiobaliza intermedia debería ubicarse a 1050 m (3500 ft), \pm 150 m (500 ft), del umbral de aterrizaje, en el extremo de aproximación de la pista, y a no más de 75 m (250 ft) de la prolongación del eje de la pista.

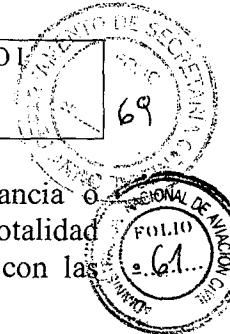
Nota.— Véase el 2.10 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, que trata del emplazamiento de las radiobalizas interna e intermedia.

3.1.7.6.2.2 Recomendación.— Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debería emplazarse de forma que produzca un campo dentro del sector de rumbo y el sector de la trayectoria de planeo ILS que sea esencialmente parecido al producido por una antena que radie un diagrama vertical y que se haya instalado en las condiciones prescritas en 3.1.7.6.2.1.

3.1.7.6.3 La radiobaliza exterior se emplazará de modo que proporcione verificaciones de funcionamiento del equipo, altura y distancia a la aeronave durante la aproximación intermedia y final.

3.1.7.6.3.1 Recomendación.— La radiobaliza exterior debería emplazarse a 7,2 km (3,9 NM) del umbral. Cuando por motivos topográficos o por razones operacionales esto no sea posible, la radiobaliza exterior puede emplazarse a una distancia entre 6,5 y 11,1 km (3,5 y 6 NM) del umbral.

3.1.7.6.4 Recomendación.— Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza exterior no debería estar a más de 75 m (250 ft) de la prolongación del eje de la pista. Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debería emplazarse de modo que produzca un campo dentro de los sectores de rumbo y de trayectoria de planeo ILS que sea sensiblemente igual al producido por una antena que radie un diagrama vertical.



3.1.7.6.5 La posición de las radiobalizas o, cuando sea aplicable, la distancia o distancias equivalentes indicadas por el DME cuando se utilice en sustitución de la totalidad o parte del componente de radiobalizas del ILS, se publicarán de conformidad con las disposiciones del Anexo 15 de la OACI.

3.1.7.6.5.1 Cuando así se utilice, el DME proporcionará información de distancia equivalente desde el punto de vista operacional a la proporcionada por la radiobaliza o radiobalizas.

3.1.7.6.5.2 Cuando se use en sustitución de la radiobaliza intermedia, la frecuencia del DME estará emparejada con la del localizador del ILS y se emplazará de modo que sea mínimo el error de la información de distancia.

3.1.7.6.5.3 Cuando se use en sustitución de la radiobaliza exterior, aunque no se exige concretamente que la frecuencia del DME esté emparejada con la del localizador del ILS, el apareamiento de frecuencias es preferible, siempre que el DME se utilice asociado con el ILS.

3.1.7.6.5.4 El DME a que se alude en 3.1.7.6.5 se ajustará a la especificación que figura en 3.5.

3.1.7.7 Equipo monitor

3.1.7.7.1 Un equipo apropiado suministrará señales para la operación de un monitor automático. Éste transmitirá una alarma al punto de control si se produce una de las siguientes condiciones:

- a) falla de la modulación o de la manipulación;
- b) reducción de la potencia radiada a menos del 50% de la normal.

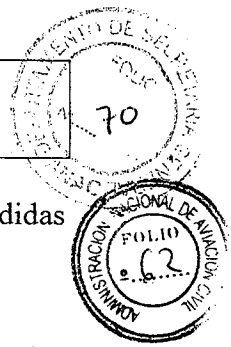
3.1.7.7.2 Recomendación.— Para cada radiobaliza debería suministrarse equipo monitor apropiado que indique, en el lugar adecuado, toda reducción de la profundidad de modulación por debajo del 50%.

3.2 Anulado.

3.3 Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR)

3.3.1 Generalidades

3.3.1.1 El VOR se construirá y ajustará de modo que las indicaciones similares de los instrumentos de las aeronaves representen iguales desviaciones angulares (marcaciones), en



el sentido de las agujas del reloj, grado por grado, respecto al norte magnético, medidas desde la ubicación del VOR.

3.3.1.2 El VOR radiará una radiofrecuencia portadora a la que se aplicarán dos modulaciones separables de 30 Hz. Una de estas modulaciones será tal que su fase sea independiente del azimut del punto de observación (fase de referencia). La otra modulación (fase variable) será tal que su fase en el punto de observación difiera de la fase de referencia en un ángulo igual a la marcación del punto de observación respecto al VOR.

3.3.1.3 Las modulaciones de fase de referencia y de fase variable estarán en fase a lo largo del meridiano magnético de referencia que pase por la estación.

Nota.— Las modulaciones de fase de referencia y de fase variable están en fase cuando el valor máximo de la suma de la radiofrecuencia portadora y de la energía de la banda lateral, debida a la modulación de fase variable, ocurra al mismo tiempo que la frecuencia instantánea más alta de la modulación de fase de referencia.

3.3.2 Radiofrecuencia

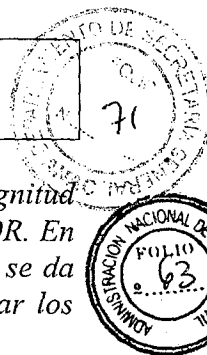
3.3.2.1 El VOR trabajará en la banda 111,975 a 117,975 MHz, pero se podrán usar frecuencias en la banda 108 a 111,975 MHz cuando, de conformidad con las disposiciones del Capítulo 4, 4.2.1 y 4.2.3.1 del Anexo 10, Volumen V, sea aceptable el uso de tales frecuencias. La frecuencia más alta asignable será de 117,950 MHz. La separación entre canales se hará por incrementos de 50 kHz, en relación con la frecuencia asignable más alta. En áreas en que la separación entre canales generalmente usada sea de 100 ó 200 kHz, la tolerancia de frecuencia para la portadora será de $\pm 0,005\%$.

3.3.2.2 La tolerancia de frecuencia para la portadora en todas las nuevas instalaciones (equipamiento nuevo) montadas después del 1° de enero de 2007 será de $\pm 0,001\%$.

3.3.2.3 En áreas en que se monten nuevas instalaciones VOR y las frecuencias asignadas tengan una separación de 50 kHz entre canales respecto a los VOR existentes en la misma área, se concederá prioridad a garantizar que la tolerancia de frecuencia para la portadora de los actuales VOR se reduce a $\pm 0,002\%$ (en el caso de ser un equipamiento nuevo, ver 3.3.2.2).

3.3.3 Polarización y precisión del diagrama

3.3.3.1 La emisión del VOR se polarizará horizontalmente. La componente polarizada verticalmente de la radiación será la menor posible.



Nota.— No es posible por ahora establecer cuantitativamente la magnitud máxima permisible de la componente polarizada verticalmente de la radiación del VOR. En el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071) de la OACI se da información sobre las comprobaciones que pueden hacerse en vuelo para determinar los efectos de la polarización vertical en la exactitud de la marcación.

3.3.3.2 La contribución de la estación terrestre al error en la información de marcación suministrada por la radiación polarizada horizontalmente del VOR, para todos los ángulos de elevación entre cero y 40°, medidos desde el centro del sistema de antenas del VOR, será de $\pm 2^\circ$.

3.3.4 Cobertura

3.3.4.1 Los VOR suministrarán señales convenientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de a bordo a los niveles y distancias requeridas por razones operacionales, y hasta un ángulo de elevación de 40°.

3.3.4.2 **Recomendación.**— La intensidad de campo o la densidad de potencia en el espacio de las señales VOR que se requieren para lograr un funcionamiento satisfactorio de una instalación de aeronave típica, al nivel de servicio mínimo y al máximo radio de servicio especificado, deberían ser de $90 \mu\text{V/m}$ (-107 dBW/m^2).

Nota.— Los valores típicos de la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) para lograr alcances especificados figuran en 3.1 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I. La definición de PIRE figura en 3.5.1

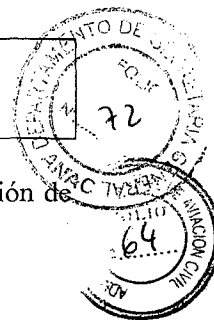
3.3.5 Modulaciones de las señales de navegación

3.3.5.1 La portadora de radiofrecuencia, tal como se observe desde cualquier punto en el espacio, se modulará en amplitud por dos señales, de la manera siguiente:

a) una subportadora de 9960 Hz de amplitud constante, modulada en frecuencia a 30 Hz:

1) para el VOR convencional, la componente de 30 Hz de esta subportadora FM es fija independientemente del azimut y se denomina "fase de referencia" y tendrá una relación de desviación de 16 ± 1 (es decir 15 a 17);

2) para el VOR Doppler, la fase de la componente de 30 Hz varía con el azimut y se denomina "fase variable" y tendrá una relación de desviación de 16 ± 1 (es decir 15 a 17) cuando se observe a un ángulo de elevación de hasta 5°, con una



relación de desviación mínima de 11 cuando se observe a un ángulo de elevación de más de 5° y de hasta 40°;

b) una componente modulada en amplitud a 30 Hz:

1) para el VOR convencional, esta componente es el resultado de la rotación de un diagrama de campo cuya fase varía con el azimut, y se denomina “fase variable”;

2) para el VOR Doppler, esta componente, de fase constante en relación con el azimut y de amplitud constante, se radia omnidireccionalmente, y se denomina “fase de referencia”.

3.3.5.2 La profundidad nominal de modulación de la portadora de radiofrecuencia debida a la señal de 30 Hz o a la subportadora de 9960 Hz, estará comprendida entre los límites del 28 y el 32%.

Nota.— Este requisito se aplica a la señal transmitida observada en ausencia de trayectos múltiples.

3.3.5.3 La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal de 30 Hz, tal como se observe a cualquier ángulo de elevación de hasta 5°, estará comprendida dentro de los límites de 25 a 35%. La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal de 9 960 Hz, tal como se observe a cualquier ángulo de elevación de hasta 5°, estará comprendida dentro de los límites de 20 a 55% en instalaciones sin modulación de señales vocales, y dentro de los límites de 20 a 35% en instalaciones con modulación de señales vocales.

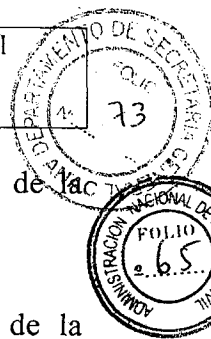
Nota.— Cuando la modulación se mida durante la prueba en vuelo bajo condiciones de trayectos múltiples dinámicos considerables, se esperan variaciones en los porcentajes de modulación recibidos. Pueden resultar aceptables variaciones de corto plazo más allá de estos valores. El Doc 8071 de la OACI contiene información adicional sobre la aplicación de tolerancias de modulación en vuelo.

3.3.5.4 Las frecuencias de modulación de la fase variable y de la fase de referencia serán de 30 Hz con una tolerancia de $\pm 1\%$.

3.3.5.5 La frecuencia central de la modulación de la subportadora será de 9960 Hz con una tolerancia de $\pm 1\%$.

3.3.5.6

CEP



a) Para el VOR convencional, el porcentaje de modulación con amplitud de la subportadora de 9960 Hz no excederá del 5%.

b) Para el VOR Doppler, el porcentaje de la modulación en amplitud de la subportadora de 9960 Hz no excederá del 40% cuando se mida en un punto que diste por lo menos 300 m (1 000 ft) del VOR.

3.3.5.7 Cuando se aplique el espaciado de 50 kHz entre canales VOR, el nivel de banda lateral de las armónicas del componente de 9960 Hz de la señal radiada no excederá los niveles siguientes con referencia al nivel de la banda lateral de 9960Hz.

Subportadora	Nivel
9960 Hz	referencia 0 dB
2ª armónica	-30dB
3ª armónica	-50 dB
4ª armónica y siguientes	-60 dB

3.3.6 Radiotelefonía e identificación

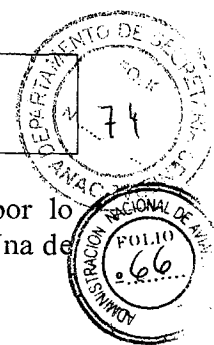
3.3.6.1 Si el VOR suministra un canal simultáneo de comunicación de tierra a aire, dicho canal usará la misma portadora de radiofrecuencia que se usa para fines de navegación. La radiación de este canal se polarizará horizontalmente.

3.3.6.2 La profundidad máxima de modulación de la portadora en el canal de comunicación no será mayor del 30%.

3.3.6.3 Las características de audiofrecuencia del canal radiotelefónico no diferirán más de 3 dB en relación al nivel de 1000 Hz en la gama de 300 a 3000 Hz.

3.3.6.4 El VOR suministrará la transmisión simultánea de una señal de identificación en la misma portadora de radiofrecuencia que se use para fines de navegación. La radiación de la señal de identificación se polarizará horizontalmente.

3.3.6.5 Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y consistirá en dos o tres letras. Se emitirá a una velocidad que corresponda a 7 palabras por minuto, aproximadamente. La señal se repetirá por lo menos una vez cada 30 s y el tono de modulación será de 1020 Hz con ± 50 Hz de tolerancia.



3.3.6.5.1 Recomendación.— La señal de identificación debería transmitirse por lo menos tres veces cada 30 s, espaciada igualmente dentro de ese período de tiempo. Una de dichas señales de identificación puede ser una identificación oral.

Nota.— En el caso de que el VOR y el DME estén asociados de acuerdo con 3.5.2.4 a continuación, las disposiciones respecto a identificación de 3.5.3.6.4 influyen en la identificación VOR.

3.3.6.6 La profundidad a que se module la portadora por la señal de identificación en clave se aproximará al 10%, pero no excederá de dicho valor, si bien cuando no se proporcione un canal de comunicación, se puede permitir aumentar la modulación por la señal de identificación en clave hasta un valor que no sobrepase el 20%.

3.3.6.6.1 Recomendación.— Si el VOR suministra un canal simultáneo de comunicación de tierra a aire, la profundidad de modulación de la señal de identificación en clave debería ser $5 \pm 1\%$, a fin de suministrar una calidad satisfactoria de radiotelefonía.

3.3.6.7 La transmisión de radiotelefonía no interferirá de modo alguno con los fines básicos de navegación. Cuando se emita en radiotelefonía, no se suprimirá la señal de identificación en clave.

3.3.6.8 La función receptora VOR permitirá la identificación positiva de la señal deseada bajo las condiciones de señal que se encuentren dentro de los límites de cobertura especificados, y con los parámetros de modulación especificados en 3.3.6.5, 3.3.6.6 y 3.3.6.7.

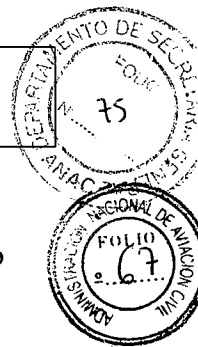
3.3.7 Equipo monitor

3.3.7.1 Un equipo adecuado situado en el campo de radiación, proporcionará señales para el funcionamiento de un monitor automático. El monitor, transmitirá una advertencia a un punto de control o bien eliminará de la portadora las componentes de identificación y de navegación o hará que cese la radiación si se presenta alguna de las siguientes desviaciones respecto a las condiciones establecidas o una combinación de las mismas:

a) un cambio de más de 1° en el emplazamiento del equipo de control, de la información de marcación transmitida por el VOR;

b) una disminución del 15% en las componentes de modulación, del nivel de voltaje de las señales de radiofrecuencia en el dispositivo de control, trátase de la subportadora, de la señal de modulación en amplitud de 30 Hz o de ambas.

3.3.7.2 La falla del propio monitor hará que se transmita una advertencia a un punto de control y, o bien:



a) suprimirá las componentes de identificación y de navegación de la portadora; o bien

b) hará que cese la radiación.

Nota.— En la Sección 3 de los Adjuntos C y E del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figuran textos de orientación sobre el VOR.

