

**REPÚBLICA DE COLOMBIA
AUTORIDAD AERONAUTICA DE AVIACIÓN DE ESTADO
FUERZA AÉREA COLOMBIANA**



RACAE 210

TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS Volumen 1 Radioayudas para la navegación



**Enmienda Original
Julio 2020**

Publicado en el Diario Oficial No. 51.461 del 08 de octubre de 2020

**AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.**

RACAE 210

TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS Volumen 1

El capítulo 6 “ayudas para la navegación aérea” de la segunda parte “infraestructura aeronáutica” del reglamento aeronáutico colombiano de la aviación de estado” (RACAE) FAC 3-17-0 Primera Edición (Público) fue DEROGADO conforme al artículo segundo de la Resolución No. 001 del 30 de julio de 2020, con trámite de publicación en el Diario Oficial de la Imprenta Nacional de Colombia.

El presente RACAE 210, fue adoptado conforme al artículo primero de la Resolución No. 001 del 30 de julio de 2020, con trámite de publicación en el Diario Oficial de la Imprenta Nacional de Colombia y se incorpora al Reglamento Aeronáutico Colombiano de la Aviación de Estado – RACAE.

ENMIENDAS AL RACAE 210

Enmienda Número	Origen	Tema	Adoptada/Surte efecto

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO	8
210.1. DEFINICIONES Y ACRONIMOS.....	8
CAPITULO	11
210.2. Disposiciones generales relativas a las radioayudas para navegación	11
210.2.1. Radioayudas para la navegación normalizadas	11
210.2.1.1 Los sistemas normalizados de radioayudas para la navegación serán... 11	
210.2.1.2.	12
210.2.1.3.	12
210.2.1.4.	12
210.2.1.5 Radar de aproximación de precisión	13
210.2.2 Ensayos en tierra y en vuelo.	14
210.2.2.1	14
210.2.2.2	14
210.2.3 suministro de información sobre el estado operacional de los servicios.....	18
210.2.3.1	18
210.2.4 Fuente secundaria de energía para las radioayudas para la navegación	18
210.2.4.1	18
210.2.5 Gestión de recursos a los servicios de radioayudas para la navegación	19
210.2.2.5.1 Personal:	19
210.2.2.5.2	19
210.2.2.5.3	19
210.2.2.5.4 Instrucción del personal:.....	19
210.2.2.5.5 Seguridad Física y logística:.....	19
210.2.2.5.6	19
CAPITULO III	20
210.3.3 Especificaciones relativas a las radioayudas para la navegación	20
210.3.3.1 Especificación para el ILS Sistema de Aterrizaje por Instrumentos	20
210.3.3.1.1 Definiciones	20
210.3.3.1.2 Requisitos básicos.....	22
210.3.3.1.2.1 El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:	22
210.3.3.1.2.2	24
210.3.3.1.2.3	24
210.3.3.1.2.4	24
210.3.3.1.2.5	24
210.3.3.1.2.6	24
210.3.3.1.2.7	24
210.3.3.1.3.1 Generalidades	25

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.3.2	Radiofrecuencia	26
210.3.3.1.3.3	Cobertura	26
210.3.3.1.3.4	Estructura del rumbo	28
210.3.3.1.3.5	Modulación de la portadora	29
210.3.3.1.3.6	Precisión de la alineación de rumbo.....	32
210.3.3.1.3.7	Sensibilidad de desplazamiento	32
210.3.3.1.3.8	Comunicaciones orales	34
210.3.3.1.3.9	Identificación.....	34
210.3.3.1.3.10	Emplazamiento	35
210.3.3.1.3.11	Equipo monitor	36
210.3.3.1.3.12	Requisitos de integridad y continuidad de servicio	38
210.3.3.1.4	Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas	38
210.3.3.1.4.1	.....	38
210.3.3.1.4.2	.....	39
210.3.3.1.5	.....	39
210.3.3.1.5.1	Generalidades	40
210.3.3.1.5.2	Radiofrecuencia.....	41
210.3.3.1.5.3	Cobertura	41
210.3.3.1.5.4	Estructura de la trayectoria de planeo ILS.....	42
210.3.3.1.5.5	Modulación de la portadora	43
210.3.3.1.5.6	Sensibilidad de desplazamiento	44
210.3.3.1.5.7	Equipo monitor	46
210.3.3.1.5.8	Requisitos de integridad y continuidad de servicio	48
210.3.3.1.6	Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo	48
210.3.3.1.7	Radiobalizas VHF	51
210.3.3.1.7.1	Generalidades	51
210.3.3.1.7.2	Radiofrecuencia.....	51
210.3.3.1.7.3	Cobertura	51
210.3.3.1.7.4	Modulación.....	52
210.3.3.1.7.5	Identificación.....	52
210.3.3.1.7.6	Emplazamiento.....	53
210.3.3.2	Especificación para el sistema radar de aproximación de precisión.....	54
210.3.3.2.1	.....	55
210.3.3.2.2	.....	55
210.3.3.3	Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR)	58
210.3.3.3.1	Generalidades	58
210.3.3.3.2	Radiofrecuencia.....	59
210.3.3.3.3	Polarización y precisión del diagrama	59
210.3.3.3.4	Cobertura	59

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.3.5 Modulaciones de las señales de navegación	60
210.3.3.3.6 Radiotelefonía e identificación.....	61
210.3.3.3.7 Equipo monitor	63
210.3.3.3.8 Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas	63
210.3.3.4 Especificación para el radiofaro no direccional (NDB).....	64
210.3.3.4.1 Definiciones	64
210.3.3.4.2 Cobertura	65
210.3.3.4.3 Limitaciones de la potencia radiada	66
210.3.3.4.4 Radiofrecuencias.....	66
210.3.3.4.5 Identificación.....	66
210.3.3.4.6 Características de las emisiones	67
210.3.3.4.7 Emplazamiento de los radiofaros de localización	69
210.3.3.4.8 Equipo monitor	69
210.3.3.5 Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME)	70
210.3.3.5.1 Definiciones	70
210.3.3.5.2 Generalidades	71
210.3.3.5.3.2	75
210.3.3.5.3.3 Canales	76
210.3.3.5.3.4	76
210.3.3.5.3.5 Número de aeronaves que puede atender el sistema	77
210.3.3.5.3.6 Identificación del transpondedor	77
210.3.3.5.4 Detalle de las características técnicas del transpondedor y equipo	80
210.3.3.6 Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz).....	98
210.3.3.6.1 Equipo	98
210.3.3.7 Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)....	99
210.3.3.7.1 Definiciones	99
210.3.3.7.3.1.7 Características de Radiofrecuencias (RF)	104
210.3.3.8 RESERVADO	121
210.3.3.9 Características de sistema para los sistemas receptores de a bordo	121
210.3.3.9.1 Precisión de la indicación de marcación.....	121
210.3.3.10 RESERVADO	121
210.3.3.11 Características del sistema de aterrizaje por microondas (MLS).....	121
210.3.3.11.1 Definiciones	121
210.3.3.11.4.9.4 Funciones de guía en azimut de aproximación.	139
ANEXO 1. Zonas críticas para Radioayudas.....	172
1.1 Zonas Críticas ILS	172
1.2 Zonas Críticas VOR.....	177

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Periodo Certificación en Vuelo	15
Tabla 2 Periodo Certificación en Tierra	15
Tabla 3 Periodos Ampliación Certificación en Tierra	17
Tabla 4 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT I.....	28
Tabla 5 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT II y III	29
Tabla 6 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT III	29
Tabla 7 Nivel Máximo de señal no deseada ILS FM-VHF	39
Tabla 8 Limite Amplitud Codos Trayectoria de Planeo Cat I	42
Tabla 9 Limite Amplitud Codos Trayectoria de Planeo Cat II – III	42
Tabla 10 Pares de Frecuencia LOC-GS	49
Tabla 11 Pares de Frecuencia LOC-GS menor a 20 pares.....	50
Tabla 12 ECO Emitido por Aeronaves	55
Tabla 13 Nivel de Banda Lateral	61
Tabla 14 Nivel Máximo de señal no deseada VOR FM-VHF.....	64
Tabla 15 Retardo en μ s 1er y 2do Impulso de Respuesta	87
Tabla 16 Límites Errores de Posición del SPS del GPS.....	103
Tabla 17 límites errores de posición del Canal CSA del GLONASS	106
Tabla 18 Según 210.3.3.7.2.4-1.....	117
Tabla 19 Límites de Alerta Aproximaciones	118
Tabla 20 Según 210.3.3.7.3.5-1. Potencia de la radiodifusión GBAS transmitida en canales adyacentes.....	119
Tabla 21 Según 210.3.3.7.3.5-2.....	120
Tabla 22 Régimen de Función TX.....	127
Tabla 23 Còdigo de Identificación de Función.....	129
Tabla 24 Parámetros de Guía Angular	130
Tabla 25 Densidad de Potencia de las Señales DPSK	144
Tabla 26 Cobertura Mínima Sector de Guía.....	148
Tabla 27 Tabla Y, Tabla X1, Tabla X2.....	159

INTENCIONALMENTE EN BLANCO

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

RACAE 210
TELECOMUNICACIONES AERONÁUTICAS

CAPITULO I
RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACION AÉREA

210.1. DEFINICIONES Y ACRONIMOS

Nota 1: todas las referencias al “Reglamento de Radiocomunicaciones” se refieren al Reglamento de Radiocomunicaciones publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El Reglamento de Radiocomunicaciones, se enmienda de tiempo en tiempo, en el marco de las decisiones adoptadas en las actas finales de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones, celebradas normalmente cada dos o tres años. También, se dispone de más información sobre los procesos seguidos por la UIT, en el uso de las frecuencias para los sistemas radioeléctricos aeronáuticos en el manual relativo a las necesidades de la aviación civil internacional y Aeródromos de la Aviación de Estado, en materia de espectro de radiofrecuencias, que incluye la declaración de las políticas aprobadas por la OACI (Doc. 9718).

Nota 2: el Anexo 10, Volumen I, comprende normas y métodos recomendados sobre ciertas clases de equipo para ayudas a la navegación aérea. Si bien, los entes de Aviación de Estado Colombiano, determinan la necesidad de instalaciones específicas aprobadas por la Autoridad Aeronáutica Aviación de Estado, en acuerdo con las condiciones prescritas en la norma o método recomendado pertinente, el Consejo de la OACI examina periódicamente, la necesidad de instalaciones específicas y expone a los Estados contratantes interesados y Entes de Aviación de Estado Colombiano la opinión y recomendaciones de la OACI, basándose generalmente, en las recomendaciones de las conferencias regionales de navegación aérea (Doc 8144 — Instrucciones para las reuniones regionales de navegación aérea y reglamento interno de las mismas).

Nota 3: la terminología que se utiliza en este anexo, para referirse a las operaciones de aproximación por instrumentos, se basa, en la clasificación de operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos, de una versión anterior del anexo 6.

Nota 4: así mismo, para la aplicación de información técnica, se especifica que en el anexo 10 telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen I, Radioayudas para la navegación, séptima edición de julio 2018 OACI, comprende normas y métodos recomendados, en el cual se describe los apéndices, adjuntos, tablas, gráficos, etc., los cuales se nombran mediante las notas y recomendaciones del presente RACAE 210 y son de estricto cumplimiento y correlación para este documento.

Los términos y expresiones indicados a continuación, implementados en este capítulo, tienen el siguiente significado:

Altitud: distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel medio del mar (MSL).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Altitud de presión: expresa la presión atmosférica, mediante la altitud que corresponde a esa presión en la atmósfera tipo.