3.3.8 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR

3.3.8.1 El sistema receptor del VOR proporcionará inmunidad adecuada a la interferencia por efectos de intermodulación de tercer orden causada por dos señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a lo siguiente:

$$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107.7 a 108.0 MHz.

y

$$2N_1 + N_2 + 3 \left[24 - 20 \log \left(\frac{\Delta f}{0.4} \right) \right] \leq 0$$

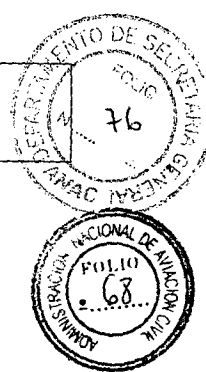
para las señales de radiodifusión sonora FM en frecuencias VHF inferiores a 107,7 MHz

donde las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF causan en el receptor una intermodulación de tercer orden en la frecuencia deseada del VOR.

N_1 y N_2 son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF a la entrada del receptor VOR. Ninguno de esos niveles excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos en 3.3.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$ donde f_1 es la frecuencia de N_1 , la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108.1 MHz.

3.3.8.2 El sistema receptor del VOR no se desensibilizará en presencia de señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a la tabla siguiente:



Frecuencia (MHz)	Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor
88-102	+15 dBm
104	+ 10 dBm
106	+ 5 dBm
107,9	- 10 dBm

Nota 1.—Esta relación es lineal entre puntos adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

Nota 2.— En 3.6.5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura un texto de orientación sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 3.3.8.1 y 3.3.8.2.

3.4 Especificación para el radiofaro no direccional NDB

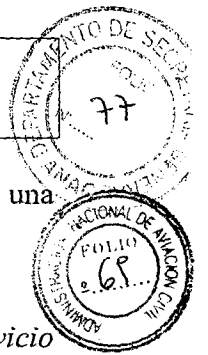
3.4.1 Definiciones

Nota.— En el Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se da orientación sobre el significado y aplicación de cobertura nominal, cobertura efectiva y cobertura de los NDB.

Cobertura efectiva: Zona que rodea un NDB, dentro de la cual se pueden obtener marcaciones con precisión suficiente para la naturaleza de la operación en cuestión.

Cobertura nominal: El área que rodea a un NDB, dentro de la cual la intensidad del campo vertical de la onda terrestre excede el valor mínimo especificado para el área geográfica en que está situado el radiofaro.

Nota.— Esta definición tiene por objeto establecer un método para clasificar los radiofaros a base de la cobertura normal prevista cuando no haya transmisión ionosférica, o propagación anómala desde el radiofaro en cuestión, ni interferencia ocasionada por otras instalaciones LF/MF, teniendo en cuenta, sin embargo, el ruido atmosférico existente en la zona geográfica en cuestión.



Radiofaro de localización: Un radiofaro no direccional LF/MF utilizado como una ayuda para la aproximación final.

Nota.— El radiofaro de localización tiene normalmente una zona de servicio clasificada con un radio de 18,5 y 46,3 km (10 y 25 NM).

Radio medio de la cobertura nominal: El radio de un círculo que tenga la misma área que la cobertura nominal.

3.4.2 Cobertura

3.4.2.1 **Recomendación.**— El valor mínimo de intensidad de campo en la cobertura nominal de un NDB debería ser de 70 $\mu\text{V}/\text{m}$.

Nota 1.— En 6.1 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, en el manual del SENID de la Armada Argentina y en la recomendación UIT-R PROPAGACIÓN EN MEDIOS NO IONIZADOS, se da orientación a las intensidades de campo requeridas.

Nota 2.— La selección de lugares y horas para medir la intensidad de campo es importante a fin de evitar resultados anormales respecto a la localidad en cuestión; son de suma importancia para las operaciones los puntos de las rutas aéreas que se encuentren dentro de la zona que rodea al radiofaro.

3.4.2.2 **Todas las notificaciones o divulgaciones que se refieran a los NDB se basarán en el radio medio de la zona de servicio clasificada.**

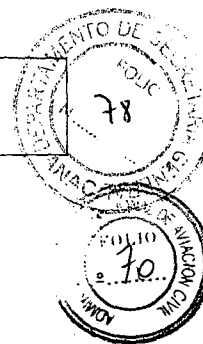
Nota.— Al clasificar los radiofaros situados en zonas en que puedan producirse variaciones diurnas y de temporada en las zonas de servicio clasificadas, deberían tenerse en cuenta dichas variaciones.

3.4.2.3 **Recomendación.**— Cuando la cobertura nominal de un NDB es bastante diferente en varios sectores importantes de operación, su clasificación debería expresarse en función del radio medio de la cobertura, así como de los límites angulares de cada sector en la forma siguiente:

Radio de la cobertura del sector/límites angulares del sector, expresados en marcaciones magnéticas en el sentido de las agujas del reloj, con referencia al radiofaro.

Cuando convenga clasificar un NDB en tal forma, el número de los sectores debería reducirse al mínimo y de ser posible no exceder de dos.

Nota.— El radio medio de un sector dado de la cobertura nominal es igual al radio del correspondiente sector de círculo de la misma zona.



Ejemplo:

150/210 ° _ 30 °

100/30 ° _ 210 °.

3.4.3 Limitaciones de la potencia radiada

La potencia radiada por un NDB no excederá en más de 2 dB de la necesaria para lograr la zona de servicio clasificada convenida, pero esta potencia podrá aumentarse si se coordina regionalmente o si no se produce interferencia perjudicial para otras instalaciones.

3.4.4 Radiofrecuencias

3.4.4.1 Las radiofrecuencias asignadas a los NDB se seleccionarán de entre las que estén disponibles en la parte del espectro comprendida entre 190 kHz. y 1750 kHz.

3.4.4.2 La tolerancia de frecuencia aplicable a los NDB será de 0,01%, pero para los NDB que, con una potencia de antena superior a 200 W, utilicen frecuencias de 1606,5 kHz o superiores, la tolerancia será de 0,005%.

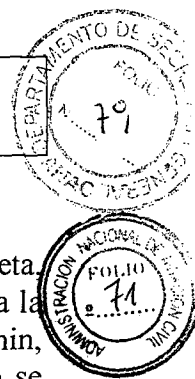
3.4.4.3 Recomendación.— Cuando se utilicen dos radiofaros de localización como complemento de un ILS, la separación de frecuencia entre las portadoras de los dos no debería ser inferior a 15 kHz, para asegurar el funcionamiento correcto del radiocompás y, preferiblemente, de no más de 25 kHz, a fin de que se pueda variar rápidamente la sintonía cuando la aeronave tenga solamente un radiocompás.

3.4.4.4 Cuando localizadores asociados con instalaciones ILS que dan servicio a extremos opuestos de una sola pista tienen asignada una frecuencia común, se tomarán las medidas oportunas para asegurar que no puede radiar la instalación que no está en servicio.

Nota.— En el Capítulo 3, 3.2.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen V, se amplía la orientación acerca del funcionamiento de los radiofaros de localización en canales de frecuencia común.

3.4.5 Identificación

3.4.5.1 Todo NDB se identificará individualmente por un grupo de dos o tres letras en Código Morse internacional transmitido a una velocidad correspondiente a siete palabras por minuto aproximadamente.



3.4.5.2 Cada 30 s se transmitirá, por lo menos una vez, la identificación completa, salvo cuando la identificación del radiofaro se efectúe por manipulación que interrumpa la portadora. En este caso se dará la identificación a intervalos de aproximadamente 1 min, aunque se podrá usar un intervalo más corto en determinadas estaciones NDB cuando se considere conveniente para las operaciones.

3.4.5.2.1 Recomendación.— Excepto en aquellos casos en que la identificación del radiofaro se efectúe por manipulación que interrumpa la portadora, la señal de identificación debería transmitirse por lo menos tres veces cada 30 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

3.4.5.3 Para los NDB con un radio medio de cobertura nominal igual o menor que 92,7 km (50 NM), que se usen principalmente como ayudas para la aproximación y la espera en las proximidades de un aeródromo, se transmitirá la identificación por lo menos tres veces cada 30 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

3.4.5.4 La frecuencia del tomo de modulación usado para la identificación será de 1020 Hz \pm 50 Hz ó de 400 Hz \pm 25 Hz.

3.4.5.4.1 El reconocimiento del hecho del que los modernos receptores de ADF de banda estrecha tienen características de selectividad mejorada, requiere que se considere que, en la medida que la atenuación de audio de esos receptores da por resultado una reducción de la profundidad efectiva de modulación de la señal, se reduce consiguientemente la distancia a la cual se obtiene identificación satisfactoria. En tales circunstancias se considera que 400 Hz. proporcionarían mejor servicio de identificación que 1020 Hz. Sin embargo, hay pruebas que en condiciones de alto ruido atmosférico, la frecuencia mas alta 1020 Hz. puede proporcionar una señal mas fácilmente legible.

3.4.6 Características de las emisiones

Nota.— Las especificaciones siguientes no tienen por objeto excluir el empleo de modulaciones o tipos de modulación que se puedan utilizar en los NDB además de las especificadas para la identificación simultánea y la modulación por la voz, siempre que estas modulaciones adicionales no afecten materialmente el rendimiento obtenido de los NDB con los radiogoniómetros de a bordo que se usan corrientemente y siempre que su uso no produzca interferencia perjudicial a otros servicios NDB.

3.4.6.1 Excepto lo dispuesto en 3.4.6.1.1 todos los NDB radiarán una portadora ininterrumpida y se identificarán por interrupción de un tono de modulación de amplitud (NON/A2A).



3.4.6.1.1 Los NDB que no se empleen total o parcialmente como ayudas para la espera, aproximación y aterrizaje, o los que tengan una zona de servicio clasificada de un radio medio menor de 92,7 km (50 NM), podrán identificarse por manipulación que interrumpa la portadora no modulada (NON/A1A) si se encuentran en áreas de mucha densidad de radiofaros y donde no sea posible lograr la zona de servicio clasificada debido a:

- a) interferencia de las estaciones de radio;
- b) mucho ruido atmosférico;
- c) condiciones locales.

Nota.— Al seleccionar los tipos de emisión, tendrá que tenerse presente la posibilidad de confusión resultante de que una aeronave pase de la sintonía de una instalación NON/A2A a la de otra instalación NON/A1A, sin cambiar el radiocompás de “MCW” a “CW” (“onda continua modulada” a “onda continua”).

3.4.6.2 En todo NDB identificado por manipulación que interrumpa un tono de audio de modulación, la profundidad de modulación se mantendrá lo más cerca posible del 95%.

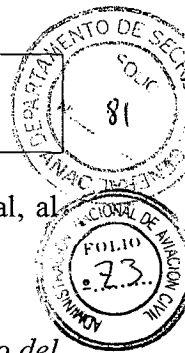
3.4.6.3 En todo NDB identificado por manipulación que interrumpa un tono audio de modulación, las características de la emisión durante la identificación serán tales que se logre identificación satisfactoria en el límite de su cobertura nominal.

Nota 1.— Los requisitos anteriores exigirán el porcentaje de modulación más elevado posible, así como el mantenimiento de una potencia adecuada de la portadora radiada durante la identificación.

Nota 2.— Con un paso de banda del radiogoniómetro de ± 3 kHz respecto a la portadora, una relación de señal ruido de 6 dB en el límite de la zona de servicio clasificada, satisfará, en general, el requisito anterior.

Nota 3.— En 6.4 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figuran algunas consideraciones respecto a la profundidad de modulación.

3.4.6.4 Recomendación.— No debería disminuir la potencia de la portadora de un NDB con emisiones NON/A2A, cuando se radie la señal de identificación, salvo en el caso de un NDB cuya zona de servicio clasificada tenga un radio medio superior a 92,7 km (50 NM), en que podrá aceptarse una disminución no superior a 1,5 dB.



3.4.6.5 Las modulaciones no deseadas de la radiofrecuencia no llegarán, en total, al 5% de la amplitud de la portadora.

Nota.— Se podrá menoscabar seriamente el funcionamiento satisfactorio del equipo radiogoniométrico automático (ADF) si la emisión del radiofaro contiene modulación por una audiofrecuencia igual o muy próxima a la frecuencia de conmutación del cuadro o a su segunda armónica. Las frecuencias de conmutación del cuadro en el equipo utilizado corrientemente, están comprendidas entre 30 y 120 Hz.

3.4.6.6 La anchura de banda de las emisiones y el nivel de las radiaciones no esenciales, se mantendrán al valor más bajo que permita el estado de la técnica y la naturaleza del servicio.

Nota.— El Artículo S.3 del Reglamento de radiocomunicaciones de la UIT contiene disposiciones generales sobre las características técnicas de los equipos y de las emisiones. El Reglamento de Radiocomunicaciones contiene disposiciones generales relativas a la anchura de banda permitida, la tolerancia de frecuencias y las emisiones no esenciales (véanse los Apéndices APS1, APS2 y APS3).

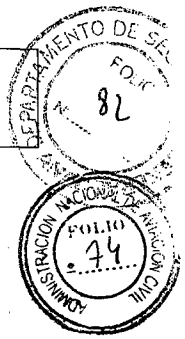
3.4.7 Emplazamiento de los radiofaros de localización

3.4.7.1 Recomendación.— Cuando se empleen radiofaros de localización como complemento del ILS, su emplazamiento debería ser el de las radiobalizas exterior o intermedia. Cuando sólo se use un radiofaro de localización como complemento del ILS, debería emplazarse preferentemente en el mismo punto que la radiobaliza exterior. Cuando los radiofaros de localización se empleen como ayuda para la aproximación final, sin que exista ningún ILS, deberían seleccionarse emplazamientos equivalentes a los que se usan cuando se instala un ILS, teniendo en cuenta las pertinentes disposiciones acerca del margen sobre los obstáculos, de los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (Doc 8168).

3.4.7.2 Recomendación.— Cuando se instalan radio faros de localización en las posiciones de las radiobalizas intermedia y exterior, siempre que sea factible deberían estar situados a un mismo lado de la prolongación del eje de la pista, para que la trayectoria entre los radiofaros de localización sea lo más paralela posible a dicho eje.

3.4.8 Equipo monitor

3.4.8.1 Para cada NDB se suministrarán medios de control adecuados que puedan detectar cualquiera de las condiciones siguientes, en un lugar apropiado:



- a) disminución de la potencia de la portadora radiada de más del 50% del valor necesario para obtener la zona de servicio clasificada;
- b) falla de transmisión de la señal de identificación;
- c) funcionamiento defectuoso o falla de los medios de control.

3.4.8.2 **Recomendación.**— Cuando un NDB funcione con una fuente de energía que tenga una frecuencia próxima a las de conmutación del equipo ADF de a bordo, y cuando las características del NDB sean tales que es probable que la frecuencia de la fuente de alimentación aparezca en la emisión como un producto de modulación, los medios de control deberían poder detectar, en la portadora, tal modulación causada por la fuente de energía, cuando exceda del 5%.

3.4.8.3 Durante las horas de servicio de un radiofaro de localización, los medios de control deberán proporcionar comprobación constante del funcionamiento del mismo, según se prescribe en 3.4.8.1 a), b) y c).

3.4.8.4 **Recomendación.**— Durante las horas de servicio de un NDB que no sea un radiofaro de localización, los medios de control deberían proporcionar comprobación constante del funcionamiento del NDB, según se prescribe en 3.4.8.1 a), b) y c).

Nota.— En 6.6 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto de orientación sobre la comprobación del NDB.

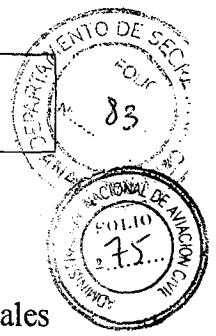
3.5 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME)

Nota.— En la Sección siguiente se ha previsto un solo tipo de instalación DME: DME/N.

3.5.1 Definiciones

Amplitud del impulso. Tensión máxima de la envolvente del impulso, es decir, A en la Figura 3-14.

Búsqueda. Condición que existe cuando el interrogador del DME intenta adquirir del transpondedor seleccionado, y enganchar, la respuesta a sus propias interrogaciones.



Código del impulso. Método para distinguir entre los modos W, X, Y y Z.

DME/N. Equipo radiotelemétrico, principalmente para servir las necesidades operacionales de la navegación en ruta o TMA, donde la "N" identifica las características de espectro estrecho.

Duración del impulso. Intervalo de tiempo entre los puntos de amplitud 50% de los bordes anterior y posterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos b y f de la Figura 3-14.