Altura: distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada.

Anchura de banda de aceptación efectiva: gama de frecuencias, con respecto a la que ha sido asignada, cuya recepción se consigue, si se han tenido debidamente en cuenta todas las tolerancias del receptor.

Elevación: distancia vertical, entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra, o unido a ella, y el nivel medio del mar.

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

Especificación 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.

Especificación 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 (Doc 9613), Volumen II-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”, se ha retirado de este anexo, puesto que, el concepto de RNP ha sido remplazado por el concepto de PBN. En este Anexo, 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 Doc 9613 – OACI.

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.

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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

Potencia media (de un transmisor radioeléctrico): la media de la potencia, suministrada a la línea de transmisión de la antena, por un transmisor en condiciones normales de funcionamiento, evaluada durante un intervalo de tiempo suficientemente largo, comparado con el período correspondiente a la frecuencia más baja que existe realmente, como componente de modulación.

Nota: normalmente se tomará un tiempo de 1/10 de segundo, durante el cual la potencia media alcance el valor más elevado.

Principios relativos a factores humanos: principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento y cuyo objeto, consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes humanos y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

Punto de toma de contacto: punto en el que la trayectoria nominal de planeo intercepta la pista.

Nota: “el punto de toma de contacto”, tal como queda definido, es sólo un punto de referencia y no tiene necesariamente que coincidir con el punto en que la aeronave entrará verdaderamente en contacto con la pista.

Radiobaliza de abanico: tipo de radiofaro, que emite un haz vertical en forma de abanico.

Radiobaliza Z: tipo de radiofaro, que emite un haz vertical en forma de cono.

Rechazo eficaz del canal adyacente: rechazo que se obtiene en la frecuencia apropiada del canal adyacente, si se han tenido debidamente en cuenta todas las tolerancias pertinentes del receptor.

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.

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

Volumen útil protegido: parte de la cobertura de la instalación, en la que ésta proporciona determinado servicio, de conformidad con los SARPS pertinentes, y dentro de la cual se protege la frecuencia de la instalación.

CAPITULO II

210.2. DISPOSICIONES GENERALES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Imagen 1: DVOR/DME (GAORI)



Fuente: propia (2020)

210.2.1. RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN NORMALIZADAS

Todo sistema de Radionavegación Aeronáutica, que sea desarrollado, adquirido, instalado u operado por los EAE, deberá poseer todo el conjunto de características técnicas señaladas por la AAAES en este capítulo de la sección 210 del Reglamento Aeronáutico Aviación de Estado. Así mismo, lo establecido en el anexo 10 al Convenio Sobre Aviación Civil Internacional volumen I Telecomunicaciones Aeronáuticas Radioayudas para la navegación séptima edición julio de 2018 y RAC 210, Telecomunicaciones Aeronáuticas, edición original 18 de marzo de 2020 de la UAEAC

210.2.1.1 Los sistemas normalizados de radioayudas para la navegación serán:

- a) El sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)
- b) El sistema de aterrizaje por microondas (MLS)
- c) El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)
- d) El radiofaro omnidireccional VHF (VOR)
- e) El radiofaro no direccional (NDB)
- f) El equipo radiotelemétrico (DME)
- g) La radiobaliza VHF en ruta
- h) Navegación Aérea Táctica (TACAN) **Ver Nota 7**
- i) VHF Omni-direccional Range/Tactical Air Navigation (VORTAC), ver nota 7.

Nota 1: se utilizará como apoyo de aplicación, de la norma los adjuntos y apéndices, que hacen parte del anexo 10 al convenio sobre Aviación Civil Internacional Telecomunicaciones Aeronáuticas, volumen I Radioayudas para la navegación séptima edición, julio de 2018.

Nota 2: 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 3: se pretende que, la introducción y aplicación de radioayudas para la navegación, a fin de apoyar operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión, se efectúe de conformidad

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

con la estrategia que se reproduce en el adjunto B. Además, se tiene la intención de que, la racionalización de las radioayudas para la navegación convencionales y la evolución para apoyar la navegación, basada en la performance, se efectúen de conformidad con la estrategia que se reproduce en el adjunto H.

Nota 4: las categorías de las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión, se clasifican en el anexo 6, parte I, capítulo 1.

Nota 5: en el adjunto C, 2.1 y 2.14, se da información sobre los objetivos operacionales, relacionados con las categorías de actuación de las instalaciones ILS.

Nota 6: en el adjunto G, 11, se proporciona información sobre los objetivos operacionales, relacionados con la actuación de las instalaciones MLS.

Nota 7: en el Advisory Circular FAA No AC-00-31^a United States (U.S.) National Aviation Standard for the Very High Frequency Omnidirectional Radio Range (VOR)/Distance Measuring Equipment (DME)/Tactical Air Navigation (TACAN) Systems, de septiembre de 1982, con estatus vigente, se proporciona información técnica para los entes de Aviación de Estado, que implementen mencionado sistema de Radioayudas, así mismo, en el Aeronautical Information Manual (AIM) OCT 2017 se tiene información actualizada.

210.2.1.2.

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).

210.2.1.3.

En los casos en que esté instalado un sistema de radioayudas para la navegación, que no sea un ILS ni un MLS, pero que pueda ser utilizado total o parcialmente con el equipo de aeronave proyectado para emplearlo con el ILS o con el MLS, se publicarán detalles completos respecto a las partes que puedan emplearse en una publicación de información aeronáutica (AIP). Cualquier diferencia que exista, entre las ayudas no visuales y las normas estipuladas en el capítulo III numeral 210.3.3, se incluirá en la publicación de información aeronáutica (AIP) para Colombia.

210.2.1.4.

Ayudas de corto alcance (Disposiciones específicas para el GNSS)

210.2.1.4.1.

Se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS, proporcionado por uno de csus elementos (capítulo 3, 210.3.3.7.2), con un aviso previo mínimo de seis años del proveedor de ese servicio.

210.2.1.4.2. Recomendación:

Los entes de Aviación De Estado, que aprueben operaciones basadas en el GNSS, deberían asegurarse de que se graban los datos del GNSS, pertinentes a esas operaciones.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 1: estos datos grabados, pueden apoyar la investigación de accidentes e incidentes. También, pueden utilizarse para análisis periódicos, a fin de, verificar los parámetros de actuación del GNSS, detallados en las normas pertinentes del presente RACAE.

Nota 2: estos textos de orientación, acerca de la grabación de los parámetros del GNSS y la evaluación de la actuación GNSS, figuran en el adjunto D, 11 y 12 anexo 10 al convenio sobre Aviación Civil Internacional Telecomunicaciones Aeronáuticas, volumen I Radioayudas, para la navegación séptima edición, julio de 2018.

210.2.1.4.3. Recomendación:

Deberían conservarse las grabaciones por lo menos por un período de 14 (catorce) días, ahora bien, 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.

210.2.1.4.4

En donde por razones operativas o de control de tránsito aéreo, tales como, la intensidad del tránsito aéreo o la proximidad de rutas, haya necesidad de un servicio de navegación de más precisión, que la proporcionada por el VOR, se instalará y mantendrá en funcionamiento equipo radio telemétrico (DME), como complemento del VOR.

210.2.1.5 Radar de aproximación de precisión

210.2.1.5.1 El sistema radar de aproximación de precisión (PAR), cuando se instale y opere como radioayuda, para la navegación, junto con equipo para comunicarse en ambos sentidos con las aeronaves y las instalaciones para la coordinación eficaz de estos elementos con control de tránsito aéreo, se ajustará a las normas del capítulo 210.3.3.2.

Nota 1: el elemento radar de aproximación de precisión (PAR), del sistema radar de aproximación de precisión, puede instalarse y operarse sin el elemento radar de vigilancia (SRE), cuando se determina que el SRE no es necesario para satisfacer los requisitos de control de tránsito aéreo para dirigir las aeronaves.

Nota 2: aunque el SRE no se considera, en ninguna circunstancia, como una alternativa satisfactoria del sistema radar de aproximación de precisión, el SRE puede instalarse y operarse sin el PAR para ayudar al control de tránsito aéreo a dirigir las aeronaves que traten de emplear radioayudas para la navegación, o para aproximaciones y salidas con el radar de vigilancia.

210.2.1.6 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 han utilizado DME, GNSS, NDB, VOR y sistemas de navegación de aeronaves.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.2.2 ENSAYOS EN TIERRA Y EN VUELO.

210.2.2.1

Se someterán a ensayos periódicos en tierra y en vuelo las radioayudas, para la navegación de los tipos comprendidos en las especificaciones del aapítulo 3 y que las aeronaves destinadas a la navegación aérea, tantas de los EAE, particulares e internacionales, puedan utilizar. Se especifica la definición para los términos ensayo e Inspección así:

Ensayo: una medición o verificación específica de la actuación de una instalación que puede formar parte de una inspección cuando esté integrada a otros ensayos.

Inspección: una serie de ensayos realizados por la autoridad de un Estado, o por una organización autorizada por el Estado, para establecer la clasificación operacional de la radioayuda para la navegación.

Nota: en el adjunto C y en el manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071), se da orientación sobre los ensayos en tierra y en vuelo de instalaciones normalizadas por la OACI, así como sobre la periodicidad de dichos ensayos.

210.2.2.2

Conforme a lo establecido en a lo establecido en el RAC 210, Telecomunicaciones Aeronáuticas, edición original 18 de marzo de 2020 de la UAEAC, y con el objetivo de armonizar las normas y métodos establecidos en el territorio nacional, se incorpora al Reglamento Aeronáutico de Aviación de Estado RACAE 210 mencionados parámetros así:

210.2.2.2.1

En el Documento 8071, de la Organización de la Aviación Civil Internacional "OACI"(Manual sobre Ensayo de Radioayudas para la Navegación), volumen I, "ensayo de Sistema de Radionavegación de base Terrestre", quinta edición de 2018, establece las directrices normativas a considerar, para determinar la periodicidad de las inspecciones y certificaciones en Vuelo de los Sistemas de Radioayudas Terrestres ILS/DME, VOR/DME, NDB y ayudas aisuales; así como, las recomendaciones de las inspecciones y certificaciones en tierra, y que estas bajo ciertos criterios de evaluación técnica, permitan ampliar los plazos de las certificaciones en vuelo, como se indica a continuación:

- a. En el capítulo 1, tablas 1-2-3, 1-3-3, 1-4-7, 1-4-8, 1-5-3 y 1-6-3 se determina la periodicidad nominal para la inspección en vuelo y tierra de las radioayudas, para la navegación aérea, según las condiciones pertinentes en cada estado y en cada emplazamiento.
- b. En el capítulo 1 numerales:
 1. 1.15.2: establece la periodicidad nominal de inspección y certificación en vuelo, como guía de orientación general y que estas puedan prorrogarse, realizando inspecciones y certificaciones en tierra más frecuentes, para extender la certificación de inspección en vuelo.
 2. 1.15.4: enuncia: "son muchos los factores que influyen en la opción de los intervalos apropiados de las inspecciones y certificaciones tanto en vuelo como en tierra. Entre estos factores se incluyen la fiabilidad y estabilidad de funcionamiento del equipo, el

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

monitoreo en tierra, el grado de correlación entre las mediciones en vuelo y en tierra, cambios en el entorno operativo, recomendaciones del fabricante, calidad del mantenimiento y cualificación, competencia y experiencia del personal técnico que realiza las inspecciones y certificaciones en vuelo y en tierra".

3. 1.15.11: establece la periodicidad nominal de las inspecciones.
4. 1.15.8: describen criterios para ampliar los intervalos entre inspecciones de las Radioayudas.

210.2.2.2.2

Se establece la periodicidad para la realización de la inspección y certificación en Vuelo de los Sistemas de Radioayudas Terrestres, para la Navegación Aérea de los Entes de Aviación de Estado así:

Tabla 1 Periodo Certificación en Vuelo

Sistema	Periodicidad inspeccion y certificacion en vuelo
ILS CAT. I y CAT. II	Cada (6) Meses
ILS CAT. III	Cada (3) Meses
VOR/DME	Cada (12) Meses
NDB	Cada (18) Meses
Ayudas Visuales (PAPI)	Cada (24) Meses

Fuente: RAC 210 (2020)

Nota: según las tablas (1-2-3) requisitos para inspección en vuelo - VOR del Doc. 8071 OACI, la periodicidad nominal es de 12 meses; sin embargo, para equipos DVOR en particular, sin embargo, la AAAES podrá ampliar este intervalo, previa presentación del respectivo estudio de seguridad operacional y aprobación por el área competente de cada EAE, en donde se considere entre otros parámetros, la inmunidad mejorada del equipo Doppler a interferencia multitrayectos

210.2.2.2.3

Se establece la periodicidad para la realización de la inspección y certificación en tierra de los Sistemas de Radioayudas Terrestres para la Navegación Aérea así:

Tabla 2 Periodo Certificación en Tierra

Sistema	Periodicidad inspeccion y certificacion en tierra
ILS CAT. I y CAT. II	Cada (3) Meses
ILS CAT. III	Cada (3) Meses
VOR/DME	Cada (6) Meses
NDB	Cada (9) Meses

Fuente: RAC 210 (2020)

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.2.2.2.4

Antes del vencimiento de la certificación y de acuerdo al procedimiento establecido por la dependencia competente de los EAE, se podrá ampliar la certificación de las radioayudas terrestres para la Navegación Aérea, siempre y cuando, se cumpla con todos los criterios señalados en una de las opciones que se describen a continuación:

a. Opción 1:

1. La existencia de una correlación adecuada entre los resultados en vuelo y en tierra.
2. Un registro de resultados independientes de calibración del dispositivo monitor.
3. Un registro de las lecturas del dispositivo monitor por lo menos a intervalos mensuales.
4. Evidenciar alta calidad del mantenimiento y que los resultados de pruebas y lecturas de los monitores de los parámetros críticos indican que el equipo cumple de manera consistente con los requisitos de performance.
5. Evidenciar que la instalación esté adecuadamente protegida, frente a cambios del entorno que afecten su funcionamiento, (obstáculos naturales o artificiales, mantenimiento de las áreas de protección, terreno, vías de acceso, vegetación, cerramientos y zanjas, sistema de aire acondicionado dual en cada shelter de radioayuda), entre otros como se relacionado en anexo 1, (zonas críticas para radioayudas)
6. A los resultados de la inspección en vuelo, en relación con las tolerancias de los parámetros críticos, se recomienda una reducción no inferior al 75% en comparación con los estándares normales aceptables.

b. Opción 2:

1. Cuando se establezca la existencia de cuatro inspecciones periódicas consecutivas en vuelo, sin ningún ajuste del transmisor, que evidencien la estabilidad del sistema de radioayudas terrestres para la navegación aérea, complementada con la respectiva certificación periódica en tierra.

Nota: las ampliaciones derivadas de la opción 1, sólo podrán efectuarse en dos ocasiones consecutivas; si se llegara a esta condición, es obligatorio efectuar la inspección en vuelo de acuerdo con el documento 8071 de la OACI.

210.2.2.2.5

En caso de cumplir con lo establecido en el numeral 210.2.2.2.4, la certificación de la inspección en vuelo tendrá la siguiente vigencia:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 3 Periodos Ampliación Certificación en Tierra

Periodos ampliación en tierra del certificado inspección en vuelo		
Radioayuda	Primera ampliación	Segunda ampliación
ILS CAT. I	Cada (3) Meses	Cada (3) Meses
ILS CAT. II	Cada (3) Meses Nota 1	Cada (3) Meses Nota 1
ILS CAT. III	Cada (3) Meses Nota 1	Cada (3) Meses Nota 1
VOR/DME	Cada (6) Meses	Cada (6) Meses
NDB	Cada (9) Meses	Cada (6) Meses

Fuente: RAC 210 (2020)

210.2.2.2.6

En caso de incumplimiento a lo establecido en el numeral 210.2.2.2.4, **No** se concederá la certificación que valida la ampliación al sistema de radioayudasterrestres para la Navegación Aérea y se deberán tomar las siguientes medidas:

Nota. 1: Radioayudas ILS CAT II y CAT III se realizan los dos periodos de ampliación de su certificado en vuelo en condición de degradación ILS CAT I y se deberá notificar mediante NOTAM el cambio de Categoría.

- a. Sistemas ILS/DME categoría I y VOR/DME, se emitirá un **NOTAM** para declararlo fuera de servicio y se procederá al **APAGADO DE LOS EQUIPOS**.

- b. Sistemas ILS/DME categorías II y III, se emitirá un **NOTAM** de degradación a Categoría I, siempre y cuando el experto en tierra presente la documentación que sustente que es posible este tipo de operación (CAT I). De modo contrario, el experto documentará la imposibilidad de operar y se emitirá un NOTAM para declararlo fuera de servicio y se procederá al **APAGADO DE LOS EQUIPOS**.

210.2.2.2.7

Se adopta la prioridad de las Inspecciones en Vuelo, conforme al documento 8071 de la OACI, como se señala a continuación:

- a. Prioridad 1: investigación de accidentes, restauración de instalaciones ya establecidas después de interrupciones de servicio no programadas e investigación de casos notificados de mal funcionamiento.

- b. Prioridad 2: inspecciones periódicas, puestas en servicio de instalaciones recientemente establecidas, procedimientos correspondientes de vuelo por instrumentos y evaluaciones de emplazamientos propuestos para nuevas instalaciones.

Nota 1: todo el personal de las EAE, que intervenga directamente en las inspecciones en vuelo y en tierra debe estar certificado, deberá cumplir los requerimientos establecidos en el documento 8071 de la OACI, numeral 1.12.4, entrenamiento y cualificación del personal, y proporcionar un método uniforme para examinar la competencia de todo el personal involucrado.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.2.2.2.8

Es responsabilidad de los EAE, solicitar con antelación y de acuerdo a los tiempos establecidos en el numeral 210.2.2.2.2, la realización de los vuelos de certificación a los sistemas de Radioayudas, radar, telecomunicaciones aeronáuticas y ayudas aeroportuarias, por solicitud del personal técnico de mantenimiento especializado en Radioayudas y acorde con los procedimientos establecidos en el documento 8071 de la OACI.

210.2.2.2.9

Con el objetivo de certificar las radioayudas para la navegación, una vez la AAAES, cuente con el sistema la aeronave AFIS (Automatic Flight Inspection Systems), con capacidad de equipos electrónicos de ensayo, tales como receptores de alta precisión para la navegación, sensores, registradores de datos, computadoras y analizadores de señal, se procedería a efectuar los vuelos de certificación con el personal de especialistas radioayudas y tripulación de la aeronave AFIS, por lo general la aeronave se utilizará únicamente para la calibración en vuelo y certificación.

210.2.2.2.10

Las personas necesarias para mantener y hacer funcionar el equipo de calibración en vuelo serán los inspectores técnicos en vuelo (TFI); estas personas, deben haber cumplido con el programa ATSEP completo y estar certificados como inspectores en radioayudas para la navegación. Así mismo, la tripulación de la aeronave que cumpla la misión AFIS deberá ser capacitada y entrenada en los procedimientos establecidos en el documento 8071 de la OACI y podrá ser conformada por los EAE.

210.2.3 SUMINISTRO DE INFORMACIÓN SOBRE EL ESTADO OPERACIONAL DE LOS SERVICIOS DE RADIONAVEGACIÓN

210.2.3.1

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 de los Entes de Aviación de estado que se trate.

210.2.4 FUENTE SECUNDARIA DE ENERGÍA PARA LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES

210.2.4.1

Las radioayudas para la navegación y los elementos terrestres de los sistemas de comunicaciones, de los tipos especificados en presente RACAE, contarán con fuentes adecuadas de energía y medios de asegurar la continuidad del servicio según el uso del servicio o servicios de que se trate.

Nota: el Adjunto C, 8, contiene textos de orientación sobre los tiempos de conexión de la fuente de energía.

210.2.5 GESTIÓN DE RECURSOS A LOS SERVICIOS DE RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

210.2.2.5.1 Personal:

En el diseño y certificación de las radioayudas para la navegación, deberán observarse los principios relativos a factores humanos.

210.2.2.5.2

El EAE, debe asegurarse que cuenta con la cantidad suficiente de personal, con experiencia, cualificado en los sistemas a su cargo para las actividades de gestión, supervisión, operación de los servicios de radioayudas para la navegación.

210.2.2.5.3

Los EAE, deberán cumplir las mejores prácticas de factores humanos, en donde el personal que tenga bajo su responsabilidad el mantenimiento, instalación y operación de los servicios de radioayudas para la navegación, de un aeródromo deberá contar con la certificación emitida por el centro de estudios Aeronáuticos bajo el convenio del programa ATSEP(Especialistas en sistemas electrónicos para la seguridad operacional del tránsito aéreo-Doc 7192-AN/857 PART E-2 Air Traffic Safety Electronic Personnel- ATSEP-OACI), como requisito mínimo, de igual forma será válido todo entrenamiento Certificado emitido por el fabricante de equipos de radioayudas.

210.2.2.5.4 Instrucción del personal:

Cada EAE, deberá tener un programa de instrucción y entrenamiento para su personal en sus modalidades de instrucción básica, Intermedia, especializada y avanzada que garantice conocimiento, pro eficiencia y capacidad en la instalación, operación, mantenimiento de los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo (CNS/ATM), mencionado entrenamiento deberá estar armonizado con el documento de la OACI No 10057, manual sobre la instrucción y evaluación basadas en la competencia de los especialistas en sistemas electrónicos para la seguridad del tránsito aéreo (ATSEP).

210.2.2.5.5 Seguridad Física y logística:

Los EAE, deben tomar todas las previsiones que correspondan, de manera que, las instalaciones de los diversos sistemas de radioayuda para la navegación se mantengan en perfecto estado físico y con la protección que se requiera para evitar que cualquier elemento externo pueda afectar la continuidad de la operación de dichos sistemas CNS. (Ver anexo 1).

210.2.2.5.6

Los EAE, con el fin de mantener los sistemas de radioayuda para la navegación, en un alto alistamiento y operatividad, deberán contar con un programa especializado en el mantenimiento preventivo y recuperativo que establezcan cada EAE, así mismo, en los shelter de radioayuda (DVOR/DME, LOC, G/S, etc.), debe tener un soporte documental de los trabajos de mantenimiento, cambios ejecutados, calibraciones, copia del del último certificado emitido por la AAAES o UAEAC.

Nota: los sistemas de CNS, que adquieran los EAE deben cumplir con los parámetros establecidos en el Anexo 10 en su correspondiente volumen y documentos conexos de ser el caso. Así mismo, se debe asegurar el cumplimiento de estos parámetros, verificando estos

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO

REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

valores en las respectivas pruebas de aceptación en fábrica (FAT), pruebas de aceptación en sitio (SAT) y de manera periódica a través de las inspecciones en vuelo y ensayos en tierra. Adicionalmente, el EAE puede solicitar una garantía de cumplimiento, por parte del fabricante, donde se indique que su sistema cumple con todos los valores de los parámetros considerados en el Anexo 10 (para las verificaciones periódicas en vuelo y ensayos en tierra se establecen los formatos adjuntos del RACAE 210, para que cada EAE, los aplique con su personal de especialistas en radioayudas).