Eficacia del sistema. El cociente entre el número de respuestas válidas procesadas por el interrogador y el total de sus propias interrogaciones.

Eficacia de respuesta. El cociente entre el número de respuestas transmitidas por el transpondedor y el total de interrogaciones válidas recibidas.

Error a lo largo de la trayectoria (PFE). Aquella parte del error de señal de guía que puede hacer que la aeronave se desplace del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados (véase 3.11 del Anexo 10 de la OACI Volumen I).

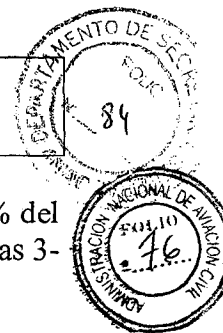
Modos W, X, Y, Z. Método de codificación de las transmisiones del DME mediante separación en el tiempo de los impulsos de un par, de modo que cada frecuencia pueda utilizarse más de una vez.

Origen virtual. Punto en el cual la línea recta que pasa por los puntos de amplitud 30% y 5% del borde anterior del impulso corta al eje de amplitud 0% (véase la Figura 3-15).

Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE). Producto de la potencia suministrada a la antena transmisora por la ganancia de antena en una dirección determinada en relación con una antena isotrópica (ganancia absoluta o isotrópica).

Seguimiento. Condición que existe cuando el interrogador del DME ha enganchado respuestas a sus propias interrogaciones, y proporciona medición de distancia (telemetría) en forma continua.

Tiempo de aumento del impulso. Tiempo medido entre los puntos de amplitud 10% y 90% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos a y c de la Figura 3-14.



Tiempo de aumento parcial. Tiempo medido entre los puntos de amplitud 5% y 30% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos h e i de las Figuras 3-14 y 3-15.

Tiempo de disminución del impulso. Tiempo medido entre los puntos de amplitud 90% y 10% del borde posterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos e y g de la Figura 3-14.

Tiempo de trabajo. Tiempo durante el cual se está transmitiendo un punto o raya de un carácter en código Morse.

Tiempo muerto DME. Un período que sigue inmediatamente a la decodificación de una interrogación válida durante el cual la interrogación recibida no dará origen a una respuesta.

Nota.— El objetivo del tiempo muerto es evitar la respuesta del transpondedor a ecos que sean efecto de trayectos múltiples.

Velocidad de transmisión. Promedio del número de pares de impulsos por segundo transmitidos por el transpondedor.

3.5.2 Generalidades

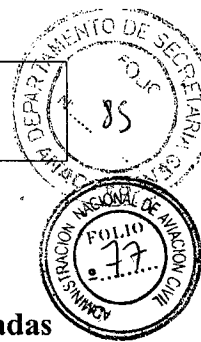
3.5.2.1 El sistema DME proporcionará una indicación continua y precisa en la cabina de mando de la distancia oblicua que existe entre la aeronave equipada al efecto y un punto de referencia en tierra provisto del equipo pertinente.

3.5.2.2 El sistema comprenderá dos partes básicas, una instalada en la aeronave y la otra en tierra. La parte instalada en la aeronave se llamará interrogador y la de tierra transpondedor.

3.5.2.3 Al funcionar, los interrogadores interrogarán a los transpondedores, los cuales a su vez transmitirán a la aeronave respuestas sincronizadas con las interrogaciones, obteniéndose así la medición exacta de la distancia.

3.5.2.4 Cuando un DME se asocie con un ILS o un VOR a fin de que constituyan una sola instalación:

- a) funcionarán en pares de frecuencias normalizados de conformidad con 3.5.3.3.5;
- b) tendrán un emplazamiento común dentro de los límites prescritos en 3.5.2.5; y
- c) cumplirán con las disposiciones sobre identificación, de 3.5.3.6.4.



3.5.2.5 Límites de emplazamiento común para las instalaciones DME asociadas con instalaciones ILS o VOR.

3.5.2.5.1 Las instalaciones asociadas VOR y DME tendrán un emplazamiento común de conformidad con lo siguiente:

a) en las instalaciones que se utilizan en áreas terminales para fines de aproximación u otros procedimientos en los que se exige la máxima precisión del sistema para determinar la posición, la separación de las antenas del VOR y del DME no excederá de 80 m (260 ft); y

b) para fines distintos de los indicados en a), la separación de las antenas del VOR y del DME no excederá de 600 m (2 000 ft).

3.5.2.5.2 Asociación del DME con el ILS

Nota.— En 2.11 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se proporciona orientación sobre la asociación del DME con el ILS.

3.5.3 Características del sistema

3.5.3.1 Actuación

3.5.3.1.1 **Alcance.** El sistema proporcionará un medio para medir la distancia oblicua desde una aeronave hasta un transpondedor elegido, hasta el límite de la cobertura prescrita por los requisitos operacionales de dicho transpondedor.

3.5.3.1.2 Cobertura

3.5.3.1.2.1 Cuando el DME/N esté asociado con un VOR, la cobertura será por lo menos la del VOR, en la medida de lo posible.

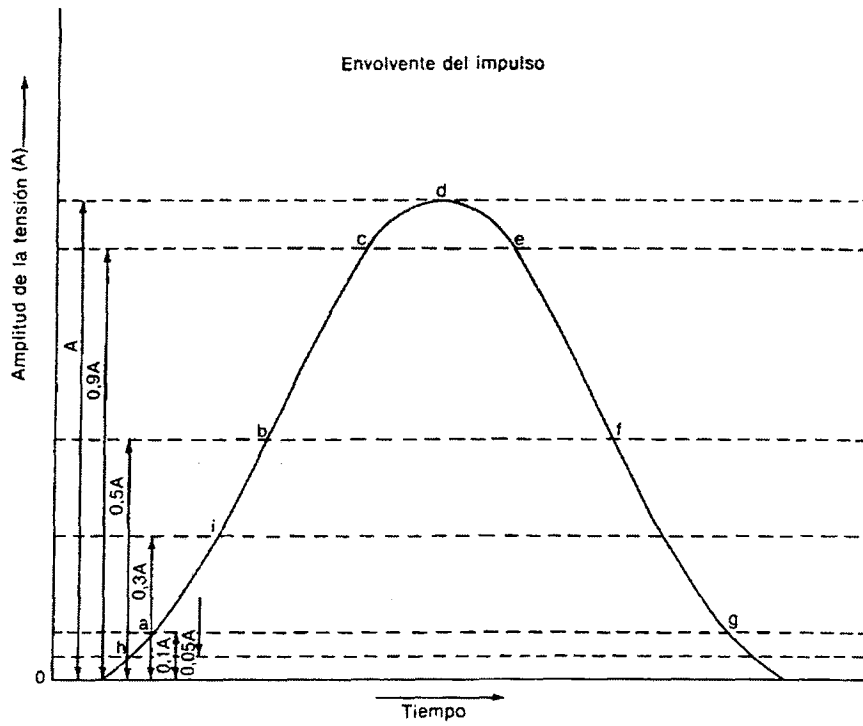
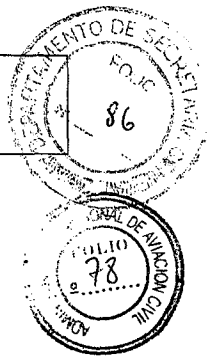


Figura 3.14

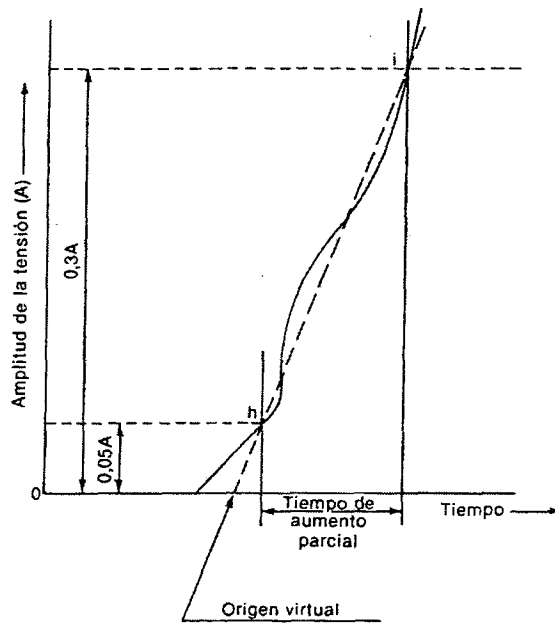


Figura 3.15

3.5.3.1.2.2 Cuando el DME esté asociado a un ILS, la cobertura correspondiente será por lo menos la del ILS respectivo.



Nota.— No se trata de determinar hasta qué distancia puede usarse el sistema en las operaciones ni la cobertura; el espaciado entre las instalaciones de que actualmente se dispone puede limitar el alcance en ciertas áreas.

3.5.3.1.3 Precisión

3.5.3.1.3.1 Precisión del sistema. Las normas de precisión que se especifican en 3.5.4.5 y 3.5.5.4 serán satisfechas con una probabilidad del 95%.

3.5.3.2 **Radiofrecuencias y polarización.** El sistema trabajará con la polarización vertical en la banda de frecuencias de 960 a 1215 MHz. Las frecuencias de interrogación y de respuesta se asignarán con 1 MHz de separación entre canales.

3.5.3.3 Canales

3.5.3.3.1 Los canales DME en operación se formarán por pares de frecuencias de interrogación y respuesta y por codificación de impulsos en los pares de frecuencias.

3.5.3.3.2 Anulado.

3.5.3.3.3 Los canales DME en operación se escogerán de la Tabla A al final del capítulo 3 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, de 352 canales, en la que se asignan los números de canal, las frecuencias y los códigos de impulso.

3.5.3.3.4 Asignación de canales de área

3.5.3.3.4.1 El número de canal DME en operación que se usará en un área determinada se decidirá regionalmente.

Nota— Las normas y métodos recomendados sobre la utilización de la banda de frecuencias DME de 960 – 1215 MHz figuran en el Capítulo 4 del Anexo 10 de la OACI, Volumen V.

3.5.3.3.4.2 Los canales determinados de operación DME que se asignen en tal área especificada se decidirán también regionalmente, teniendo en cuenta los requisitos estipulados para la protección de canales comunes y canales adyacentes.



3.5.3.3.4.3 Recomendación.— La coordinación de las asignaciones de canales DME debería hacerse por conducto de la OACI.

Nota.— Las párrafos anteriores permiten el uso de interrogadores DME de a bordo que tengan menos del número total de canales de operación, cuando así se desee.

3.5.3.3.5 **Agrupación de los canales en pares.** Cuando los transpondedores DME tengan que trabajar en combinación con una sola instalación VHF para la navegación en la banda de frecuencias de 108 a 117, 95 MHz, el canal DME en operación formará un par con la frecuencia del canal VHF, según se indica en la Tabla A al final del capítulo 3 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.5.3.4 Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación

3.5.3.4.1 DME/N. El promedio de la frecuencia de repetición de los impulsos del interrogador no excederá de 30 pares de impulsos por segundo, basándose en la suposición de que el 95% del tiempo por lo menos se ocupa en el seguimiento.

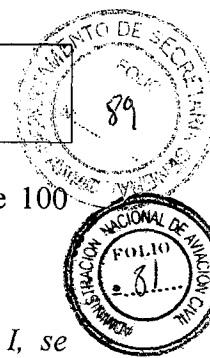
3.5.3.4.2 DME/N. Si se desea disminuir el tiempo de búsqueda, puede aumentarse la frecuencia de repetición de los impulsos durante la búsqueda. Pero dicha frecuencia de repetición no excederá de 150 pares de impulsos por segundo.

3.5.3.4.3 DME/N. Recomendación.— Después que se hayan transmitido 15000 pares de impulsos sin obtener indicación de distancia, la frecuencia de repetición de los impulsos no debería exceder de 60 pares de impulsos por segundo desde este momento hasta que se cambie el canal de operación, o se complete satisfactoriamente la búsqueda.

3.5.3.4.4 DME/N. Para instalaciones de equipamiento nuevo, a partir del 1° de enero de 2007, si después de un período de 30 s. no se ha establecido seguimiento, la frecuencia de repetición de pares de impulsos no excederá de 30 pares de impulsos por segundo a partir de ese momento.

3.5.3.5 Número de aeronaves que puede atender el sistema

3.5.3.5.1 La capacidad de los transpondedores utilizados en un área será la adecuada para el tránsito máximo de esa área o de 100 aeronaves, escogiendo el valor más bajo de estos dos.



3.5.3.5.2 Recomendación.— En las áreas en que el tránsito máximo exceda de 100 aeronaves, el transpondedor debería ser capaz de atender dicho tránsito.

Nota.— En 7.1.5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI Volumen I, se proporciona texto de orientación sobre el número de aeronaves que pueden atenderse.

3.5.3.6 Identificación del transpondedor

3.5.3.6.1 Todos los transpondedores transmitirán una señal de identificación en una de las siguientes formas requeridas por 3.5.3.6.5:

a) una identificación “independiente” que conste de impulsos de identificación codificadas (Código Morse Internacional) que pueda usarse con todos los transpondedores:

b) una señal “asociada” que pueda usarse por los transpondedores combinados directamente con una instalación VHF de navegación (ILS o VOR) que transmita ella misma una señal de identificación.

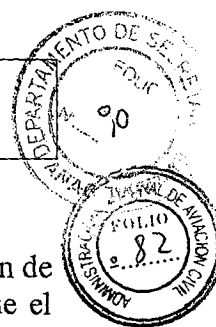
3.5.3.6.2 En ambos sistemas de identificación se emplearán señales que consistirán en la transmisión, durante un período apropiado, de una serie de pares de impulsos transmitidos repetidamente a razón de 1350 pares de impulsos por segundo, y que temporalmente sustituirán a todos los impulsos de respuesta que normalmente se producirán en ese momento, salvo lo que se indica en 3.5.3.6.2.2. Estos impulsos tendrán características similares a las de los demás impulsos de las señales de respuesta.

3.5.3.6.2.1 DME/N. Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

3.5.3.6.2.2 DME/N. Recomendación.— Si se desea mantener un ciclo de trabajo constante, debería transmitirse un par de impulsos igualadores, que tengan las mismas características que los pares de impulsos de identificación, $100 \mu s \pm 10 \mu s$ después de cada par de identificación.

3.5.3.6.3 Las características de la señal independiente” de identificación serán como sigue:

a) la señal de identificación consistirá en la transmisión del código del radiofaro en forma de puntos y rayas (Código Morse Internacional) de impulsos de identificación, por lo menos una vez cada 40 s a la velocidad de por lo menos 6 palabras por minuto: y



b) la característica del código de identificación y la velocidad de transmisión de letras del transpondedor DME se ajustará a lo siguiente para asegurar que el tiempo máximo total en que esté el manipulador cerrado no exceda de 5 s por grupo de código de identificación. Los puntos tendrán una duración de 0,1 a 0,160 s. La duración tipo de las rayas será tres veces mayor que la duración de los puntos. La duración entre puntos o rayas o entre ambos, será igual a la de un punto más o menos 10%. El tiempo de duración entre letras o números no será menor de tres puntos. El período total de transmisión de un grupo de código de identificación no excederá de 10 s.

Nota.— El tono de la señal de identificación se transmitirá a un ritmo de repetición de 1350 pares de impulsos por segundo. Esta frecuencia puede utilizarse directamente en el equipo de a bordo como salida audible para el piloto, o pueden generarse otras frecuencias a opción del constructor del interrogador (véase 3.5.3.6.2).

3.5.3.6.4 Las características de la señal “asociada” serán como sigue:

a) cuando se trate de una señal asociada con una instalación VHF, la identificación se transmitirá en forma de puntos y rayas (Código Morse Internacional), según se indica en 3.5.3.6.3, y se sincronizará con el código de identificación de la instalación VHF;

b) cada intervalo de 40 s se subdividirá en cuatro o más períodos iguales, transmitiéndose la identificación del transpondedor solamente durante uno de estos períodos y la identificación de la instalación asociada VHF durante los restantes períodos;

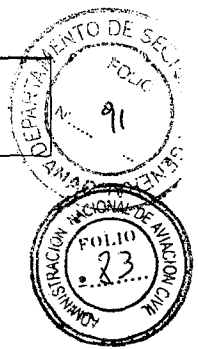
3.5.3.6.5 Aplicación de la identificación

3.5.3.6.5.1 El código de identificación “independiente” se empleará siempre que un transpondedor no esté asociado directamente con una instalación VHF de navegación.