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

CAPITULO III

210.3.3 ESPECIFICACIONES RELATIVAS A LAS RADIOAYUDAS PARA LA NAVEGACIÓN

Arreglo de antenas localizador (GAORI)



Arreglo de antenas G/S (GAORI)



Fuente: propia (2020)

210.3.3.1 ESPECIFICACIÓN PARA EL ILS SISTEMA DE ATERRIZAJE POR INSTRUMENTOS

210.3.3.1.1 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

DDM — Diferencias 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 (200ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.

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 1 050 m (3 500 ft) del umbral, medidos 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 nominal 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 (3 000 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 (2 000 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.

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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Sector de rumbo frontal: el sector de rumbo, situado al mismo lado del localizador que 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.

210.3.3.1.2 Requisitos básicos

210.3.3.1.2.1 El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:

- a. Equipo localizador VHF, con su sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador.
- b. Equipo UHF de trayectoria de planeo, con el sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador; y

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- c. Un medio apropiado que permita efectuar verificaciones de la trayectoria de planeo.

Nota: los procedimientos para los servicios de navegación aérea, Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), contienen orientación sobre la realización de la verificación de la trayectoria de planeo.

210.3.3.1.2.1.1 Recomendación:

Con radiobalizas VHF o equipo radiotelemétrico (DME), más los sistemas monitores conexos y equipo de telemando e indicador, debería proporcionarse información de la distancia al umbral para hacer posible las verificaciones de la trayectoria de planeo.

210.3.3.1.2.1.2

Cuando se utilice una o más radiobalizas VHF, para proporcionar información de la distancia al umbral, el equipo se ajustará a las especificaciones de 210.3.3.1.7. Cuando se utilice DME, en lugar de radiobalizas, el equipo se ajustará a las especificaciones de 210.3.3.1.7.6.5

Nota: el adjunto C numeral 2.11, contiene el texto de orientación. sobre el uso de DME y/u otras radioayudas para la navegación normalizadas como alternativa de las radiobalizas.

210.3.3.1.2.1.3

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

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

Nota: 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 210.2.2.8.1). 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 210.3.3.1.3.11.3.1 y 210.3.3.1.5.7.3.1.

Nota: 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; con el fin de garantizar mejor integridad y fiabilidad del sistema.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.2.2

El ILS, se construirá y ajustará de 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.

210.3.3.1.2.3

Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, especificados en el numeral 210.3.3.1.2.1 a) y b) que forman parte del ILS - categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a las normas 210.3.3.1.3 y 210.3.3.1.5, respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS — categoría de actuación II.

210.3.3.1.2.4

Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, especificados en el numeral 210.3.3.1.2.1 a) y b) y 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 referentes de los numerales 210.3.3.1.3 y 210.3.3.1.5 en que se prescribe aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

210.3.3.1.2.5

Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en el numeral 210.3.3.1.2.1.3, 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 210.3.3.1.3 y 210.3.3.1.5 en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la categoría de actuación III.

210.3.3.1.2.6

Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, el ILS deberá proyectarse 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 el 2.8 del adjunto C, figura texto de orientación, de este objetivo en las operaciones de las categorías II y III.

210.3.3.1.2.7

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 utilizado 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.

210.3.3.1.2.7.1 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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 el adjunto C, 2.1.8, figura un texto de orientación complementario.

210.3.3.1.2.7.2

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, 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 s.

Nota: el texto adicional de orientación sobre la operación de localizadores, en el mismo canal de frecuencias, se halla contenido en el volumen V, capítulo 4.

210.3.3.1.3 Localizador VHF y monitor correspondiente

Las especificaciones aquí indicadas, 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 el numeral 210.3.3.1.3.7.4.). 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.

210.3.3.1.3.1 Generalidades

210.3.3.1.3.1.1

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 lado del rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

210.3.3.1.3.1.2

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.

210.3.3.1.3.1.3

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.

210.3.3.1.3.2 Radiofrecuencia

210.3.3.1.3.2.1

El localizador, trabajará en la banda de 108 a 111,975 MHz. Cuando se use una sola radiofrecuencia portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá de $\pm 0,005\%$. Cuando se usen 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.

210.3.3.1.3.2.2

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.

210.3.3.1.3.2.2.1

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.

210.3.3.1.3.2.2.2

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.

210.3.3.1.3.2.3

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.

210.3.3.1.3.3 Cobertura

Nota: en 210.2.2.1.10 y en las Figuras C-7A, C-7B, C-8A y C-8B del adjunto C, se proporciona orientación respecto de la cobertura del localizador.

210.3.3.1.3.3.1

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;

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO

REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

18,5 Km. (10 NM) fuera de los $\pm 35^\circ$ 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 (2 000 ft), por encima de la elevación del umbral, o de 300 m (1 000 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 1 350 m (4 500 ft), como máximo, sobre la elevación del umbral a 35° respecto al 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.

Nota: se tiene la intención de que cuando los obstáculos existentes, penetren en la superficie inferior, no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.

210.3.3.1.3.3.2

En todos los puntos del volumen de cobertura especificado en 210.3.3.1.3.3.1, salvo lo estipulado en 210.3.3.1.3.3.2.1, 210.3.3.1.3.3.2.2 y 210.3.3.1.3.3.2.3, 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.

210.3.3.1.3.3.2.1

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.

210.3.3.1.3.3.2.2

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/m^2) a una altura de 15 m (50 ft), por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

210.3.3.1.3.3.2.3

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 $100 \mu\text{V/m}$ (-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/m^2), 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 (1 000 ft) del umbral en la dirección del localizador, y a partir de allí, a una altura de 4 m (12 ft), a lo largo

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

de la pista en la dirección del localizador, la intensidad de campo no deberá ser inferior a 100 $\mu\text{V/m}$ (-106 dBW/m^2).

Nota: las intensidades de campo indicadas en 210.3.3.1.3.3.2.2, y 210.3.3.1.3.3.2.3, son necesarias para asegurar la relación señal/ruido, exigida para obtener una mejor integridad.

210.3.3.1.3.3.3. Recomendación:

Por encima de 7° las señales deberían reducirse al valor más bajo posible.

Nota 1: los requisitos de 210.3.3.1.3.3.1, 210.3.3.1.3.3.2.1, 210.3.3.1.3.3.2.2 y 210.3.3.1.3.3.2.3, se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.

Nota 2: en el Adjunto C, 2.2.2, se da orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo pertinentes a los localizadores.

210.3.3.1.3.3.4.

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 210.3.3.1.3.3.1, no será menor de 10 dB.

Nota: en la nota que sigue a 210.3.3.1.3.11.2 y en 2.7 del adjunto C, figuran sendos textos de orientación sobre localizadores que consiguen cobertura con dos portadoras.

210.3.3.1.3.3.5. 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.

210.3.3.1.3.4 Estructura del rumbo

210.3.3.1.3.4.1

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:

Tabla 4 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT I

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

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.3.4.2

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:

Tabla 5 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT II y III

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 0,005 en el punto "B" del ILS
Desde el punto "B" del ILS hasta la referencia ILS.	0,005

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Y únicamente en lo que respecta a la Categoría III:

Tabla 6 Límite Amplitud Codos del eje de rumbo CAT III

Zona	Amplitud (DDM) (Probabilidad del 95%)
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 linealmente hasta 0,010 en el punto "E" del ILS

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1: las amplitudes indicadas en 210.3.3.1.3.4.1 y 210.3.3.1.3.4.2, son las DDM debidas a los codos, observadas en el eje de rumbo nominal cuando éste está debidamente ajustado.

Nota 2: en el Adjunto C, 2.1.3, 2.1.5, 2.1.6 y 2.1.9, figuran textos de orientación sobre la estructura del curso del localizador.

210.3.3.1.3.5 Modulación de la portadora

210.3.3.1.3.5.1

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.

210.3.3.1.3.5.2

La profundidad nominal 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%.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.3.5.3

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

- a. Los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 2,5% para las instalaciones ILS de la categoría de actuación I.
- b. 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 90 Hz no excederá del 5%.
- e. El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

210.3.3.1.3.5.3.1 Recomendación:

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

210.3.3.1.3.5.3.2

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 ruidos no deseados que puedan producir una intermodulación con los tonos de navegación de 90 Hz 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.

210.3.3.1.3.5.3.3

Los tonos de modulación estarán en fase de tal manera que dentro del semi-sector de rumbo, las formas de onda demodulada de 90 Hz 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°.
- b. Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°, de 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 semi-sector de rumbo.

Nota 2: en la Figura C-6 del adjunto C, se hallarán ciertos elementos de orientación.

210.3.3.1.3.5.3.4

Con sistemas de localizadores de dos frecuencias, 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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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:

- a. Respecto a localizadores de las Categorías I y II, de 20°.
- b. 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.

210.3.3.1.3.5.3.5

Se permitirá el empleo de otros sistemas de localizador, de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva, distinto al de condiciones normales "en fase" descrita en estos sistemas alternativos la sincronización 90 Hz a 90 Hz y la sincronización 150 Hz a 150 Hz, se ajustarán a sus valores nominales, dentro de márgenes equivalentes a los expuestos en el numeral 210.3.3.1.3.5.3.4.

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.

210.3.3.1.3.5.3.6 Recomendación:

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

210.3.3.1.3.5.3.6.1

En el equipo que se instale por primera vez, antes del 1 de enero de 2000, la suma de las profundidades de modulación de la onda portadora producida por los tonos de 90 Hz y 150 Hz no excederá del 60% ni será inferior al 30% dentro de la 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 desplazamiento nominal puede ajustarse, del modo previsto en el numeral 210.3.3.1.3.7.1, 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 autorización son iguales en amplitud (es decir, a azimuts 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 el Adjunto C, 2.3.3.

210.3.3.1.3.5.3.7

Cuando se utilice un localizador para comunicaciones radiotelefónicas, la suma de las profundidades de modulación de la portadora, debidas a los tonos de 90 Hz y 150 Hz, no excederá del 65% dentro de 10° del eje de rumbo, y del 78% en cualquier otro punto alrededor del localizador.

210.3.3.1.3.5.4 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 el Adjunto C, 2.15, se ofrece el texto de orientación pertinente.

210.3.3.1.3.6 Precisión de la alineación de rumbo

210.3.3.1.3.6.1

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).

210.3.3.1.3.6.2 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 210.3.3.1.3.6.1 y 210.3.3.1.3.6.2; 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 210.3.3.1.3.6.2.

Nota 3: el adjunto C, 2.1.3, contiene texto de orientación sobre la medición de la alineación del curso del localizador. En el adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación sobre la protección de la alineación del curso del localizador.

210.3.3.1.3.7 Sensibilidad de desplazamiento

210.3.3.1.3.7.1

La sensibilidad de desplazamiento nominal, en el semi-sector de rumbo en la referencia ILS, será de 0,00145 DDM/m (0,00044 DDM/ft), pero para los localizadores de categoría I, en los

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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°.

210.3.3.1.3.7.2

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.

210.3.3.1.3.7.3 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 210.3.3.1.3.7.1, 210.3.3.1.3.7.2 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 el adjunto C, 2.7, figura un texto de orientación, sobre la alineación y la sensibilidad de desplazamiento de localizadores, que utilizan dos portadoras.