3.5.3.6.5.2 Siempre que un transpondedor este asociado específicamente con una instalación VHF de navegación, se suministrará la identificación en el código asociado.

3.5.3.6.5.3 Mientras se estén transmitiendo comunicaciones en radiotelefonía por una instalación VHF (VOR) de navegación asociada, no se suprimirá la señal “asociada” del transpondedor.

3.5.4 Detalle de las características técnicas del transpondedor y equipo de control correspondiente



3.5.4.1 Transmisor

3.5.4.1.1 **Frecuencia de operación.** El transpondedor transmitirá en la frecuencia de respuesta adecuada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

3.5.4.1.2 **Estabilidad de frecuencia.** La radiofrecuencia de operación no variará más de 0,002% en más o en menos de la frecuencia asignada.

Nota: Para instalaciones de equipos nuevos a partir del 1° de enero de 2007, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,001\%$.

3.5.4.1.3 **Forma y espectro del impulso.** Lo siguiente se aplicará a todos los impulsos radiados.

a) Tiempo de aumento del impulso.

DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 μ s.

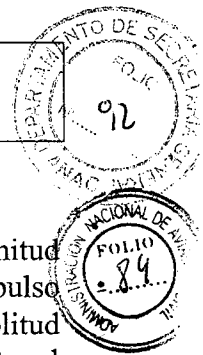
b) La duración del impulso será de 3,5 μ s más o menos 0,5 μ s.

c) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de 2,5 μ s, pero no excederá de 3,5 μ s.

d) La amplitud instantánea del impulso entre el punto del borde anterior que tiene 95% de la amplitud máxima y el punto del borde posterior que tiene el 95% de la amplitud máxima, no tendrá, en ningún momento, un valor inferior al 95% de la amplitud máxima de tensión del impulso.

e) Para el DME/N, el espectro de la señal modulada por impulso será tal que durante el impulso la PIRE contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 0,8 MHz por encima y 0,8 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal, no exceda en cada caso, de 200 mW, y la PIRE contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz por encima y 2 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal no exceda en cada caso de 2 mW. La PIRE contenida en cualquier banda de 0,5 MHz disminuirá monótonamente a medida que la frecuencia central de la banda se aparte de la frecuencia nominal del canal.

Nota.— En el documento EUROCAE ED-57 (incluida la Enmienda N° 1), figuran textos de orientación relativos a la medición del espectro de los impulsos.



f) Para aplicar correctamente las técnicas de fijación de umbrales, la magnitud instantánea de las señales transitorias que acompañan la activación del impulso y que ocurren antes del origen virtual, serán inferiores al 1% de la amplitud máxima del impulso. El proceso de activación no se iniciará durante el microsegundo anterior al origen virtual.

Nota 1.— El tiempo “durante el impulso” comprende el intervalo total desde el comienzo de la transmisión del impulso hasta su finalización. Por razones prácticas este intervalo puede medirse entre los puntos de 5% en los frentes anterior y posterior de la envolvente del impulso.

Nota 2.— La potencia contenida en las bandas de frecuencia especificadas en 3.5.4.1.3 e) anterior es la potencia media durante el impulso. La potencia media de una banda de frecuencia determinada es el cociente entre la energía contenida en esta banda de frecuencia y el tiempo de transmisión del impulso, con arreglo a la Nota 1.

3.5.4.1.4 Separación entre impulsos

3.5.4.1.4.1 La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla en 3.5.4.4.1.

3.5.4.1.4.2 DME/N. La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0.25 \mu\text{s}$.

3.5.4.1.4.3 DME/N. Recomendación.— La tolerancia de la separación entre los impulsos del DME/N debería ser de $\pm 0,10 \mu\text{s}$.

3.5.4.1.4.4 Las separaciones entre los impulsos se medirán entre los puntos a mitad de la tensión del borde anterior de los impulsos.

3.5.4.1.5 Potencia máxima de salida

3.5.4.1.5.1 DME/N. Recomendación.— La PIRE de cresta no debería ser inferior a la que se requiere para asegurar una densidad máxima de potencia de impulso (valor medio), de aproximadamente -83 dBW/m^2 al nivel y alcance de servicio máximo especificado.

3.5.4.1.5.2 DME/N. La potencia isotrópica radiada equivalente de cresta no será inferior a la que se requiere para asegurar una densidad de potencia de impulso de cresta de -89 dBW/m^2 en todas las condiciones meteorológicas de operación y en todo punto dentro de la cobertura especificada en 3.5.3.1.2.



Nota.— Si bien la norma de 3.5.4.1.5.2 implica contar con una sensibilidad mejorada en el receptor del interrogador, se tiene la intención de que la densidad de potencia especificada en 3.5.4.1.5.1 esté disponible en el máximo alcance y en el máximo nivel de servicio especificado.

3.5.4.1.5.3 Anulado.

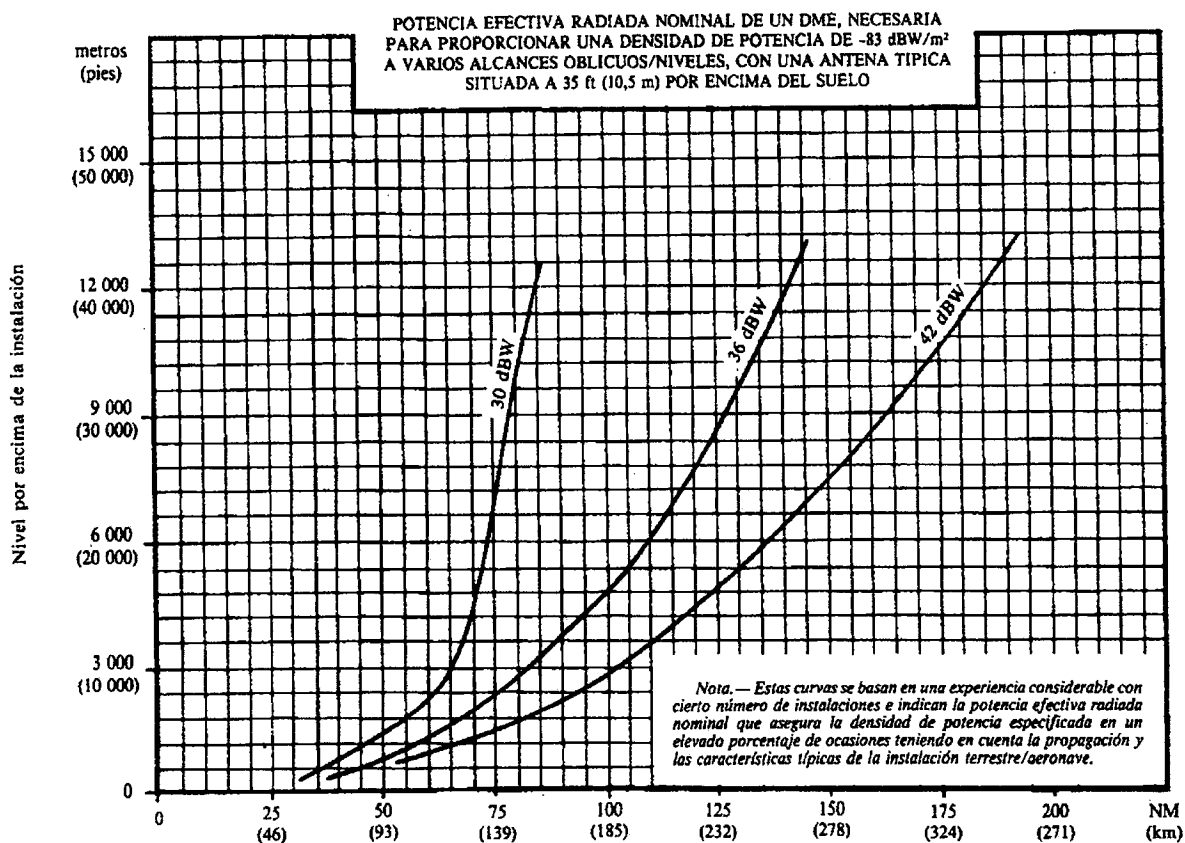
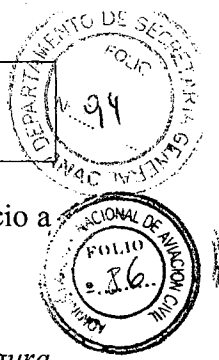


Figura 3.16 – Distancia de alcance oblicuo desde la antena DME.

Nota.— En 7.2.1 y 7.3.8 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figuran textos de orientación relativos a la PRA.

3.5.4.1.5.4 La potencia de cresta de los impulsos constituyentes de todo par de impulsos no diferirá más de 1 dB.

3.5.4.1.5.5 Recomendación.— La capacidad de respuestas del transmisor debería ser tal que el transpondedor pueda mantenerse en operación continua a una velocidad de



transmisión constante de 2700 ± 90 pares de impulsos por segundo (si se ha de dar servicio a 100 aeronaves).

Nota.— En 7.1.5 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura texto de orientación sobre la relación entre el número de aeronaves y la velocidad de transmisión.

3.5.4.1.5.6 El transmisor trabajará a una velocidad de transmisión de servicio, incluso pares de impulsos distribuidos al azar y pares de impulsos de respuesta de distancia, de no menos de 700 pares de impulsos por segundo excepto durante la identificación. La velocidad de transmisión mínima se acercará tanto como sea posible a los 700 pares de impulsos por segundo.

Nota.— Operar los transpondedores DME con velocidades de transmisión estables cercanas a 700 pares de pulsos por segundo reducirá al mínimo los efectos de interferencia de pulso, particularmente en otros servicios de aviación como el GNSS

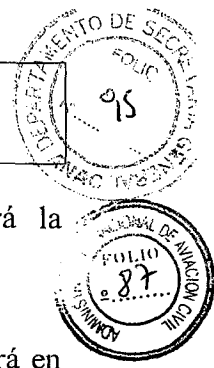
3.5.4.1.6 **Radiación espuria.** Durante los intervalos entre la transmisión de cada uno de los impulsos, la potencia espuria recibida y medida en un receptor que tenga las mismas características que el receptor del transpondedor, pero esté sintonizado a cualquier frecuencia de interrogación o respuesta DME, será mayor de 50 dB por debajo de la potencia de cresta del impulso recibido y medido en el mismo receptor sintonizado a la frecuencia de respuesta en uso durante la transmisión de los impulsos requeridos. Esta disposición se refiere a todas las transmisiones espurias, incluso a la interferencia del modulador y eléctrica.

3.5.4.1.6.1 DME/N. Para sistemas nuevos instalados por primera vez a partir del 1° de enero de 2007, el nivel de potencia espuria especificado en 3.5.4.1.6 anterior será más de 80dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

3.5.4.1.6.2 *Radiación espuria fuera de banda.* En todas las frecuencias desde 10 a 1800 MHz, excluyendo la banda de frecuencia de 960 a 1215 MHz, la salida espuria del transmisor del transpondedor DME no excederá de -40 dBm en cualquier banda de receptor de 1 kHz.

3.5.4.1.6.3 La potencia isotrópica radiada equivalente a todos los armónicos CW de la frecuencia portadora en cualquier canal de operación DME no excederá de -10 dBm.

3.5.4.2 Receptor



3.5.4.2.1 **Frecuencia de operación.** La frecuencia central del receptor será la frecuencia de interrogación apropiada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

3.5.4.2.2 **Estabilidad de frecuencia.** La frecuencia central del receptor no variará en más de $\pm 0,002\%$ de la frecuencia asignada.

3.5.4.2.3 Sensibilidad del transpondedor

3.5.4.2.3.1 En ausencia de todos los pares de impulsos de interrogación, con la excepción de aquellos necesarios para llevar a cabo las mediciones de sensibilidad, los pares de impulsos de la interrogación con la separación y la frecuencia nominales correctas, accionarán al transpondedor si la densidad de potencia de cresta en la antena del transpondedor es de por lo menos:

- a) -103 dBW/m² para el DME/N, con un alcance de cobertura de más de 56 km (30 NM);
- b) -93 dBW/m² para el DME/N con un alcance de cobertura de no más de 56 km (30 NM).

3.5.4.2.3.2 Las densidades mínimas de potencia especificadas en 3.5.4.2.3.1 originarán una respuesta de transpondedor con una eficacia de por lo menos:

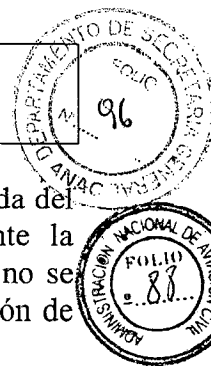
- a) 70% para el DME/N;

3.5.4.2.3.3 Gama dinámica del DME/N. Deberá mantenerse el rendimiento del transpondedor cuando la densidad de potencia de la señal de interrogación en la antena del transpondedor tenga un valor comprendido entre el mínimo especificado en 3.5.4.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m² si se instala con el ILS y de -35 dBW/m² si se instala para otros fines.

3.5.4.2.3.4 El nivel de sensibilidad no variará más de 1 dB para cargas del transpondedor comprendidas entre 0 y 90% de su velocidad máxima de transmisión.

3.5.4.2.3.5 DME/N. Cuando la separación de un par de impulsos de interrogación se aparte del valor nominal en hasta ± 1 μ s, la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1 dB.

3.5.4.2.4 Limitación de la carga



3.5.4.2.4.1 **DMEN/N. Recomendación.**— Cuando la carga del transpondedor exceda del 90% de la velocidad máxima de transmisión, debería reducirse automáticamente la sensibilidad del receptor a fin de limitar las respuestas del transpondedor, para que no se exceda nunca la velocidad máxima de transmisión admisible. (El margen de reducción de ganancia debería ser por lo menos de 50 dB.)

3.5.4.2.5 **Ruido.** Cuando se interroge al receptor a las densidades de potencia especificadas en 3.5.4.2.3.1 para producir una velocidad de transmisión igual al 90% de la máxima, los pares de impulsos generados por el ruido no excederán del 5% de la velocidad de transmisión máxima.

3.5.4.2.6 Anchura de banda

3.5.4.2.6.1 La anchura de banda mínima admisible en el receptor será tal que el nivel de sensibilidad del transpondedor no se reduzca en más de 3 dB cuando la variación total del receptor se añade a una variación de frecuencia de la interrogación recibida de ± 100 kHz.

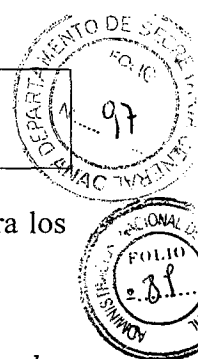
3.5.4.2.6.2 **DME/N.** La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de la especificación 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.5.1.3.

3.5.4.2.6.3 Las señales que difieran en más de 900 kHz de la frecuencia nominal del canal deseado y que tengan densidades de potencia hasta los valores especificados en 3.5.4.2.3.3 para el DME/N, no activarán el transpondedor. Las señales que lleguen a la frecuencia intermedia serán suprimidas por lo menos en 80dB. Las demás respuestas o señales espurias dentro de la banda de 960 a 1215 MHz, y las frecuencias imagen se suprimirán por lo menos en 75 dB.

3.5.4.2.7 **Tiempo de restablecimiento.** Dentro de los 8 μ s siguientes a la recepción de una señal de entre 0 y 60dB sobre el nivel mínimo de sensibilidad, dicho nivel del transpondedor para una señal deseada quedará dentro de 3 dB del valor obtenido a falta de señales. Este requisito se satisfará con la inactividad de los circuitos supresores de eco, si los hubiere. Los 8 μ s deben medirse entre los puntos de tensión media de los bordes anteriores de las dos señales, ajustándose ambas en su forma a las especificaciones estipuladas en 3.5.5.1.3.

3.5.4.2.8 **Radiaciones espurias.** La radiación de cualquier parte del receptor o de los circuitos conectados a él satisfará los requisitos estipulados en 3.5.4.1.6.

3.5.4.2.9 Supresión de CW y de ecos



Recomendación.— La supresión de CW y de ecos debería ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

Nota.— A este respecto, se entiende por ecos las señales no deseadas originadas por la transmisión por diferentes vías (reflexiones, etc.).

3.5.4.2.10 Protección contra la interferencia

Recomendación.— La protección contra la interferencia fuera de la banda de frecuencias DME debería ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

3.5.4.3 Decodificación

3.5.4.3.1 El transpondedor incluirá un circuito decodificador de forma que el transpondedor sólo se pueda activar cuando reciba pares de impulsos que tengan duración y separaciones apropiadas a las señales del interrogador, como se describe en 3.5.5.1.3 y 3.5.5.1.4.

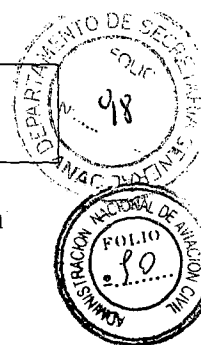
3.5.4.3.2 Las características del circuito decodificador no se verán alteradas por las señales que lleguen antes, entre, o después de los impulsos constituyentes de un par que tenga espaciado correcto.

3.5.4.3.3 DME/N - Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación con separación de $\pm 2 \mu s$, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en 3.5.4.2.3.3, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

3.5.4.4 Retardo de tiempo

3.5.4.4.1 Cuando el DME esté asociado solamente con una instalación VHF, el retardo de tiempo será el intervalo entre el punto a mitad de voltaje del frente anterior del primer impulso constituyente del par de interrogación, y el punto a mitad del voltaje del frente anterior del primer impulso constituyente de la transmisión de respuesta, y este retardo será de conformidad con la tabla siguiente, cuando se desee que los interrogadores de las aeronaves indiquen la distancia desde el emplazamiento del transpondedor.

Sufijo	Modo de	Separación entre pares de impulsos (μs)		Retardo (μs)	
		Interro-	Res-	1er Impulso	2do Impulso



de canal	funcionamiento	gación	puesta	Temporización	Temporización
X	DME/N	12	12	50	50
Y	DME/N	36	30	56	50

3.5.4.4.2 Recomendación.— Para el DME/N. el retardo del transpondedor debería poderse ajustar a un valor apropiado entre el valor nominal del retardo menos 15 μ s y el valor nominal del retardo, para que los interrogadores de las aeronaves puedan indicar la distancia cero a un punto específico que esté alejado del emplazamiento del transpondedor.

Nota.— Aquellos modos que no permitan disponer del margen completo de 15 μ s de ajuste del retardo del transpondedor pueden ajustarse solamente hasta los límites fijados por el retardo del circuito de transpondedor y por el tiempo de restablecimiento.

3.5.4.4.3 DME/N. El retardo será el intervalo entre el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso del par de interrogación y el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso de la transmisión de respuesta.

3.5.4.4.4 DME/N. Recomendación.— Los transpondedores deberían estar emplazados lo más cerca posible del punto en que se requiere la indicación cero.

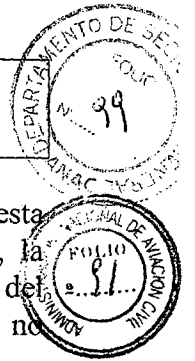
Nota — Es conveniente que el radio de esfera en la superficie de la cual se da la indicación cero sea lo más pequeño posible a fin de mantener al mínimo la zona de ambigüedad.

3.5.4.5 Precisión

3.5.4.5.1 DME/N. El transpondedor no contribuirá con un error mayor de $\pm 1 \mu$ s [150 m (500 ft)] al error total del sistema.

3.5.4.5.1.1 DME/N. **Recomendación.**—La contribución al error total del sistema debido a la combinación de errores del transpondedor, errores de coordenadas de emplazamiento del transpondedor, efectos de propagación y efectos de interferencia de pulsos aleatorios no debería ser superior a ± 340 m (0,183 NM) más 1,25% de la distancia medida.

Nota.— Este límite de contribución de errores incluye aquéllos debidos a todas las causas, a excepción del equipo de a bordo y supone que este equipo mide el retardo basándose en el primer pulso constituyente de un par de pulsos.



3.5.4.5.1.2 DME/N. Para sistemas nuevos instalados por primera vez a partir de la puesta en vigencia de la Enmienda N° 02 al presente Manual (1° de noviembre de 2009), la combinación de errores del transpondedor, errores de coordenadas del emplazamiento del transpondedor, efectos de propagación y efectos de interferencia de pulsos aleatorios no deberá contribuir con un error superior a ± 185 m (0,1 NM) al error total del sistema.

Nota. — Este límite de contribución de errores incluye aquéllos debidos a todas las causas, a excepción del equipo de a bordo y supone que este equipo mide el retardo basándose en el primer pulso constituyente de un par de pulsos.

3.5.4.5.2 DME/N. Para sistemas nuevos instalados por primera vez a partir del 1° de enero de 2007, el transpondedor asociado a una ayuda para el aterrizaje no contribuirá con un error mayor de ± 0.5 μ s [75 m (250 ft)] al error total del sistema.

3.5.4.6 Rendimiento

3.5.4.6.1 El rendimiento de respuesta del transpondedor será de por lo menos el 70% en el caso del DME/N para todos los valores de carga del transpondedor, hasta la carga correspondiente a 3.5.3.5 y para el nivel mínimo de sensibilidad especificado en 3.5.4.2.3.1 y 3.5.4.2.3.4.

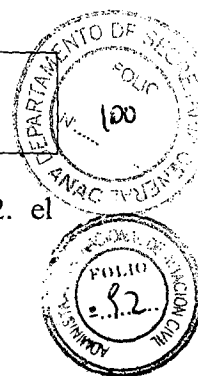
Nota.— Cuando se considere el valor de eficacia de respuesta del transpondedor, ha de tenerse en cuenta el tiempo muerto del DME y la carga correspondiente a la función monitora.

3.5.4.6.2 Tiempo muerto del transpondedor. El receptor del transpondedor quedará inactivo durante un período que normalmente no exceda de 60 μ s después de la decodificación de una interrogación válida. En casos extremos cuando el emplazamiento geográfico del transpondedor sea tal que haya problemas de reflexión indeseables, podrá aumentarse el tiempo muerto pero solamente lo mínimo necesario para permitir la supresión de ecos del DME/N.

3.5.4.7 Supervisión y control

3.5.4.7.1 Se proporcionarán medios en cada emplazamiento del transpondedor para supervisar y controlar automáticamente el transpondedor en uso.

3.5.4.7.2 Supervisión del DME/N



3.5.4.7.2.1 Si se presenta alguna de las condiciones especificadas en 3.5.4.7.2.2. el equipo monitor hará lo siguiente:

- a) dará una indicación apropiada en un punto de control;
- b) el transpondedor en servicio dejará automáticamente de funcionar;
- c) el transpondedor auxiliar, si se dispone del mismo, se pondrá automáticamente en funcionamiento.

3.5.4.7.2.2 El equipo monitor funcionará en la forma especificada en 3.5.4.7.2.1. si:

- a) el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en $1 \mu\text{s}$ [150m (500 ft)] o más;
- b) para sistemas instalados a partir del 1° de enero de 2007 (equipos nuevos), el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en $0,5 \mu\text{s}$ [75m (250 ft)] o más.

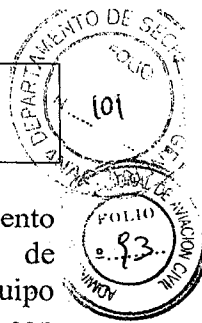
3.5.4.7.2.3 Recomendación.— El equipo monitor debería funcionar en la forma especificada en 3.5.4.7.2.1, si la separación entre el primer y el segundo impulso del par de impulsos del transpondedor difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura a continuación de 3.5.4.4.1 en $1 \mu\text{s}$ o más.

Nota: Para instalaciones de equipos nuevos a partir del 1° de enero de 2008, el equipo monitor deberá funcionar en la forma especificada en 3.5.4.7.2.1, si la separación entre el primer y el segundo impulso del par de impulsos del transpondedor difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura a continuación de 3.5.4.4.1 en $0,5 \mu\text{s}$ o más.

3.5.4.7.2.4 Recomendación.— El equipo monitor debería dar también una indicación apropiada en el punto de control si surge alguna de las condiciones siguientes:

- a) una disminución de 3dB o más en la potencia de salida transmitida por el transpondedor;
- b) una disminución de 6 dB o más en el nivel mínimo de sensibilidad del transpondedor (siempre que esto no se deba a la acción de los circuitos de reducción automática de ganancia del receptor);
- c) variación de las frecuencias del transmisor y receptor del transpondedor fuera del margen de control de los circuitos de referencia .





3.5.4.7.2.5 Se proporcionarán medios a fin de que las condiciones y funcionamiento defectuoso enumerados en 3.5.4.7.2.2, 3.5.4.7.2.3 y 3.5.4.7.2.4 que son objeto de supervisión, puedan persistir por un período determinado antes de que actúe el equipo monitor. Este período será lo más reducido posible, pero no excederá de 10 s, compatible con la necesidad de evitar interrupciones, debidas a efectos transitorios, del servicio suministrado por el transpondedor.

3.5.4.7.2.6 No se activará el transpondedor más de 120 veces por segundo, ya sea para fines de supervisión o de control automático de frecuencia, o de ambos.

3.5.4.7.3 **Falla del equipo monitor.** Las fallas de cualquier componente del equipo monitor producirán, automáticamente, los mismos resultados que se obtendrían del mal funcionamiento del elemento objeto de supervisión.

3.5.5 Características técnicas del interrogador

Nota.— Los incisos siguientes especifican únicamente los parámetros del interrogador que se deben definir para lograr que este:

a) no impida la operación efectiva del sistema DME, por ejemplo, aumentando anormalmente la carga del transpondedor; y

b) pueda dar lecturas precisas de distancia.

3.5.5.1 Transmisor

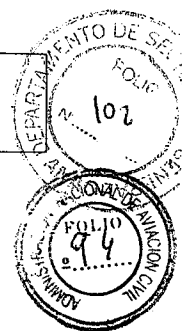
3.5.5.1.1 **Frecuencia de operación.** El interrogador transmitirá en la frecuencia de la interrogación apropiada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

Nota.— Esta especificación no excluye el uso de interrogadores de a bordo que tengan menos del número total de canales de operación.

3.5.5.1.2 **Estabilidad de frecuencia.** La radiofrecuencia de operación no variará en más de ± 100 KHz del valor asignado.

3.5.5.1.3 **Forma y espectro del impulso.** Se aplicará lo siguiente a todos los impulsos radiados:

a) Tiempo de aumento del impulso: el tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 μ s.



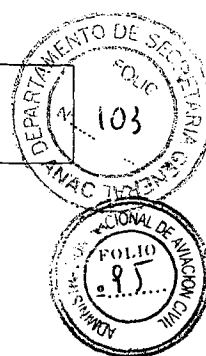
- b) La duración del impulso será de $3,5 \mu\text{s} \pm 0,5 \mu\text{s}$.
- c) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de $2,5 \mu\text{s}$, pero no excederá de $3,5 \mu\text{s}$.
- d) La amplitud instantánea del impulso entre el punto del borde anterior que tiene 95% de la amplitud máxima y el punto del borde posterior que tiene el 95% de la amplitud máxima, no tendrá en ningún momento un valor inferior al 95% de la amplitud máxima de tensión del impulso.
- e) El espectro de la señal modulada por impulso será tal que, por lo menos, el 90% de la energía de cada impulso estará en la banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal.
- f) Para aplicar correctamente las técnicas de fijación de umbrales, la magnitud instantánea de las señales transitorias que acompañen la activación del impulso y que ocurren antes del origen virtual, serán inferiores al 1% de la amplitud máxima del impulso. El proceso de activación no se iniciará durante el microsegundo anterior al origen virtual.

Nota 1.— El límite inferior del tiempo de aumento del impulso [véase 3.5.5.1.3 a)] y del tiempo de disminución [véase 3.5.5.1.3 c)], se rigen por los requisitos de espectro en 3.5.5.1.3 e).

Nota 2.— Aun cuando el inciso e) de 3.5.5.1.3 requiera un espectro prácticamente obtenible, es conveniente hacer lo posible por conseguir las siguientes características de control del espectro: el espectro de la señal modulada por impulso es tal que la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias superiores en 0,8 MHz e inferiores en 0,8 MHz respecto a la frecuencia nominal del canal es en cada caso por lo menos de 23 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. La potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz más o 2 MHz menos que la frecuencia nominal del canal es en cada caso por lo menos de 38 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. Todo lóbulo adicional del espectro es de menor amplitud que el lóbulo adyacente más cercano a la frecuencia nominal del canal

3.5.5.1.4 Separación entre impulsos

3.5.5.1.4.1 La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla que figura en 3.5.4.4.1.



3.5.5.1.4.2 DME/N. La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0,5 \mu\text{s}$.

3.5.5.1.4.3 DME/N. Recomendación.— La tolerancia de la separación entre impulsos debería ser de $\pm 0,25 \mu\text{s}$.

3.5.5.1.4.4 La separación entre impulsos se medirá entre los puntos de tensión media de los bordes anteriores de los impulsos.

3.5.5.1.5 Frecuencia de repetición de los impulsos

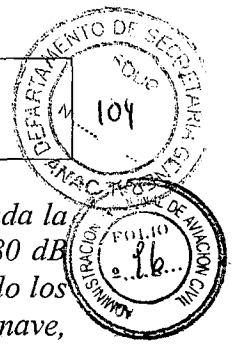
3.5.5.1.5.1 La frecuencia de repetición de los impulsos será la especificada en 3.5.3.4 anterior.

3.5.5.1.5.2 La variación en el tiempo entre pares sucesivos de impulsos de interrogación será suficiente para impedir los acoplamientos falsos.

3.5.5.1.6 **Radiación espuria.** Durante los intervalos entre la transmisión de cada uno de los impulsos, la potencia espuria del impulso recibida y medida en un receptor que tenga las mismas características que el receptor del transpondedor DME, pero sintonizado a cualquier frecuencia de interrogación o respuesta DME, será mayor de 50 dB por debajo de la potencia de cresta del impulso recibida y medida en el mismo receptor sintonizado a la frecuencia de interrogación en uso durante la transmisión de los impulsos requeridos. Esta disposición se aplicará a todas las transmisiones espurias del impulso. La potencia CW espuria radiada del interrogador en cualquier frecuencia DME de interrogación o respuesta no excederá de $20 \mu\text{W}$ (-47 dBW).

Nota.— Aunque la radiación espuria CW entre impulsos se limita a los niveles que no exceden de -47 dBW, se advierte que donde se emplean interrogadores DME y transpondedores de radar secundario de vigilancia en la misma aeronave, puede ser necesario proveer protección al SSR de a bordo en la banda de 1015 a 1045 MHz. Esta protección puede proporcionarse limitando la CW conducida y radiada a nivel del orden de -77 dBW. Cuando este nivel no se pueda lograr, el grado requerido de protección puede suministrarse al proyectar el emplazamiento relativo de las antenas del SSR y DME de la aeronave. Cabe acotar que solamente unas pocas de estas frecuencias se utilizan en la planificación de pares de frecuencias VHF y DME.

3.5.5.1.7 Recomendación.— La potencia espuria del impulso recibida y medida según las condiciones establecidas en 3.5.5.1.6 debería ser 80 dB por debajo de la potencia de cresta requerida recibida del impulso.



Nota — Referente a 3.5.5.1.6 y 3.5.5.1.7 anteriores, si bien se recomienda la limitación de la radiación espuria CW entre impulsos a niveles que no excedan de 80 dB por debajo de la potencia de cresta recibida del impulso, se debe tener cuidado cuando los usuarios empleen transpondedores radar secundarios de vigilancia en la misma aeronave, de que quizá sea necesario limitar la CW directa y radiada a no más de $0,02 \mu W$ en la banda de frecuencia de 1015 a 1045 MHz. Debe notarse que sólo pocas de estas frecuencias se utilizan en el plan de pares VHF/DME.