Nota 3: en el adjunto C, 2.9, figura un texto de orientación, sobre la medición de la sensibilidad de desplazamiento de localizadores.

210.3.3.1.3.7.4

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 10° hasta $\pm 35^\circ$, respecto al eje de 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°, 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 210.3.3.1.3.5.3.6.

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.

210.3.3.1.3.8 Comunicaciones orales

210.3.3.1.3.8.1

Los localizadores de las instalaciones de categorías de actuación I y II, pueden tener un canal de comunicaciones radiotelefónicas de tierra a aire, que pueda funcionar simultáneamente con las señales de navegación e identificación, siempre que, dicho funcionamiento no interfiera en modo alguno con la función esencial del localizador.

210.3.3.1.3.8.2

Los localizadores de la categoría III, no proporcionarán tal canal, excepto donde se hayan cuidado extraordinariamente el proyecto y utilización de la instalación para asegurar que no hay posibilidad de interferencia con la guía de navegación.

210.3.3.1.3.8.3

Si se proporciona el canal habrá de acomodarse a las normas siguientes:

210.3.3.1.3.8.3.1

El canal utilizará la misma portadora o portadoras, empleadas para la función localizadora y la radiación, la cual estará polarizada horizontalmente. Cuando dos portadoras estén moduladas en fonía, el defasaje, de las modulaciones de ambas portadoras, será tal que no se produzcan nullos dentro de la cobertura del localizador.

210.3.3.1.3.8.3.2

La profundidad máxima de modulación de la portadora o portadoras, debida a las comunicaciones radiotelefónicas, no excederá del 50%, pero se ajustará de manera que:

- a. La relación entre la profundidad máxima de modulación, debida a las comunicaciones radiotelefónicas y la debida a la señal de identificación, será aproximadamente de 9 a 1;
- b. La suma de los componentes de modulación, debidos al uso del canal radiotelefónico, a las señales de navegación y a las señales de identificación no excederá del 95%.

210.3.3.1.3.8.3.3

La característica de audiofrecuencia del canal radiotelefónico, será plana con una variación de 3 dB respecto al nivel a 1 000 Hz, en la gama de 300 a 3 000 Hz.

210.3.3.1.3.9 Identificación

210.3.3.1.3.9.1

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.

210.3.3.1.3.9.2

La señal de identificación se emitirá por modulación, clase A2A de la portadora o portadoras, usando un tono de modulación de 1 020 Hz con una tolerancia de ± 50 Hz. La profundidad de modulación, se mantendrá dentro de los límites del 5 y 15%, excepto cuando, se disponga de un canal radiotelefónico, en cuyo caso, se ajustará de tal forma que la relación entre la

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

profundidad máxima de modulación, debida a las comunicaciones radiotelefónicas y la modulación por la señal de identificación, sea aproximadamente de 9 a 1 (véase numeral 210.3.3.1.3.8.3.2). 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.

210.3.3.1.3.9.3

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.

210.3.3.1.3.9.4

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 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.

210.3.3.1.3.10 Emplazamiento

Nota: en el adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo al emplazamiento de las antenas del localizador en el entorno de las pistas y calles de rodaje.

210.3.3.1.3.10.1

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.

210.3.3.1.3.10.2

Para instalaciones de categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se situará y ajustará de acuerdo con 210.3.3.1.3.10.1, a menos que, por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

210.3.3.1.3.10.2.1

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

210.3.3.1.3.11 Equipo monitor

210.3.3.1.3.11.1

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 el numeral 210.3.3.1.3.11.3.1 cuando persista alguna de las condiciones expresadas en el numeral 210.3.3.1.3.11.2:

- a. Suspenderá la radiación;
- b. Suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación;
- c. Pasará a una categoría inferior, tratándose de localizadores para las Categorías de actuación II y III, cuando sea necesario dicho cambio.

210.3.3.1.3.11.2

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 menos del 50% de lo normal, con tal que el localizador continúe satisfaciendo los requisitos de los numerales 210.3.3.1.3.3, 210.3.3.1.3.4 y 210.3.3.1.3.5.
- 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 los numerales 210.3.3.1.3.3, 210.3.3.1.3.4 y 210.3.3.1.3.5.

Nota: es importante reconocer que un cambio de frecuencia, que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en el 210.3.3.1.3.2.1, 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

- a. Cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera en más del 17% del valor nominal para la instalación del localizador.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota: al seleccionar la cifra de reducción de potencia que ha de emplearse en la supervisión a que se hace referencia en 210.3.3.1.3.11.2 e), 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 210.3.3.1.3.3.1.

210.3.3.1.3.11.2.1 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.

210.3.3.1.3.11.3

El período total de radiación, incluyendo el período o períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación especificados en los literales a), b), c), d), e) y f) del numeral 210.3.3.1.3.11.2, será tan corto como sea factible; compatible con la necesidad de evitar interrupciones del servicio de navegación proporcionado por el localizador.

210.3.3.1.3.11.3.1

El período total, a que se hace referencia en el numeral 210.3.3.1.3.11.3, no excederá en ningún caso de:

- 10 segundos para localizadores de la Categoría I
- 5 segundos para localizadores de la Categoría II
- 2 segundos 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.

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 segundos.

210.3.3.1.3.11.3.2 Recomendación:

Cuando sea factible, el período total indicado en el numeral 210.3.3.1.3.11.3.1, 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.

210.3.3.1.3.11.4

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 el adjunto C, 2.1.7, figura texto de orientación sobre proyecto y funcionamiento de los sistemas monitores

210.3.3.1.3.12 Requisitos de integridad y continuidad de servicio

210.3.3.1.3.12.1

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.

210.3.3.1.3.12.2 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.

210.3.3.1.3.12.3

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 2 000 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).

210.3.3.1.3.12.4 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).

Nota: en el adjunto C, 2.8, figura el texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.

210.3.3.1.4 CARACTERÍSTICAS DE INMUNIDAD A LA INTERFERENCIA DE LOS SISTEMAS RECEPTORES DEL LOCALIZADOR ILS

210.3.3.1.4.1

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

$$2N1 + N2 + 72 \leq 0$$

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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

$$2N_1 + N_2 + 3 \left(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

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.

N1 y N2 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, se excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos 210.3.3.1.4.2

$\Delta f = 108,1 - f_1$, donde f_1 es la frecuencia de N1, la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz.

210.3.3.1.4.2

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:

Tabla 7 Nivel Máximo de señal no deseada ILS FM-VHF

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

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1: esta relación es lineal, entre los puntos adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

Nota 2: en el adjunto C, 2.2.2, figura un texto de orientación sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 210.3.3.1.4.1 y 210.3.3.1.4.2.

210.3.3.1.5

Equipo de trayectoria de planeo UHF y monitor correspondiente

Nota 1: se usa en este párrafo, para indicar el ángulo de la trayectoria nominal de planeo.

210.3.3.1.5.1 Generalidades

210.3.3.1.5.1.1

La radiación del sistema de antenas de trayectoria de planeo, UHF, producirá un diagrama de campo compuesto modulado, en amplitud por un tono 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 $1,75 \theta$.

210.3.3.1.5.1.2. Recomendación:

El ángulo de trayectoria de planeo ILS, deberá ser de 3° . Sólo deberán 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.

210.3.3.1.5.1.2.1 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 el adjunto C, 2.4, se proporciona el texto de orientación relativo al ajuste y mantenimiento de los ángulos de trayectoria de planeo.

Nota 2: en el adjunto C, 2.4 y Figura C-5, 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.

Nota 3: en el adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS

210.3.3.1.5.1.3

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.

210.3.3.1.5.1.4

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).

210.3.3.1.5.1.5 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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 el adjunto C, 2.4, figura texto de orientación apropiado.

210.3.3.1.5.1.6 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).

210.3.3.1.5.2 Radiofrecuencia

210.3.3.1.5.2.1

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 0,02%, 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.

210.3.3.1.5.2.2

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

210.3.3.1.5.2.3

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.

210.3.3.1.5.3 Cobertura

210.3.3.1.5.3.1

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

210.3.3.1.5.3.2

A fin de proporcionar la cobertura para la actuación de la trayectoria de planeo especificada en el numeral 210.3.3.1.5.3.1, la intensidad mínima de campo en este sector de cobertura será de 400 $\mu\text{V/m}$ (- 95 dBW/m²). 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 adjunto C, 2.2, contiene texto de orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo.

Nota 3: el adjunto C, 2.4, 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.

210.3.3.1.5.4 Estructura de la trayectoria de planeo ILS

210.3.3.1.5.4.1

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:

Tabla 8 Limite Amplitud Codos Trayectoria de Planeo Cat I

Zona	Amplitud (DDM) (probabilidad del 95%)
Límite exterior de la cobertura hasta el punto "C".	0.035

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.1.5.4.2

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:

Tabla 9 Limite Amplitud Codos Trayectoria de Planeo Cat II – III

Zona	Amplitud (DDM) (Probabilidad del 95%)
Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS	0,035
Desde el punto "A" del ILS 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" del ILS hasta la referencia ILS.	0,023

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1: las amplitudes mencionadas en 210.3.3.1.5.4.1 y 210.3.3.1.5.4.2, son las DDM debidas a los codos, obtenidas en la trayectoria media de planeo cuando esté correctamente ajustada.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 el adjunto C, 2.1.4, figura texto de orientación referente a la estructura del curso de la trayectoria de planeo. En el adjunto C, 2.1.9, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.

210.3.3.1.5.5 Modulación de la portadora

210.3.3.1.5.5.1

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%.

210.3.3.1.5.5.2

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

- a. 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.
- b. 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 90 Hz no excederá del 5%.
- e. El contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

210.3.3.1.5.5.2.1 Recomendación:

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

210.3.3.1.5.5.2.2

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%.

210.3.3.1.5.5.3

La modulación estará acoplada en fase, de manera que dentro del semi-sector 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 1: esta manera de definir la relación de fase, no tiene por objeto implicar el requisito de medición de la fase dentro del semi-sector de la trayectoria de planeo ILS.

Nota 2: en la figura C-6 del adjunto C, aparece texto de orientación referente a tales medidas.

210.3.3.1.5.5.3.1

En el caso de los sistemas de trayectoria de planeo, con dos portadoras, 210.3.3.1.5.5.3, 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 mismo 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:
 - 1) Para las trayectorias de planeo ILS de las Categorías I y II, 20°;
 - 2) Para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría III, 10°, de fase relativa a 150 Hz.

210.3.3.1.5.5.3.2

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 210.3.3.1.5.5.3.1. 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 210.3.3.1.5.5.3.1.

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 es aproximadamente igual.

210.3.3.1.5.5.4 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 el adjunto C, 2.15, se ofrece el texto de orientación pertinente.

210.3.3.1.5.6 Sensibilidad de desplazamiento

210.3.3.1.5.6.1

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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.5.6.2 Recomendación:

En el caso de trayectorias de planeo ILS, de instalaciones de la categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular deberá 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, deberán ser todo lo más simétricos posible, dentro de los límites especificados en 210.3.3.1.5.6.1.

210.3.3.1.5.6.3

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 $\pm 0,020 \theta$.
- b. $0,12 \theta$ por encima de la trayectoria, con una tolerancia de $+0,02 \theta$ y $-0,05 \theta$.

210.3.3.1.5.6.4

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 $\pm 0,02 \theta$.

210.3.3.1.5.6.5

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.

Nota: los límites de ajuste del equipo de trayectoria de planeo se representan gráficamente en la Figura C-11 del adjunto C.