3.5.5.2 Retardo

3.5.5.2.1 El retardo estará de acuerdo con los valores indicados en la tabla que figura en 3.5.4.4.1.

3.5.5.2.2 Anulado.

3.5.5.2.3 DME/N. El retardo será el intervalo comprendido entre el tiempo del punto de tensión media del borde anterior del primer impulso de interrogación y el tiempo en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente a la indicación de distancia cero.

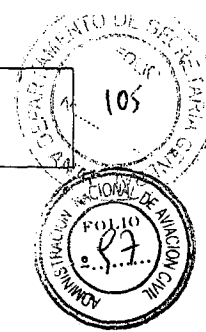
3.5.5.3 Receptor

3.5.5.3.1 **Frecuencia de operación.** La frecuencia central del receptor será la frecuencia del transpondedor apropiada al canal DME en operación asignado (véase 3.5.3.3.3).

3.5.5.3.2 Sensibilidad del receptor

3.5.5.3.2.1 DME/N. La sensibilidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en 3.5.5.4. para la densidad de potencia de señal especificada en 3.5.4.1.5.2.

3.5.5.3.2.2 DME/N. El rendimiento del interrogador deberá mantenerse cuando la densidad de potencia de la señal del transpondedor en la antena del interrogador esté comprendida entre los valores mínimos indicados en 3.5.4.1.5 y un valor máximo de -18 dBW/m^2 .



3.5.5.3.3 Anchura de banda

3.5.5.3.3.1 DME/N. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación de 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.4.1.3.

3.5.5.3.4 Rechazo de interferencia

3.5.5.3.4.1 Cuando la relación entre las señales deseadas y no deseadas DME de canal común es de 8dB, por lo menos, en los terminales de entrada del receptor de a bordo, el interrogador deberá presentar información de distancia y proporcionar sin ambigüedad identificación de la señal más fuerte.

Nota.— La expresión 'canal común' se refiere a aquellas señales de respuesta que utilizan la misma frecuencia y la misma separación entre pares de impulsos.

3.5.5.3.4.2 DME/N. Se rechazarán aquellas señales DME que difieran en más de 900 KHz de la frecuencia nominal del canal deseada y con amplitudes de hasta 42 dB por encima del umbral de sensibilidad.

3.5.5.3.5 Decodificación

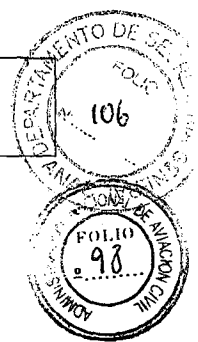
3.5.5.3.5.1 El interrogador comprenderá un circuito decodificador de modo que el receptor pueda ser accionado solamente por pares de impulsos recibidos con una duración de impulsos y una separación entre impulsos adecuada a las señales del transpondedor que se describen en 3.5.4.1.3. y 3.5.4.1.4.

3.5.5.3.5.2 DME/N — Rechazo del decodificador. Se rechazará todo par de impulsos de respuesta con una separación de $\pm 2\mu\text{s}$ o más, con respecto al valor nominal y con cualquier nivel de señal de hasta 42 dB por encima de la sensibilidad del receptor.

3.5.5.4 Precisión

3.5.5.4.1 DME/N. Para sistemas nuevos, instalados por primera vez a partir del 1° de enero de 2007, el interrogador no contribuirá con un error superior a ± 315 m ($\pm 0,17$ NM) o 0,25% del alcance indicado, lo que sea mayor, al error total del sistema.

Nota.— En 7.1.1 del Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se proporciona texto de orientación relativo a la eficacia del sistema.



3.6 Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz)

3.6.1 Equipo

3.6.1.1 **Frecuencia.** Las emisiones de las radiobalizas VHF en ruta se harán en una radiofrecuencia de 75 MHz \pm 0,005%.

3.6.1.2 Características de las emisiones

3.6.1.2.1 Las radiobalizas radiarán una portadora ininterrumpida modulada a una profundidad no inferior al 95% ni superior al 100%. El contenido total de armónicas de la modulación no excederá del 15%.

3.6.1.2.2 La frecuencia del tono de modulación será de 3 000 Hz \pm 75 Hz.

3.6.1.2.3 La radiación se polarizará horizontalmente.

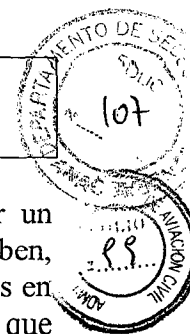
3.6.1.2.4 **Identificación.** Si es necesaria la identificación en clave en una radiobaliza, el tono de modulación se manipulará de modo que transmita rayas o puntos, o ambos, en un orden adecuado. La forma en que se haga la manipulación será tal que proporcione duraciones de los puntos y de las rayas, así como de los intervalos de espaciado, correspondientes a una velocidad de transmisión de 6 a 10 palabras por minuto aproximadamente. No se interrumpirá la portadora durante la identificación.

3.6.1.2.5 Zona de servicio y diagrama de radiación

El diagrama de radiación más conveniente sería el que:

a) en el caso de radiobalizas de abanico, haga funcionar la lámpara solamente cuando la aeronave esté dentro de un paralelepípedo rectangular simétrico respecto a la línea vertical que pase por la radiobaliza, y cuyos ejes mayor y menor estén situados de acuerdo con la trayectoria de vuelo servida;

b) en el caso de radiobalizas Z, haga funcionar la lámpara solamente cuando la aeronave esté dentro de un cilindro cuyo eje sea la línea vertical que pase por la radiobaliza.



En la práctica no es posible obtener estos diagramas y es necesario utilizar un diagrama intermedio. En el Adjunto C al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se describen, como guía, los sistemas de antena de uso corriente que han demostrado ser satisfactorios en general. Tales diseños y cualquier otro nuevo que proporcione un diagrama de radiación que se aproxime mucho al más conveniente, antes descrito, satisfará normalmente los requisitos de operación.

3.6.1.2.6 **Determinación de la cobertura.** Los límites de cobertura de las radiobalizas se determinarán basándose en la intensidad de campo especificada en 3.1.7.3.2.

3.6.1.2.7 **Diagrama de radiación.** Recomendación.— Normalmente el diagrama de radiación de una radiobaliza debería ser tal que el eje polar sea vertical y la intensidad de campo en el diagrama sea simétrica respecto al eje polar en el plano o planos que contengan las trayectorias de vuelo para las que ha de usarse la radiobaliza.

Nota.— Las dificultades de emplazamiento de ciertas radiobalizas pueden obligar a aceptar ejes polares que no sean verticales.

3.6.1.3 **Equipo monitor.** Recomendación.— Para cada radiobaliza debería instalarse equipo apropiado de control que indique en un lugar adecuado:

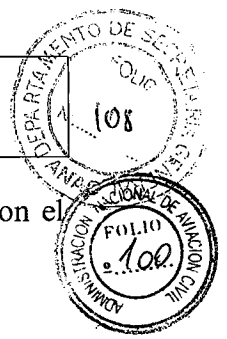
- a) toda disminución de potencia de la portadora radiada de más del 50% del valor normal;
- b) toda disminución de profundidad de modulación por debajo del 70%;
- c) toda falla de manipulación.

3.7 Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

3.7.1 Definiciones

Alerta. Indicación proporcionada a otros sistemas de aeronave o anuncio al piloto de que un parámetro de funcionamiento de un sistema de navegación está fuera de los márgenes de tolerancia.

Canal de exactitud normal (CSA). Nivel especificado de la exactitud en cuanto a posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del GLONASS.



Constelaciones principales de satélites. Las constelaciones principales de satélites son el GPS y el GLONASS,

Error de posición del GNSS. Diferencia entre la posición verdadera y la posición determinada mediante el receptor del GNSS.

Integridad. Medida de la confianza que puede tenerse en la exactitud de la información proporcionada por la totalidad del sistema. En la integridad se incluye la capacidad del sistema de proporcionar avisos oportunos y válidos al usuario (alertas).

Límite de alerta. Margen de tolerancia de error que no debe excederse en la medición de determinado parámetro sin que se expida un alerta.

Servicio de determinación de la posición normalizado (SPS). Nivel especificado de la exactitud en cuanto a la posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del sistema mundial de determinación de la posición (GPS).

Seudodistancia. Diferencia entre la hora de transmisión por un satélite y de la recepción por un receptor GNSS multiplicada por la velocidad de la luz en el vacío, incluido el sesgo debido a la diferencia entre la referencia de tiempo del receptor GNSS y del satélite.

Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS). Sistema de aumentación por el que la información obtenida a partir de otros elementos del GNSS se añade o integra a la información disponible a bordo de la aeronave.

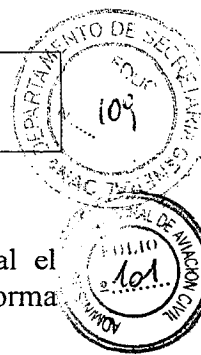
Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS). Sistema de aumentación de amplia cobertura por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida por satélite.

Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS). Sistema por el cual el usuario recibe la información para aumentación directamente de un transmisor de base terrestre.

Sistema mundial de determinación de la posición (GPS). Sistema de navegación por satélite explotado por los Estados Unidos.

Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). Sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones de satélites, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema con el aumento necesario en apoyo de la performance de navegación requerida en la operación prevista.

Sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS). Sistema de navegación por satélite explotado por la Federación de Rusia.



Sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS). Sistema por el cual el usuario recibe la información para aumentación directamente de un transmisor que forma parte de un grupo de transmisores de base terrestre, que cubren una región.

Tiempo hasta alerta. Tiempo máximo admisible que transcurre desde que el sistema de navegación empieza a estar fuera de su margen de tolerancia hasta que se anuncia la alerta por parte del equipo.

3.7.2 Generalidades

3.7.2.1 Funciones

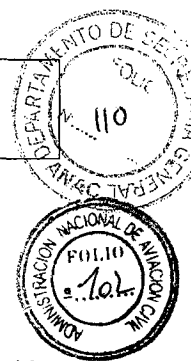
3.7.2.1.1 El GNSS proporcionará a la aeronave datos sobre posición y hora.

Nota.— Estos datos se obtienen a partir de mediciones de pseudodistancias entre una aeronave equipada con un receptor GNSS y diversas fuentes de señales a bordo de satélites o en tierra.

3.7.2.2 Elementos del GNSS

3.7.2.2.1 Se proporcionará el servicio de navegación del GNSS mediante diversas combinaciones de los siguientes elementos instalados en tierra, a bordo de satélites o a bordo de la aeronave:

- a) el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) que proporciona el servicio de determinación de la posición normalizado (SPS) definido en 3.7.3.1;
- b) el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) que proporciona la señal de navegación de canal de exactitud normal (CSA) definido en 3.7.3.2;
- c) el sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) definido en 3.7.3.3;
- d) el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) definido en 3.7.3.4;
- e) el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) definido en 3.7.3.5; y
- f) el sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS) definido en 3.7.3.5; y
- g) el receptor GNSS de aeronave definido en 3.7.3.6.



3.7.2.3 Referencia de espacio y horaria

3.7.2.3.1 Referencia de espacio. Se expresará la información sobre posición proporcionada al usuario mediante el GNSS en función de la referencia geodésica del Sistema geodésico mundial — 1984 (WGS-84).

Nota 1.— Los SARPS relativos al WGS-84 figuran en el Anexo 4, Capítulo 2, el Anexo 11, Capítulo 2, el Anexo 14, Volúmenes I y II, Capítulo 2, y el Anexo 15, Capítulo 3 de la OACI.

Nota 2.— Si se emplean elementos del GNSS que no utilizan coordenadas WGS-84, habrán de aplicarse parámetros adecuados de conversión.

3.7.2.3.2 Referencia horaria. Se expresarán los datos de la hora proporcionados al usuario mediante el GNSS en una escala de tiempo en la que se tome como referencia el tiempo universal coordinado (UTC).

3.7.2.4 Actuación de la señal en el espacio

3.7.2.4.1 La combinación de elementos GNSS y de un receptor de usuario GNSS sin falla satisfará los requisitos de señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1 (al final de la sección 3.7) del Anexo 10 de la OACI Volumen I.

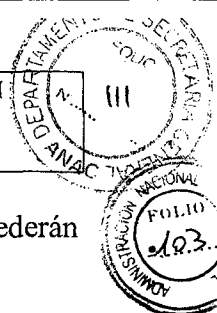
Nota.— El concepto de receptor de usuario sin falla se aplica solamente como medio para determinar la actuación de combinaciones de diversos elementos del GNSS. Se supone que el receptor sin falla tiene la exactitud y actuación de tiempo hasta alerta nominales. Se supone que tal receptor no tiene fallas que influyen en la actuación en materia de integridad, disponibilidad y continuidad.

3.7.3 Especificaciones de los elementos del GNSS

3.7.3.1 Servicio de determinación de la posición normalizado GPS (SPS) (L1)

3.7.3.1.1 Exactitud de los segmentos espacial y de control

Nota.- En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describen en 4.1.2 del Adjunto D, al Anexo 10 de la OACI, Volumen I.



3.7.3.1.1.1 **Exactitud de la posición.** Los errores de posición del SPS del GPS no excederán de los límites siguientes:

	Promedio mundial 95% del tiempo	Peor emplazamiento 95% del tiempo
Error de posición horizontal	13 m (43 ft)	36 m (118 ft)
Error de posición vertical	22 m (72 ft)	77 m (253 ft)

3.7.3.1.1.2 **Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo.** Los errores de transferencia de tiempo SPS del GPS no excederán de 40 nanosegundos el 95% del tiempo.

3.7.3.1.1.3 **Exactitud en cuanto a dominio de distancia.** El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes:

a) error de distancia de cualquier satélite, el valor superior de los siguientes:

* 30 m (100 ft); o

*4,42 veces el valor de exactitud telemétrico del usuario (URA) radiodifundido, que no deberá exceder de 150 m (490 ft);

b) error de cambio de distancia de cualquier satélite 0,02 m (0,07 ft)/s;

c) error de aceleración en distancia de cualquier satélite 0,007 m (0,02 ft)/s²; y

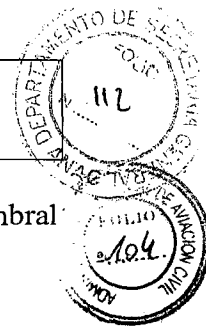
d) media cuadrática del error telemétrico de todos los satélites 6m 8(20 ft).

3.7.3.1.2 **Disponibilidad.** La disponibilidad del SPS del GPS será la siguiente:

≥ 99% de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (36 m, umbral del 95%)

≥ 99% de disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (77 m, umbral del 95%)

≥ 90% de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (36 m, umbral del 95%)



≥ 90% de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (77 m, umbral del 95%)

3.7.3.1.3 **Fiabilidad.** La fiabilidad del SPS del GPS estará dentro de los límites siguientes:

- a) frecuencia de una falla importante del servicio - no superior a tres al año para la constelación (promedio mundial);
- b) fiabilidad - por lo menos del 99,94% (promedio mundial); y
- c) fiabilidad - por lo menos del 99,79% (promedio en un punto).

3.7.3.1.4 **Cobertura.** El SPS del GPS abarcará la superficie de la tierra hasta un altitud 3000 Km.

Nota.— En 4.1 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figuran textos de orientación sobre exactitud, disponibilidad, fiabilidad y cobertura del GPS.

3.7.3.1.5 Características de las radiofrecuencias (RF)

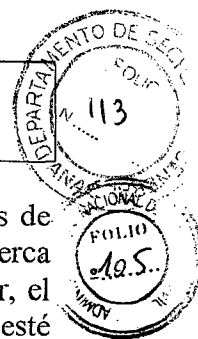
Nota.— En el Apéndice B, 3.1.1.1 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I se especifican las características RF detalladas.

3.7.3.1.5.1 **Frecuencia portadora.** Cada satélite GPS radiodifundirá una señal SPS a una frecuencia portadora de 1575,42 MHz (GPS L1) utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

Nota.— De acuerdo a lo expresado por la OACI en el Anexo 10 Volumen I, párrafo 3.7.3.1.5.1, se añadirá una nueva frecuencia civil a los satélites GPS y será ofrecida por los Estados Unidos para aplicaciones críticas relativas a la seguridad de la vida. Los SARPS relativos a dicha señal se prepararán en fecha posterior.