210.3.3.1.5.6.6

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.

210.3.3.1.5.6.7

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.

210.3.3.1.5.6.8

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.

210.3.3.1.5.7 Equipo monitor

210.3.3.1.5.7.1

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 210.3.3.1.5.7.3.1, 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 los numerales 210.3.3.1.5.3, 210.3.3.1.5.4 y 210.3.3.1.5.5.
- 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 los numerales 210.3.3.1.5.3, 210.3.3.1.5.4 y 210.3.3.1.5.5.

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, en 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.

Nota 1: el valor de 0,7475 θ 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 θ como límite del monitor para este fin. En los procedimientos para los servicios de navegación aérea — operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), figuran indicaciones sobre los criterios de franqueamiento de obstáculos.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 semi-sector 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 210.3.3.1.5.6, o en los propios límites, puede ser que resulte necesario ajustar los límites de funcionamiento del monitor como protección contra desviaciones de semi-sector 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 el Adjunto C, 2.4.

210.3.3.1.5.7.2 Recomendación:

Deberá disponerse de supervisión de características, de la trayectoria de planeo ILS, con tolerancias más pequeñas, en los casos en que, de no hacerlo, habrá dificultades para las operaciones.

210.3.3.1.5.7.3

El período total de radiación, incluidos los períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación prescritos en 210.3.3.1.5.7.1, será lo más corto posible, compatible con la necesidad de evitar la interrupción del servicio de navegación suministrado por la trayectoria de planeo ILS

210.3.3.1.5.7.3.1

El período total de radiación mencionado en 210.3.3.1.5.7.3 no sobrepasará en ningún caso:

6 segundos, respecto a las trayectorias de planeo ILS de la Categoría I;
2 segundos, 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 localizadores 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 segundos.

210.3.3.1.5.7.3.2 Recomendación:

Cuando sea factible, el período total especificado en 210.3.3.1.5.7.3.1 para trayectorias de planeo ILS de las Categorías II y III, no debería exceder de 1 segundo.

210.3.3.1.5.7.3.4

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 telemando, designados en caso de falla del propio monitor.

Nota: El adjunto C, 2.1.7, contiene texto de orientación sobre el proyecto y funcionamiento de sistemas monitores.

210.3.3.1.5.8 Requisitos de integridad y continuidad de servicio

210.3.3.1.5.8.1

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.

210.3.3.1.5.8.2 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.

210.3.3.1.5.8.3

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 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

210.3.3.1.5.8.4 Recomendación:

La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas, deberá 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 (equivalentes a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Nota: en el adjunto C, 2.8, figura el texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.

210.3.3.1.6 PARES DE FRECUENCIAS DEL LOCALIZADOR Y DE LA TRAYECTORIA DE PLANEAMIENTO

210.3.3.1.6.1

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, de conformidad con las disposiciones del volumen V, capítulo 4, 4.2:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 10 Pares de Frecuencia LOC-GS

Localizador (MHz)	Trayectoria de planeo (MHz)
108,10	334,70
108,15	334,55
108,30	334,10
108,35	333,95
108,50	329,90
108,55	329,75
108,70	330,50
108,75	330,35
108,90	329,30
108,95	329,15
109,10	331,40
109,15	331,25
109,30	332,00
109,35	331,85
109,50	332,60
109,55	332,45
109,70	333,20
109,75	333,05
109,90	333,80
109,95	333,65
110,10	334,40
110,15	334,25
110,30	335,00
110,35	334,85
110,50	329,60
110,55	329,45
110,70	330,20
110,75	330,05
110,90	330,80
110,95	330,65
111,10	331,70
111,15	331,55
111,30	332,30
111,35	332,15
111,50	332,90
111,550	332,75
111,700	333,50
111,750	333,35
111,900	331,10
111,950	330,95

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.6.1.1

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:

Tabla 11 Pares de Frecuencia LOC-GS menor a 20 pares

Número de orden	Localizador (MHz)	Trayectoria de planeo (MHz)
1	110,30	335,00
2	109,90	333,80
3	109,50	332,60
4	110,10	334,40
5	109,70	333,20
6	109,30	332,00
7	109,10	331,40
8	110,90	330,80
9	110,70	330,20
10	110,50	329,60
11	108,10	334,70
12	108,30	334,10
13	108,50	329,90
14	108,70	330,50
15	108,90	329,30
13	108,50	329,90
14	108,70	330,50
15	108,90	329,30
16	111,10	331,70
17	111,30	332,30
18	111,50	332,90
19	111,70	333,50
20	111,90	331,10

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

210.3.3.1.6.1.2

En los casos en que los localizadores ILS, actuales que satisfacen necesidades nacionales, funcionen en frecuencias que terminen en décimas pares de megahertzio, se les asignará nuevas frecuencias de conformidad con 210.3.3.1.6.1 ó 210.3.3.1.6.1.1 tan pronto como sea

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

posible, y sólo podrán seguir operando en las actuales asignaciones hasta que pueda efectuarse esta nueva asignación.

210.3.3.1.6.1.3

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 210.3.3.1.6.1 (véase el Volumen V, capítulo 4, 4.2).

210.3.3.1.7 RADIOBALIZAS VHF

210.3.3.1.7.1 Generalidades

- a. Habrá dos radiobalizas en cada instalación, salvo cuando la autoridad competente considere que una sola radiobaliza es suficiente. Podrá añadirse una tercera radiobaliza siempre que la autoridad competente estime que se necesita en determinado lugar debido a los procedimientos de operaciones.
- b. La radiobaliza se ajustará a los requisitos indicados en 210.3.3.1.7. Si la instalación comprende sólo dos radiobalizas, se cumplirán los requisitos aplicables a la intermedia y a la exterior. Si la instalación comprende sólo una radiobaliza, se cumplirán los requisitos aplicables ya sea a la intermedia o a la exterior. Si las radiobalizas se reemplazan por DME, se aplicarán los requisitos de 210.3.3.1.7.6.5.
- 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.

210.3.3.1.7.1.1

Cuando se use una radiobaliza, en relación con el rumbo posterior de un localizador, debería ajustarse a las características de la radiobaliza que se especifica en 210.3.3.1.7

210.3.3.1.7.1.2

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, intermedia y exterior, según se prescribe en 210.3.3.1.7.5.1

210.3.3.1.7.2 Radiofrecuencia

210.3.3.1.7.2.1

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

210.3.3.1.7.3 Cobertura

210.3.3.1.7.3.1

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:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- a. Radiobaliza interna: 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).

210.3.3.1.7.3.2

La intensidad de campo en los límites de la zona de cobertura especificada en 210.3.3.1.7.3.1, 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).

210.3.3.1.7.4 Modulación

210.3.3.1.7.4.1 Las frecuencias de modulación serán las siguientes:

- a. Radiobaliza interna (si se instala): 3 000 Hz;
- b. Radiobaliza intermedia: 1 300 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%.

210.3.3.1.7.4.2

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

210.3.3.1.7.5 Identificación

210.3.3.1.7.5.1

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

- a. Radiobaliza interna: 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%.

210.3.3.1.7.6 Emplazamiento

210.3.3.1.7.6.1

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

210.3.3.1.7.6.1.1 Recomendación:

Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza interna debería estar emplazada a una distancia comprendida entre 75 m (250 ft) y 450 m (1 500 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 el adjunto C, 2.10.

210.3.3.1.7.6.1.2 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 210.3.3.1.7.6.1.1.

210.3.3.1.7.6.2

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

210.3.3.1.7.6.2.1

Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza intermedia debería ubicarse a 1 050 m (3 500 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 adjunto C, 2.10, que trata del emplazamiento de las radiobalizas interna e intermedia.

210.3.3.1.7.6.2.2

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 210.3.3.1.7.6.2.1

210.3.3.1.7.6.3

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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.1.7.6.3.1 Recomendación:

La radiobaliza exterior, debería emplazarse a 7,2 Km. (3,9 NM) del umbral, excepto que, 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.

210.3.3.1.7.6.4 Recomendación:

Si el diagrama de radiaciones 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.

210.3.3.1.7.6.5

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 de la parte 154 del RACAE:

210.3.3.1.7.6.5.1

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.

210.3.3.1.7.6.5.2

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.

210.3.3.1.7.6.5.3

El DME, a que se alude en 210.3.3.1.7.6.5, se ajustará a la especificación que figura en 3.5.

210.3.3.1.7.7 Equipo monitor

210.3.3.1.7.7.1

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.

210.3.3.1.7.7.2 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%.

210.3.3.2 ESPECIFICACIÓN PARA EL SISTEMA RADAR DE APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN

Nota: las distancias empleadas en estas especificaciones son siempre las directas.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.2.1

El sistema radar de aproximación de precisión, comprenderá los siguientes componentes:

210.3.3.2.1.1

El elemento radar de aproximación de precisión (PAR).

210.3.3.2.1.2

El elemento radar de vigilancia (SRE).

210.3.3.2.2

Cuando se emplee el PAR únicamente, se identificará la instalación, mediante el término PAR o radar de aproximación de precisión y no mediante la expresión sistema radar de aproximación de precisión

Nota: en el anexo 11 de la OACI, capítulo 6, figuran las disposiciones referentes al registro y conservación de datos radar.

210.3.3.2.3 Elemento radar de aproximación de precisión (PAR)

210.3.3.2.3.1 Cobertura

210.3.3.2.3.1.1

El PAR podrá detectar e indicar la posición de una aeronave de 15 m² o más de área de eco, que se encuentre dentro de un espacio limitado por un sector azimut al de 20° y un sector de elevación de 7° a una distancia de 16,7 km (9 NM) por lo menos, de su respectiva antena.

Nota: como guía para determinar el significado de las áreas de eco de una aeronave, se incluye la tabla siguiente:

Tabla 12 ECO Emitido por Aeronaves

TIPO DE AERONAVE	DIMENSIÓN EN M2
Avión privado (monomotor):	De 5 a 10 m ² .
Bimotores de pequeñas dimensiones	Desde 15 m ² .
Bimotores de dimensiones medianas	Desde 25 m ² .
Cuadrimotores	De 50 a 100 m ² .

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.2.3.2 Emplazamiento

210.3.3.2.3.2.1

El PAR se emplazará y ajustará, para que proporcione servicio completo a un sector cuyo vértice esté en un punto a 150 m (500 ft), del punto de toma de contacto, en la dirección del extremo de parada de la pista, y que se extiende en azimut de $\pm 5^\circ$ respecto al eje de la pista, y en elevación de -1° a $+6^\circ$.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 1: los requisitos indicados en el 210.3.3.2.3.2.1, pueden satisfacerse haciendo retroceder el emplazamiento del equipo respecto al punto de toma de contacto, en la dirección del extremo de parada de la pista, 915 m (3 000 ft) o más para una separación de 120 m (400 ft) respecto al eje de la pista, o 1 200 m (4 000 ft) o más, para una separación de 185 m (600 ft), cuando el equipo está alineado para explorar más o menos 10° respecto al eje de la pista. En cambio, si el equipo está alineado para explorar 15° hacia lado y 5° al otro del eje de la pista, el retroceso mínimo puede reducirse a 685 m (2 250 ft) y 915 m (3 000 ft) para separaciones de 120 m (400 ft) y 185 m (600 ft) respectivamente.

Nota 2: en el adjunto C (Figuras C-14 a C-17), se dan diagramas que ilustran el emplazamiento del PAR.