3.7.3.1.5.2 **Espectro de señal.** La potencia de señal del SPS del GPS estará dentro de una banda de ±12 MHz (1563,42-1587,42 MHz) con centro en la frecuencia L1.

3.7.3.1.5.3 **Polarización.** La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira (en el sentido de las agujas del reloj).



3.7.3.1.5.4 **Nivel de potencia de la señal.** Cada satélite GPS radiodifundirá señales de navegación SPS con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de tierra desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5° o superior, el nivel de la señal RF recibida a la salida de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté dentro de la gama de -158,5 dBW a -153 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

3.7.3.1.5.5 **Modulación.** La señal L1 SPS será modulada por desplazamiento de fase bipolar (BPSK) con un ruido pseudoaleatorio (PRN) de código bruto/adquisición (C/A) de 1,023 MHz. Se repetirá la secuencia de código C/A cada milisegundo. La secuencia de códigos PRN transmitida será la adición Módulo 2 de un mensaje de navegación de 50 bits por segundo y de un código C/A.

3.7.3.1.6 **Hora GPS.** La hora GPS se dará por referencia a UTC (como lo mantiene el Observatorio naval de los Estados Unidos).

3.7.3.1.7 **Sistema de coordenadas.** El sistema de coordenadas GPS será el WGS-84.

3.7.3.1.8 **Información para la navegación.** Los datos de navegación transmitidos por los satélites comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:

- a) hora de transmisión del satélite;
- b) posición del satélite;
- c) funcionalidad del satélite;
- d) corrección del reloj de satélite;
- e) efectos de retardo de propagación;
- f) transferencia de tiempo a UTC; y
- g) estado de la constelación.

Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B, 3.1.1.2 y 3.1.1.3, respectivamente, del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.2 Canal de exactitud normal (CSA)(L1) del GLONASS

Nota.— En esta sección, el término GLONASS se refiere a todos los satélites en la constelación. Las normas relacionadas exclusivamente con los satélites GLONASS modernizado (GLONASS-M) se califican en la forma correspondiente.

3.7.3.2.1 Exactitud de los segmentos espacial y de control



Nota.— En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describe en el Adjunto D, 4.2.2. al Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.2.1.1 Exactitud de la posición. Los errores de posición del canal CSA del GLONASS no excederán los límites siguientes:

	Promedio mundial	Peor emplazamiento
	95% del tiempo	95% del tiempo
Error de posición horizontal	5 m (17 ft)	12 m (40 ft)
Error de posición vertical	9 m (29 ft)	25 m (97 ft)

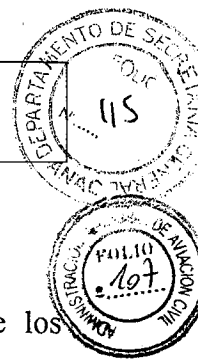
3.7.3.2.1.2 Exactitud de transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo del CSA del GLONASS no excederán de 700 nanosegundos el 95% del tiempo.

3.7.3.2.1.3 Exactitud en cuanto a dominio de distancia. El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes:

- error de distancia de cualquier satélite 18 m (59,7 ft);
- error de cambio de distancia de cualquier satélite 0,02 m (0,07 ft) por segundo;
- error de aceleración en distancia de cualquier satélite $0,007 \text{ m (0,023 ft)/s}^2$; y
- media cuadrática del error telemétrico de todos los satélites 6 m (19,9 ft).

3.7.3.2.2 Disponibilidad. La disponibilidad del CSA del GLONASS será como sigue:

- $\geq 99\%$ de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (12 m, umbral del 95%);
- $\geq 99\%$ de disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (25 m, umbral del 95%);
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (12 m, umbral del 95%); y
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (25 m, umbral del 95%).



3.7.3.2.3 **Fiabilidad.** La fiabilidad del CSA del GLONASS estará dentro de los siguientes límites:

- a) frecuencia de una falla importante del servicio: no superior a tres al año para la constelación (promedio mundial); y
- b) fiabilidad: por lo menos del 99,7% (promedio mundial).

3.7.3.2.4 **Cobertura.** El CSA del GLONASS cubrirá la superficie de la tierra hasta una altitud de 2000 km.

Nota.— En 4.2 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figuran textos de orientación sobre exactitud, disponibilidad, fiabilidad y cobertura del GLONASS.

3.7.3.2.5 Características RF

Nota.— En la Apéndice B, 3.2.1.1 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se especifican las características RF detalladas.

3.7.3.2.5.1 **Frecuencia portadora.** Cada satélite del GLONASS radiodifundirá la señal de navegación del CSA a su propia frecuencia portadora en la banda de frecuencias L1 (1,6 GHz) utilizándose el acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA).

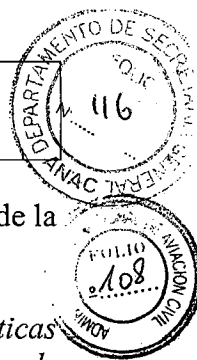
Nota 1.- Los satélites GLONASS pueden tener la misma frecuencia portadora pero en tal caso están situados en intervalos de polos opuestos del mismo plano orbital.

Nota 2.- Los satélites GLONASS M radiodifundirán un código de distancia adicional a las frecuencias portadoras en la banda de frecuencias L2 (1,2 GHz) utilizando el acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA).

3.7.3.2.5.2 **Espectro de señal.** La potencia de señal CSA del GLONASS estará dentro de la banda de $\pm 5,75$ MHz con centro en cada frecuencia portadora del GLONASS.

3.7.3.2.5.3 **Polarización.** La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.

3.7.3.2.5.4 **Nivel de potencia de señal.** Cada satélite del GLONASS radiodifundirá señales de navegación CSA con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de tierra desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de 5° o superior, el nivel de la señal RF recibida a la salida de una antena polarizada linealmente



de 3 dBi esté dentro de la gama de -161 dBW a -155,2 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

Nota 1.- El límite de potencia de -155,2 dBW se basa en las características predeterminadas de una antena de usuario, pérdidas atmosféricas de 0,5 dB y un error de posición angular del satélite que no exceda de 1° (en la dirección que lleva a un aumento del nivel de la señal).

Nota 2.- Los satélites GLONASS M radiodifundirán un código telemétrico en L2 con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los que se observa el satélite a un ángulo de elevación de 5° o superior, el nivel de la señal RF recibida a la salida de una antena de polarización lineal de 3 dBi no sea inferior a -167 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

3.7.3.2.5.5 Modulación

3.7.3.2.5.5.1 Cada satélite del GLONASS transmitirá a su frecuencia portadora la señal RF de navegación utilizando un tren binario de modulación BPSK. La modulación por desplazamiento de fase de la portadora se ejecutará a π radianes con el error máximo de $\pm 0,2$ radianes. Se repetirá la frecuencia de códigos pseudoaleatorios cada milisegundo.

3.7.3.2.5.5.2 Se generará la señal de navegación modulada mediante la adición Módulo 2 de las tres siguientes señales binarias:

- a) código telemétrico transmitido a 511 kbits/s;
- b) mensaje de navegación transmitido a 50 bits/s; y
- c) secuencia de serpenteo auxiliar de 100 Hz.

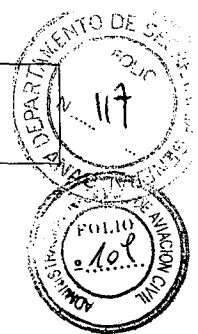
3.7.3.2.6 **Hora del GLONASS.** La hora del GLONASS se dará por referencia a UTC (SU) (como lo mantiene el servicio horario nacional de Rusia).

3.7.3.2.7 **Sistema de coordenadas.** El sistema de coordenadas del GLONASS será el PZ 90.

Nota.— La conversión del sistema de coordenadas PZ 90 utilizado por el GLONASS a coordenadas WGS 84 se define en el Apéndice B, 3.2.5.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.2.8 **Información para la navegación.** Los datos de navegación transmitidos por el satélite comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:

- a) hora de transmisión del satélite;
- b) posición del satélite;
- c) funcionalidad del satélite;



- d) corrección del reloj de satélite;
- e) transferencia de tiempo a UTC; y
- f) estado de la constelación.

Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en e/ Apéndice B, 3.2.1.2 y 3.2.1.3, respectivamente del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.3 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)

3.7.3.3.1 **Actuación.** La función ABAS en combinación con uno o más de los otros elementos del GNSS y tanto el receptor GNSS sin falla, como el sistema de aeronave sin falla utilizados para la función ABAS satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad indicados en 3.7.2.4.

3.7.3.4 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

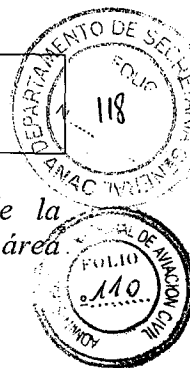
3.7.3.4.1 **Actuación.** El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad del sistema para la operación prevista según lo indicado en 3.7.2.4.

Nota.— El SBAS complementa las constelaciones principales de satélites aumentando la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio que ordinariamente abarca múltiples aeródromos.

3.7.3.4.2 **Funciones.** El SBAS desempeñará una o más de las siguientes funciones:

- a) telemetría: proporcionar una señal adicional de pseudodistancia con un indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS (3.7.3.4.2.1 y Apéndice B, 3.5.7.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I);
- b) estado de los satélites GNSS: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (Apéndice B, 3.5.7.3 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I);
- c) correcciones diferenciales básicas: proporcionar correcciones de efemérides y de reloj de los satélites GNSS (rápidas y a largo plazo) que han de aplicarse a las mediciones de pseudodistancia de los satélites (Apéndice B, 3.5.7.4 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I); y
- d) correcciones diferenciales precisas: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas (Apéndice B, 3.5.7.5 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I).

Nota.— Si se proporcionan todas las funciones, el SBAS en combinación con las constelaciones principales de satélites puede prestar apoyo a operaciones de salida, en ruta, de terminal y de aproximación, incluidas las aproximaciones de precisión



de Categoría I. El nivel de actuación que pueda lograrse depende de la infraestructura incorporada al SBAS y de las condiciones ionosféricas en el área geográfica de interés.

3.7.3.4.2.1 Telemetría

3.7.3.4.2.1.1 Excluyéndose los efectos atmosféricos, el error de distancia para la señal telemétrica procedente de satélites SBAS no excederá de 25 m (95%).

3.7.3.4.2.1.2 La probabilidad de que el error de distancia exceda de 150 m en cualquier hora no excederá de 10^{-5} .

3.7.3.4.2.1.3 La probabilidad de interrupciones no programadas de la función telemétrica a partir de un satélite SBAS en cualquier hora no excederá de 10^{-3} .

3.7.3.4.2.1.4 El error de cambio de distancia no excederá de 2 metros por segundo.

3.7.3.4.2.1.5 El error de aceleración en distancia no excederá de 0,019 metros por segundo al cuadrado.

3.7.3.4.3 **Área de servicio.** El área de servicio del SBAS será un área definida dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en 3.7.2.4 y preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

Nota 1.— El área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS (p. ej., las proyecciones de satélites geoestacionarios).

Nota 2.— En 6.2 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se describen las áreas de cobertura y de servicio del SBAS.

3.7.3.4.4 Características RF

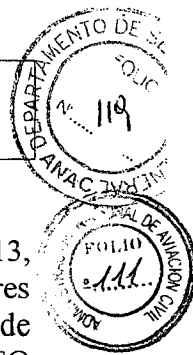
Nota.— En el Apéndice B, 3.5.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se especifican las características RF detalladas.

3.7.3.4.4.1 **Frecuencia portadora.** La frecuencia portadora será de 1575,42 MHz.

3.7.3.4.4.2 **Espectro de señal.** Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión estará comprendida dentro de una banda de ± 12 MHz con centro en la frecuencia L1. La anchura de banda de la señal transmitida por un satélite SBAS será por lo menos de 2,2 MHz.

3.7.3.4.4.3 **Nivel de potencia de señal.**

3.7.3.4.4.3.1 Cada satélite SBAS radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo de elevación de 5° o superior, el nivel de la señal RF recibida a la salida de una antena de polarización lineal de 3 dBi esté en la gama de -161 dBW a -153 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.



3.7.3.4.4.3.2 Cada satélite SBAS puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013, radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo mínimo de elevación, o por encima del mismo, para el cual debe proporcionarse una señal GEO susceptible de rastreo, el nivel de la señal RF recibida a la salida de la antena especificada en el Apéndice B, Tabla B 87, del Anexo 10 de la OACI, sea como mínimo de -164,0 dBW.

3.7.3.4.4.3.2.1 **Ángulo mínimo de elevación.** El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura GEO no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo.

3.7.3.4.4.3.2.2 El nivel de una señal RF SBAS recibida a la salida de una antena 0dBic emplazada cerca del suelo no será superior a -152,5 dBW

3.7.3.4.4.4 **Polarización.** La señal de radiodifusión será de polarización circular dextrógira.

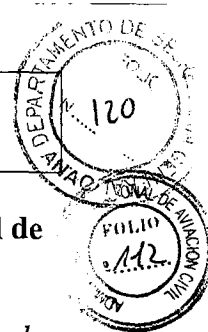
3.7.3.4.4.5 **Modulación.** La secuencia transmitida será la adición Módulo 2 del mensaje de navegación a una velocidad de transmisión de 500 símbolos por segundo y el código de ruido pseudoaleatorio de 1023 bits. Seguidamente se modulará en BPSK a una velocidad de transmisión de 1023 megaelementos por segundo.

3.7.3.4.5 **Hora de red SBAS (SNT).** La diferencia entre la hora SNT y GPS no excederá de 50 nanosegundos.

3.7.3.4.6 **Información para la navegación.** Entre los datos de navegación transmitidos por satélite se incluirá la información necesaria para determinar:

- a) la hora de transmisión del satélite SBAS;
- b) la posición del satélite SBAS;
- c) la hora corregida del satélite para todos los satélites;
- d) la posición corregida del satélite para todos los satélites;
- e) los efectos de retardo de propagación ionosférica;
- f) la integridad de la posición del usuario;
- g) la transferencia de tiempo a UTC; y
- h) la condición del nivel de servicio.

Nota.- La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B, 3.5.3 y 3.5.4, respectivamente, del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.



3.7.3.5 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS)

Nota 1.- Excepto cuando se especifique de otro modo, las normas y métodos estipulados para el GBAS se aplican también al GRAS.

Nota 2.- Excepto cuando se especifique de otro modo, la referencia a la aproximación con guía vertical (APV) significa tanto APV-I como APV-II.

3.7.3.5.1 **Actuación.** El GBAS combinado con uno o más de los otros elementos GNSS y un receptor GNSS sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, continuidad, disponibilidad e integridad del sistema para la operación prevista, según lo indicado en 3.7.2.4.

Nota.— Se prevé que el GBAS preste apoyo a toda clase de operaciones de aproximación, aterrizaje, salida y en la superficie y puede prestar apoyo a operaciones en ruta y Terminal. Se prevé que el GRAS preste apoyo operaciones en ruta, de terminal, aproximaciones que no sean de precisión, salidas y aproximaciones con guía vertical. Se han elaborado las siguientes normas en apoyo de operaciones de aproximación de precisión de Categoría I, aproximación con guía vertical y servicio de determinación de la posición GBAS. Para lograr la interfuncionalidad y permitir la utilización eficiente del espectro, se tiene el objetivo de que la radiodifusión de datos sea la misma para todas las operaciones.

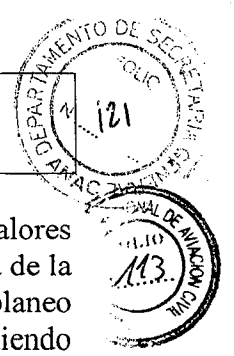
3.7.3.5.2 **Funciones.** El GBAS desempeñará las siguientes funciones:

- a) proporcionar correcciones localmente pertinentes de pseudodistancia;
- b) proporcionar datos relativos al GBAS;
- c) proporcionar datos del tramo de aproximación final, cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión;
- d) proporcionar datos de disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica; y
- e) proporcionar vigilancia de la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

3.7.3.5.3 Cobertura

3.7.3.5.3.1 **Aproximación de precisión de categoría I y aproximación con guía vertical.** La cobertura del GBAS en apoyo de cada una de las aproximaciones de precisión de Categoría I o aproximaciones con guía vertical, será como sigue, excepto cuando lo dicten de otro modo las características topográficas y lo permitan los requisitos operacionales:

- a) lateralmente, empezando a 140 m (450 ft) a cada lado del punto del umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP) y prolongando a $\pm 35^\circ$ a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 28 km (15 NM) y $\pm 10^\circ$ a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 37 km (20 NM); y



b) verticalmente, dentro de la región lateral, hasta el mayor de los siguientes valores 7° ó $1,75$ por el ángulo de trayectoria de planeo promulgado (GPA) por encima de la horizontal con origen en el punto de interceptación de la trayectoria de planeo (GPIP) y $0,45$ GPA por encima de la horizontal o a un ángulo inferior, descendiendo hasta $0,30$ GPA, de ser necesario, para salvaguardar el procedimiento promulgado de interceptación de trayectoria de planeo. Esta cobertura se aplica entre 30 m (100 ft) y 3000 m(10000 ft) de altura por encima del umbral (HAT).

Nota.— En el Apéndice B, 3.6.4.5.1 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se definen el LTP/FTP y GPIP.

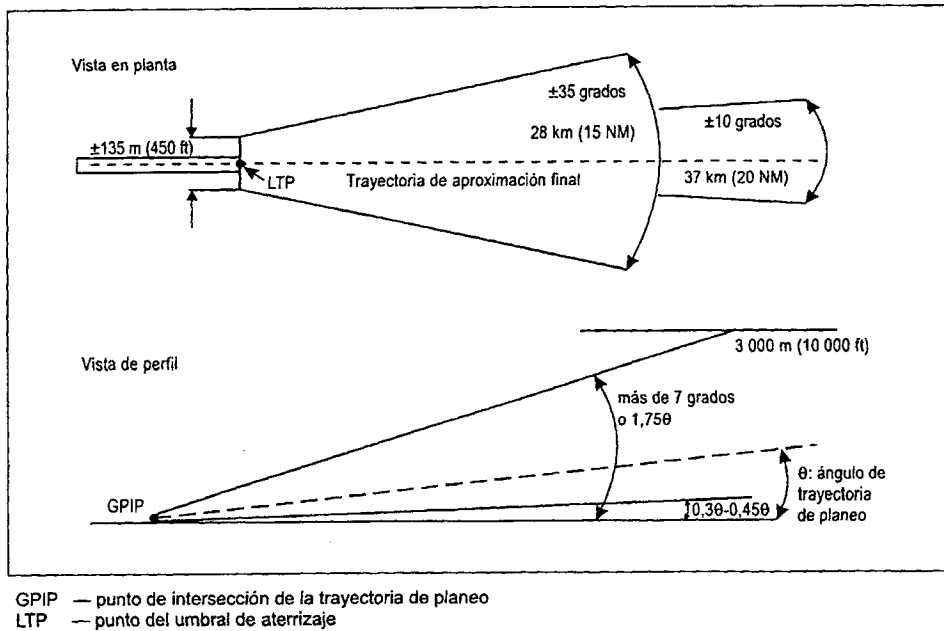


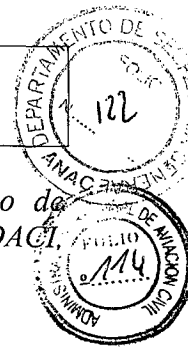
Figura 3.17 – Cobertura GBAS mínima

3.7.3.5.3.1.1 **Recomendación.**— Para aproximación de precisión de categoría I, la radiodifusión de datos especificada en 3.7.3.5.4 debería extenderse hacia abajo hasta $3,7$ m (12 ft) por encima de la superficie de la pista.

3.7.3.5.3.1.2 **Recomendación.**— La radiodifusión de datos debería ser omnidireccional cuando se requiera en apoyo de las aplicaciones previstas.

Nota.— Textos de orientación relativos a la cobertura para las aproximaciones de precisión de Categoría I y APV figuran en 7.3 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.5.3.2 **Servicio de determinación de la posición GBAS.** El área de servicio de determinación de la posición GBAS será aquella en la que pueda recibirse la radiodifusión de datos y en la que el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos establecidos en 3.7.2.4 y en la que se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.



Nota.— Textos de orientación relativos a la cobertura del servicio de determinación de la posición figuran en 7.3 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.5.4 Características de la radiodifusión de datos

Nota.— En el Apéndice B, 3.6.2 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se especifican las características RF.

3.7.3.5.4.1 Frecuencia portadora. Se seleccionarán las frecuencias de radiodifusión de datos dentro de la banda de frecuencias de 108 a 117,975 MHz. La frecuencia mínima asignable será de 108,025 MHz y la frecuencia máxima asignable será de 117,950 MHz. La separación entre frecuencias asignables (separación entre canales) será de 25 kHz.

Nota 1.— En 7.2.1 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se presentan textos de orientación sobre asignaciones de frecuencias VOR/GBAS y criterios de separación geográfica.

Nota 2.— La OACI se encuentra preparando los criterios de separación geográfica para ILS/GBAS, así como para servicios de comunicaciones que funcionan en la banda 118-137MHz. Hasta que se definan estos criterios y se incluyan en los SARPS, se prevé que se utilicen frecuencias en la banda 112,050-117,900 MHz.

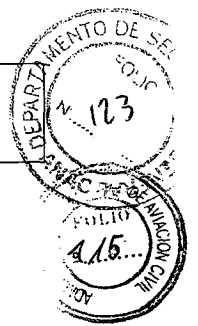
3.7.3.5.4.2 Técnica de acceso. Se empleará una técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) con una estructura de trama fija. Se asignarán a la radiodifusión de datos de uno u ocho intervalos.

Nota.— Dos intervalos es la asignación nominal. En algunas instalaciones GBAS en las que se utilizan antenas múltiples de transmisión para radiodifusión de datos VHF (VDB), la mejora de la cobertura VDB puede requerir asignar más de dos intervalos de tiempo. En 7.12.4 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se presenta orientación sobre el uso de antenas múltiples.

3.7.3.5.4.3 Modulación. Se transmitirán datos del GBAS como símbolos de 3 bits, modulándose la portadora de radiodifusión de datos por D8PSK, a una velocidad de transmisión de 10500 símbolos por segundo.

3.7.3.5.4.4 Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos

Nota.— El GBAS puede proporcionar una radiodifusión de datos VHF con polarización horizontal (GBAS/H) o elíptica (GBAS/E) que utiliza componentes de polarización horizontal (HPOL) y vertical (VPOL). Las aeronaves que utilizan un componente VPOL no pueden realizar operaciones con equipo GBAS/H. En 7.1 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se proporciona un texto de orientación al respecto.



3.7.3.5.4.4.1 GBAS/H.

3.7.3.5.4.4.1.1 Se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

3.7.3.5.4.4.1.2 La potencia radiada aparente (p.r.a.) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (-99 dBW/m²) y máxima de 0,350 voltios por metro (-35 dBW/m²) dentro de todo el volumen de cobertura GBAS. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga. El desplazamiento de fase RF entre el HPOL y cualquiera de los componentes VPOL será tal que la potencia mínima de la señal definida en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se logra para los usuarios de HPOL en todo el volumen de cobertura.

3.7.3.5.4.4.2 GBAS/E.

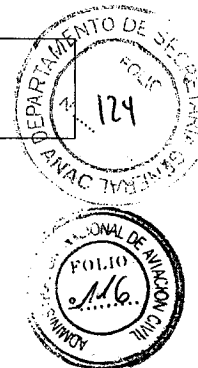
3.7.3.5.4.4.2.1 **Recomendación.**— *Debería radiodifundirse una señal polarizada elípticamente siempre que sea posible.*

3.7.3.5.4.4.2.2 Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos de 3.7.3.5.4.4.1.2 y la potencia radiada aparente (p.r.a.) permitirá una señal polarizada verticalmente con una intensidad de campo mínima de 136 microvoltios por metro (-103 dBW/m²) y máxima de 0,221 voltios por metro (-39 dBW/m²) dentro del volumen de cobertura GBAS. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga. El desplazamiento de fase RF entre el HPOL y cualquiera de los componentes VPOL será tal que la potencia mínima de la señal definida en el Apéndice B, 3.6.8.2.2.3 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I, se logra para los usuarios de HPOL en todo el volumen de cobertura.

Nota.— *Las intensidades de campo mínima y máxima en 3.7.3.5.4.4.1.2 y 3.7.3.5.4.4.2.2 están en consonancia con una sensibilidad mínima de receptor de -87 dBm y una distancia mínima de 200 m (660 ft) de la antena del transmisor con un alcance de cobertura de 43 km (23 NM).*

3.7.3.5.4.5 **Potencia transmitida en canales adyacentes.** La magnitud de la potencia durante la transmisión en todas las condiciones de funcionamiento, medida en una anchura de banda de 25 kHz con centro en el i-ésimo canal adyacente, no excederá de los siguientes valores:

Canal	Potencia relativa	Potencia máxima
1° adyacente	-40 dBc	12 dBm
2° adyacente	-65 dBc	-13 dBm
4° adyacente	-74 dBc	-22 dBm
8° adyacente	-88,5 dBc	-36,5 dBm



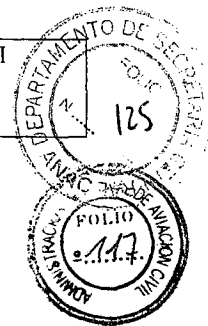
16° adyacente	-101,5 dBc	-49,5 dBm
32° adyacente	-105 dBc	-53 dBm
64° adyacente	-113 dBc	-61 dBm
76° adyacente y más allá	-115 dBc	-63 dBm

Nota 1.- Se aplica la máxima potencia si la potencia autorizada del transmisor excede de 150 W.

Nota 2.- La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes, designados mediante los canales adyacentes anteriormente señalados.

3.7.3.5.4.6 Emisiones no deseadas. Las emisiones no deseadas, incluidas las emisiones no esenciales y fuera de banda, cumplirán con los siguientes niveles indicados: La potencia total en cualquier señal VDB armónica o discreta no será superior a -53 dBm.

Frecuencia	Nivel relativo de emisión no deseada (Nota 2)	Nivel máximo de emisión no deseada (Nota 1)
9 kHz a 150 kHz	-93 dBc (Nota 3)	-55 dBm/1 kHz (Nota 3)
150 kHz a 30MHz	-103 dBc (Nota 3)	-55 dBm/ 10 kHz (Nota 3)
30 MHz a 106, 125 MHz	-115 dBc	-57 dBm/100 kHz
106,425 MHz	-113 dBc	-55 dBm/ 100 kHz
107,225 MHz	-105 dBc	-47 dBm/ 100 kHz
107,625 MHz	-101,5 dBc	-53,5 dBm/ 10 kHz
107,825 MHz	-88,5 dBc	-40,5 dBm/ 10 kHz
107,925 MHz	-74 dBc	-36 dBm/ 1 kHz
107,9625 MHz	-71 dBc	-33 dBm/ 1 kHz
107,975 MHz	-65 dBc	-27 dBm/ 1 kHz
118,000 MHz	-65 dBc	-27 dBm/ 1 kHz
118,0125 MHz	-71 dBc	-33 dBm/ 1 kHz
118,050 MHz	-74 dBc	-36 dBm/ 1 kHz



118,150 MHz	-88,5 dBc	-40,5 dBm/ 10 kHz
118,350 MHz	-101,5 dBc	-53,5 dBm/ 10 kHz
118,750 MHz	-105 dBc	-47 dBm/ 100 kHz
119,550 MHz	-113 dBc	-55 dBm/ 100 kHz
119,850 MHz a 1 GHz	-115 dBc	-57 dBm/ 100 kHz
1 GHz a 1,7 GHz	-115 dBc	-47 dBm/ 1 MHz

Nota 1.- El nivel máximo de emisión no deseada (potencia absoluta) se aplica si la potencia de transmisor autorizada excede de 150 W.

Nota 2.- El nivel relativo de emisión no deseada ha de calcularse utilizando la misma anchura de banda para las señales deseadas y para las no deseadas. Esto puede exigir la conversión de la medición en el caso de señales no deseadas que utilicen la anchura de banda indicada en la columna de nivel máximo de emisión no deseada.

Nota 3.- Este nivel está impulsado por limitaciones de medición. Se prevé que la actuación real sea mejor.

Nota 4.- La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados mediante los canales adyacentes anteriormente indicados.

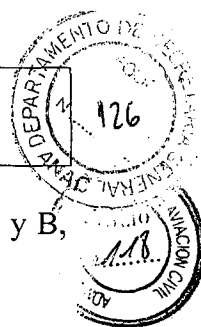
3.7.3.5.5 Información para la navegación. Entre los datos de navegación transmitidos por el GBAS se incluirá la siguiente información:

- a) correcciones de pseudodistancia, hora de referencia y datos de integridad;
- b) datos relacionados con el GBAS;
- c) datos sobre el tramo de aproximación final, cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión; y
- d) datos sobre disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica.

Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B, 3.6.3. Del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.3.6 Receptor GNSS de aeronave

3.7.3.6.1 El receptor GNSS de aeronave procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar según lo especificado en los Apéndices B, 3.1 (para GPS), B, 3.2



(para GLONASS), B, 3.3 (para GPS y GLONASS combinados), B, 3.5 (para SBAS) y B, 3.6 (para GBAS y GRAS) del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

3.7.4 Resistencia a interferencias

3.7.4.1 El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en 3.7.2.4 y en Apéndice B, 3.7 del Anexo 10 de la OACI Volumen I, en presencia del entorno de interferencias definido en Apéndice B, 3.7 del Anexo 10 de la OACI, Volumen I.

Nota.— El GPS y el GLONASS que funcionan en la banda de frecuencias de 1559- 1610 MHz están clasificados por la UIT como suministros de un servicio de radionavegación por satélite (RNSS) y un servicio de radionavegación aeronáutica (ARNS) y se les otorga la condición especial de protección del espectro correspondiente al RNSS. Para lograr los objetivos de actuación para la guía de aproximación de precisión que haya de ser apoyada por el GNSS y sus aumentaciones, se prevé que el RNSS/ARNS continúe siendo la única atribución mundial en la banda 1559 - 1610 MHz y que las emisiones de sistemas en esta banda de frecuencias y las adyacentes estén estrictamente controladas por la reglamentación nacional o internacional.

3.7.5 Base de datos

Nota.— En los Anexos 4, 11, 14 y 15 de la OACI se proporcionan los SARPS aplicables a los datos aeronáuticos.

3.7.5.1 El equipo GNSS de aeronave que utilice una base de datos proporcionará los medios conducentes a:

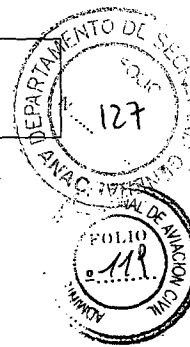
- a) actualizar la base de datos electrónica para la navegación; y
- b) determinar las fechas de entrada en vigor de la reglamentación y el control de la información aeronáutica (AIRAC) correspondientes a la base de datos aeronáuticos.

Nota.— En 11 del Adjunto D al Anexo 10 de la OACI, Volumen I, figura un texto de orientación sobre la necesidad de una base de datos de navegación actualizada en el equipo GNSS de aeronave.

3.8 Características del sistema receptor de a bordo ADF

3.8.1 Precisión de la indicación de marcación.

3.8.1.1 La marcación indicada por el sistema ADF, no tendrá un error superior a $\pm 5^\circ$ con una señal de radio procedente de cualquier dirección que tenga un amplitud de campo de 70 $\mu\text{V/m}$ o mas, radiados desde un NDB LF/MF o un radiofaro de localización que funcione dentro de las tolerancias permitidas por este Manual y también en presencia de una señal no deseada desde una dirección situada a 90° de la señal deseada, y:



- CP
- a) en la misma frecuencia y 15 dB mas débil; o
 - b) a ± 2 kHz de separación y 4 dB mas débil; o
 - c) a ± 6 kHz de separación o mas y 55 dB mas fuertes.

Nota. – El error de marcación anterior excluye el error de la brújula magnética de la aeronave.