210.3.3.2.3.3 Precisión

210.3.3.2.3.3.1 Precisión en azimut.

La información de azimut, se indicará de manera que, las desviaciones a la izquierda o a la derecha respecto a la línea de rumbo puedan observarse fácilmente. El error máximo admisible en relación con la desviación respecto a la línea de rumbo será ya sea del 0,6%, de la distancia desde la antena PAR + el 10% de la desviación respecto a la línea de rumbo, o 9 m (30 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. El equipo estará emplazado, de manera que, el error en el punto de toma de contacto no exceda de 9 m (30 ft). El sistema estará alineado y ajustado, de manera que, el error indicado en el punto de toma de contacto sea el mínimo y no exceda del 0,3% de la distancia desde la antena PAR, o 4,5 m (15 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves, que se hallen a un ángulo azimutal de 1,2° una de otra.

210.3.3.2.3.3.2 Precisión en elevación.

La información de elevación, se indicará de modo que, las desviaciones por encima o por debajo de la trayectoria de descenso para las cuales se haya ajustado el equipo sean fácilmente observables. El error máximo admisible de las desviaciones, respecto a la línea de rumbo será 0,4%, de la distancia desde la antena PAR + el 10% del desplazamiento real respecto a la trayectoria de planeo elegida, o 6 m (20 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. El equipo, estará emplazado de manera que el error en el punto de toma de contacto no exceda de 6 m (20 ft). Además, estará alineado y ajustado de manera que el error indicado en el punto de toma de contacto sea mínimo y no exceda del 0,2% de la distancia desde la antena PAR, o 3 m (10 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que se hallen a 0,6° de elevación una de otra.

210.3.3.2.3.3.3 Precisión en distancia.

El error en la indicación de la distancia, al punto de toma de contacto, no excederá de 30 m (100 ft) + el 3% de la distancia desde dicho punto. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que se hallen a 120 m (400 ft) una de otra, en el mismo azimut.

210.3.3.2.3.4

Se dispondrá de información que permita, establecer la posición de la aeronave controlada en relación con la de otras aeronaves y obstáculos. Las indicaciones, permitirán también el cálculo de su velocidad respecto a tierra y el régimen de desviación o aproximación respecto a la trayectoria de vuelo deseada.

210.3.3.2.3.5

La información se renovará completamente cada segundo, por lo menos.

210.3.3.2.4 Elemento radar de vigilancia (SRE)

210.3.3.2.4.1

El elemento radar de vigilancia utilizado como SRE de un sistema radar de aproximación de precisión, satisfará al menos los siguientes requisitos de actuación.

210.3.3.2.4.2 Cobertura

210.3.3.2.4.2.1

El SER, podrá detectar aeronaves de 15 m² o más, de área de eco, que estén en la línea visual de la antena, dentro del volumen descrito en la forma siguiente:

Una superficie plana vertical que gira 360° alrededor de la antena, cuyos límites son: una línea que forma un ángulo de 1,5° sobre el plano horizontal de la antena, que se prolonga desde ésta hasta 37 km (20 NM); una línea vertical a 37 km (20 NM) desde la intersección con la línea de 1,5° hasta 2 400 m (8 000 ft) sobre el nivel de la antena; una línea horizontal a 2 400 m (8 000 ft) desde 37 km (20 NM) que vuelve hacia la antena, hasta la intersección con una línea que parte de la antena con 20° de inclinación sobre el plano horizontal de la misma; y una línea a 20°, desde la intersección con la línea a 2 400 m (8 000 ft) hasta la antena.

210.3.3.2.4.2.2 Recomendación:

Al llevar a cabo las investigaciones, debería procurarse aumentar la zona servida para aeronaves que tengan un área de eco de 15 m² hasta, por lo menos, el volumen obtenido al enmendar 210.3.3.2.4.2.1 con las sustituciones siguientes:

- a. donde dice 1,5°, léase 0,5°;
- b. donde dice 37 km (20 NM), léase 46,3 km (25 NM);
- c. donde dice 2 400 m (8 000 ft), léase 3 000 m (10 000 ft);
- d. donde dice 20°, léase 30°.

Nota: en el adjunto C, figura C-18, aparece un diagrama que indica la cobertura vertical del SRE.

210.3.3.2.4.3 Precisión

210.3.3.2.4.3.1 Precisión en azimut.

La indicación de posición en azimut, estará comprendida dentro de $\pm 2^\circ$ respecto a la posición verdadera. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves dentro de 4° de azimut una de otra.

210.3.3.2.4.3.2 Precisión en distancia.

El error en la indicación de distancia, no excederá del 5% de la distancia verdadera, o de 150 m (500 ft), el valor que sea mayor. Será posible, resolver las posiciones de dos aeronaves que estén separadas por una distancia del 1% de la distancia verdadera desde el punto de observación, o 230 m (750 ft), el valor que sea mayor.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.2.4.3.2.1 Recomendación:

El error en la indicación de distancia, no debería exceder del 3% de la distancia verdadera, o de 150 m (500 ft), el valor que sea mayor.

210.3.3.2.4.4.

El equipo, podrá renovar completamente la información concerniente a distancia y azimut de cualquier aeronave dentro de la zona servida por el equipo, cada 4 segundos por lo menos.

210.3.3.2.4.5 Recomendación:

Debería tratarse de reducir, en todo lo posible, las perturbaciones causadas por los ecos de tierra o los debidos a nubes y precipitación.

210.3.3.3 ESPECIFICACIÓN PARA EL RADIOFARO OMNIDIRECCIONAL VHF (VOR)

Imagen 1 DVOR/DME (BRIAV 25)



Fuente: Propia (2020)

210.3.3.3.1 Generalidades

210.3.3.3.1.1

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.

210.3.3.3.1.2

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.

210.3.3.3.1.3

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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

210.3.3.3.2 Radiofrecuencia

210.3.3.3.2.1

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 volumen V capítulo 4 numerales 4.2.1 y 4.2.3.1, del anexo 10 de OACI "Utilización Del Espectro De Radiofrecuencias Aeronáuticas" 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 $\pm 0,005\%$.

210.3.3.3.2.2

La tolerancia de frecuencia, para la portadora en todas las nuevas instalaciones montadas después del 23 de mayo de 1974, en áreas en que la separación entre canales usada sea de 50 KHz, será de $\pm 0,002\%$.

210.3.3.3.2.3

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 $\pm 0,002\%$.

210.3.3.3.3 Polarización y precisión del diagrama

210.3.3.3.3.1

La emisión del VOR, se polarizará horizontalmente. La componente polarizada verticalmente de la radiación, será la menor posible y se comprobará en vuelos de inspección.

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), 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.

210.3.3.3.4 Cobertura

210.3.3.3.4.1

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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.3.4.2 Recomendación:

La intensidad de campo o la densidad de energía en el espacio de las señales VOR, que se requieren para lograr un funcionamiento satisfactorio de una instalación de aeronave típica, al mínimo nivel de servicio y al máximo del radio efectivo especificado, deberá ser de $90\mu\text{V}/\text{m}$ ó $107\text{ dBW}/\text{m}^2$.

Nota: los valores típicos de la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) para lograr alcances especificados figuran en el adjunto C, 3.1. La definición de PIRE, figura en 3.5.1.

210.3.3.3.5 Modulaciones de las señales de navegación

210.3.3.3.5.1

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”.

210.3.3.3.5.2

La profundidad nominal de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal de 30 Hz o la subportadora de 9 960 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.

210.3.3.3.5.3

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 y 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071) contiene información adicional sobre la aplicación de tolerancias de modulación en vuelo.

210.3.3.3.5.4

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

210.3.3.3.5.5

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

210.3.3.2.5.6

- 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.

210.3.3.3.5.7

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 9960 Hz.

Tabla 13 Nivel de Banda Lateral

SUBPORTADORA	NIVEL
9 960 Hz	Referencia 0 dB
2ª armónica	-30 dB
3ª armónica	-50 dB
4ª armónica y siguientes	-60 dB

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.3.6 Radiotelefonía e identificación

210.3.3.3.6.1

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

210.3.3.3.6.2

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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.3.6.3

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.

210.3.3.3.6.4

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.

210.3.3.3.6.5

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.

210.3.3.3.6.5.1 Recomendación:

La señal de identificación, deberá 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 210.3.3.5.2.5, las disposiciones respecto a identificación de 210.3.3.5.3.6.4, influyen en la identificación VOR.

210.3.3.3.6.6

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%.

210.3.3.3.6.6.1 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 deberá ser $5 \pm 1\%$, a fin de suministrar una calidad satisfactoria de radiotelefonía.

210.3.3.3.6.7

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.

210.3.3.3.6.8

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 especificada, y con los parámetros de modulación especificados en los numerales 210.3.3.3.6.5, 210.3.3.3.6.6 y 210.3.3.3.6.7

210.3.3.3.7 Equipo monitor

210.3.3.2.7.1

Un equipo adecuado, situado en el campo de radiación, proporcionará señales para el funcionamiento de un monitor automático. Dicho equipo, 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.

210.3.3.3.7.2

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 el Adjuntos C, 3 y el Adjunto E, figuran textos de orientación sobre el VOR

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

210.3.3.3.8.1

El sistema receptor del VOR, proporcionará inmunidad adecuada a la interferencia por efectos de intermodulación de tercera 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;

$$2N_1 + N_2 + 3 \left(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

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 en la frecuencia deseada del VOR.

N1 y N2 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 210.3.3.3.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$, donde f_1 es la frecuencia de N1, la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.3.8.2

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:

Tabla 14 Nivel Máximo de señal no deseada VOR FM-VHF

Frecuencia (MHz)	Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor (dBm)
88-102	+15
104,00	+10
106,00	+5
107,90	-10

*Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Vol 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)*

Nota 1: esta relación es lineal, entre punto adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

Nota 2: en el adjunto C, 3.6.5, figura un texto de orientación, sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 210.3.3.3.8.1 y 210.3.3.3.8.2.

210.3.3.4 ESPECIFICACIÓN PARA EL RADIOFARO NO DIRECCIONAL (NDB)

210.3.3.4.1 Definiciones

Nota: en el adjunto C, se da orientación sobre el significado y aplicación de cobertura nominal y 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).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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

210.3.3.4.2 Cobertura

210.3.3.4.2.1

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

Nota 1: en el adjunto C, 6.1, y en las disposiciones pertinentes de la UIT, estipuladas en el capítulo VIII, Artículo 35, Sección IV, parte B del Reglamento de Radiocomunicaciones, se da orientación a las intensidades de campo requeridas especialmente en las latitudes comprendidas entre 30°N y 30°S.

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.

210.3.3.4.2.2

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

Nota 1: al clasificar los radiofaros, situados en zonas donde puedan producirse variaciones diurnas y de temporada, en las zonas de servicio clasificadas, deberían tenerse en cuenta dichas variaciones.

Nota 2: los radiofaros, que tengan un radio medio de zona de servicio clasificada, comprendido entre 46,3 y 278 km (25 y 150 NM), pueden designarse por el múltiplo de 46,3 km (25 NM), más próximo al radio medio de su zona de servicio clasificada, y los radiofaros con una zona de servicio clasificada superior a 278 km (150 NM), por el múltiplo de 92,7 km (50 NM) más próximo.

210.3.3.4.2.3 Recomendación:

Cuando la cobertura nominal de un NDB, es bastante diferente en varios sectores importantes de operación, su clasificación deberá 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 deberá 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°

210.3.3.4.3 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.

210.3.3.4.4 Radiofrecuencias

210.3.3.4.4.1

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

210.3.3.4.4.2

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%.

210.3.3.4.4.3 Recomendación:

Cuando se utilicen dos radiofaros de localización, como complemento de un ILS, la separación de frecuencia entre las portadoras de los dos no deberá 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.

210.3.3.4.4.4

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 volumen V, capítulo 3,3.2.2 se amplía la orientación acerca del funcionamiento de los radiofaros de localización en canales de frecuencia común.

210.3.3.4.5 Identificación

210.3.3.4.5.1

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.

210.3.3.4.5.2

Cada 30 segundos 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.4.5.2.1 Recomendación:

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

210.3.3.4.5.3

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 segundos, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

210.3.3.4.5.4

La frecuencia del tono de modulación, usado para la identificación, será de 1020 Hz \pm 50 Hz o de 400 Hz \pm 25 Hz.

Nota: la determinación de las cifras, que han de usarse se haría regionalmente teniendo en cuenta las consideraciones contenidas en el adjunto C, 6.5.

210.3.3.4.6 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.

210.3.3.4.6.1

Excepto lo dispuesto en 210.3.3.4.6.1.1 todos los NDB, radiarán una portadora ininterrumpida y se identificarán por interrupción de un tono de modulación de amplitud (NON/A2A).

210.3.3.4.6.1.1

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").

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.4.6.2

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

210.3.3.4.6.3

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 el adjunto C, 6.4, figuran algunas consideraciones, respecto a la profundidad de modulación.

210.3.3.4.6.4 Recomendación:

No deberá 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.

210.3.3.4.6.5

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.

210.3.3.4.6.6

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).

210.3.3.4.7 Emplazamiento de los radiofaros de localización

210.3.3.4.7.1 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 PANS-OPS (Doc 8168).

210.3.3.4.7.2 Recomendación:

Cuando se instalan radiofaros 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.

210.3.3.4.8 Equipo monitor

210.3.3.4.8.1

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.

210.3.3.4.8.2 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, 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%.

210.3.3.4.8.3

Durante las horas de servicio de un NDB, los medios de control deberán proporcionar comprobación constante del funcionamiento del NDB, según se prescribe en el numeral 210.3.3.4.8.1 a), b) y c).

210.3.3.4.8.4

Durante las horas de servicio de un NDB, que no sea un radiofaro de localización, los medios de control proporcionarán comprobación constante del funcionamiento del radiofaro de localización según el numeral 210.3.3.4.8.1 a), b) y c).

Nota: en el adjunto C, 6.6, figura texto de orientación sobre la comprobación del NDB.

210.3.3.5 ESPECIFICACIÓN PARA EL EQUIPO RADIOTELEMÉTRICO UHF (DME)

Nota: en la sección siguiente se han previsto dos tipos de instalaciones DME: DME/N para las aplicaciones generales, y DME/P según se indica en 210.3.3.11.3.

210.3.3.5.1 Definiciones

Amplitud del impulso: tensión máxima de la envolvente del impulso, es decir, A en la Figura 210.3.3.1

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 y entre los modos FA e IA.

DME/N: equipo radio telemétrico, principalmente para servir las necesidades operacionales de la navegación en ruta o TMA, donde la “N” identifica las características de espectro estrecho.

DME/P: elemento radio telemétrico del MLS, donde la “P” significa telemetría de precisión. Las características del espectro son similares a las del DME/N.

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 210.3.3.1

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.

Modo de aproximación final (FA): la condición de la operación del DME/P, que presta apoyo a las operaciones de vuelo en las zonas de aproximación final y de pista.

Modo de aproximación inicial (IA): la condición de la operación del DME/P, que presta apoyo a las operaciones de vuelo, fuera de la zona de aproximación final y con características de compatibilidad con el DME/N.

odos 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 210.3.3.2).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Potencia isotrópica radiada equivalente (P.I.R.E): 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).

Punto de referencia de aproximación MLS: punto en la trayectoria de planeo mínima a una altura determinada sobre el umbral (véase 210.3.3.11).

Punto de referencia MLS: punto del eje de la pista, más próximo al centro de fase, de la antena de elevación de aproximación (véase 3.11).

Ruido de mandos (CMN): aquella parte del error de la señal de guía, que origina movimientos en los timones y mandos y pudiera afectar al ángulo de actitud de la aeronave, durante el vuelo acoplado, pero que no hace que la aeronave se desvíe del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados (véase 210.3.3.11).

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 210.3.3.1

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 210.3.3.1 y 210.3.3.2.

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 210.3.3.1.

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.

210.3.3.5.2 Generalidades

210.3.3.5.2.1

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 de equipo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.5.2.2

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.

210.3.3.5.2.3

Al funcionar, los interrogadores, cuestionarán 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.

210.3.3.5.2.4

El DME/P tendrá dos modos de funcionamiento, IA y FA.

210.3.3.5.2.5

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

- a. funcionarán en pares de frecuencias normalizados de conformidad con 210.3.3.5.3.3.4;
- b. tendrán un emplazamiento común dentro de los límites prescritos en 210.3.3.5.2.6 para instalaciones conexas; y
- c. cumplirán con las disposiciones sobre identificación, de 210.3.3.5.3.6.4.

Figura No 1.

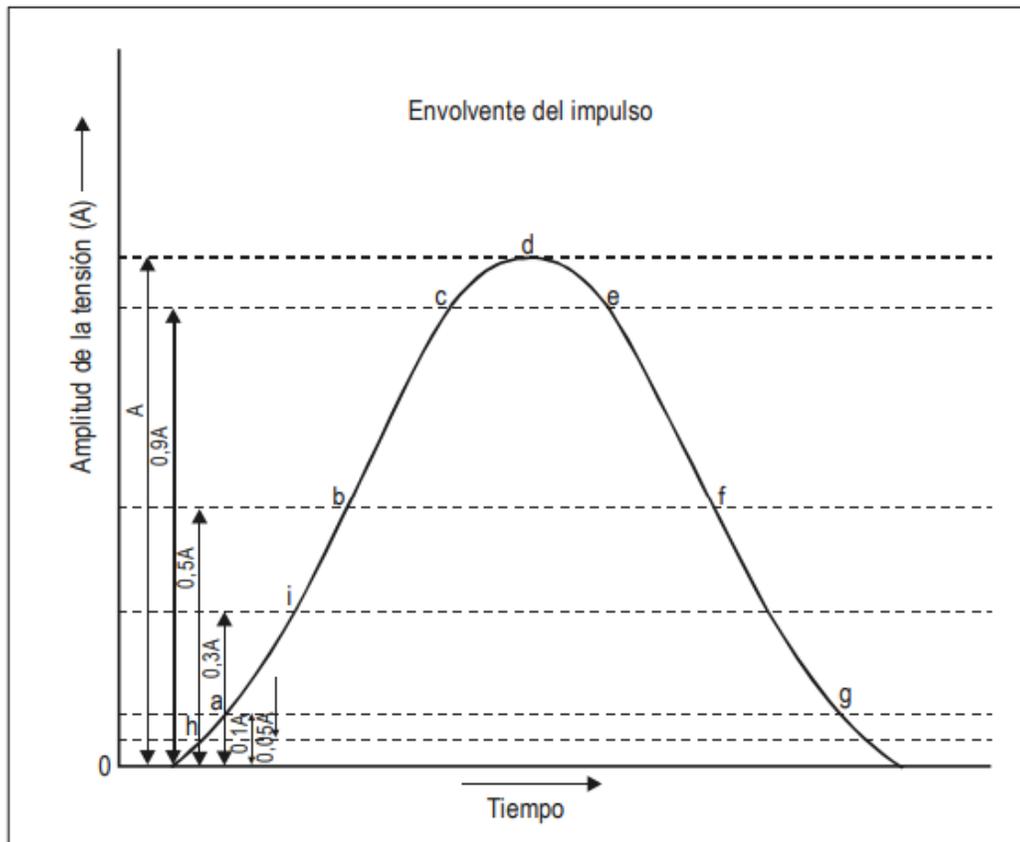
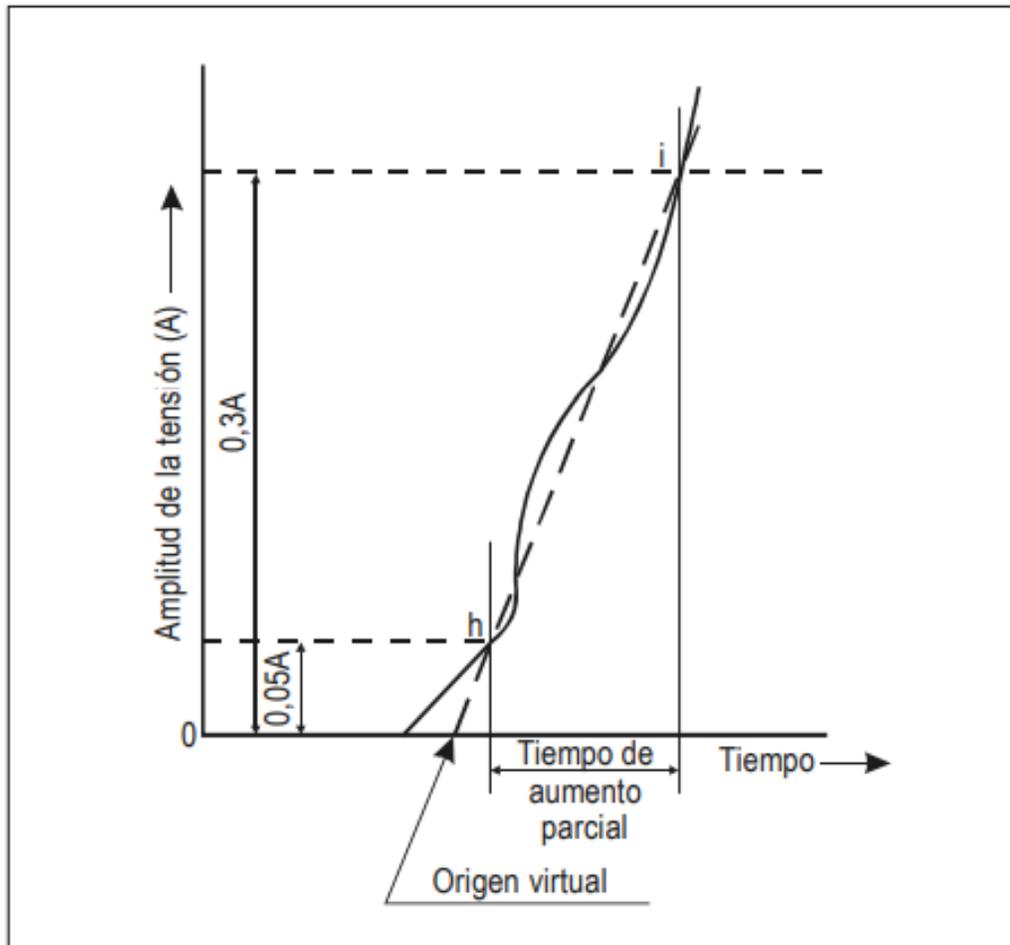


Figura No 2



**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.5.2.6

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

210.3.3.5.2.6.1

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 excede de 80 m (260 ft);
- b. para fines distintos de los indicados en a), la separación de las antenas del VOR y del

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

DME no excede de 600 m (2 000 ft).

210.3.3.5.2.6.2

Asociación del DME con el ILS

Nota: en el Adjunto c, 2.11, se proporciona orientación sobre la asociación del DME con el ILS.

210.3.3.5.2.6.3

Asociación del DME con el MLS

210.3.3.5.2.6.3.1 Recomendación:

Si se utiliza un DME/P para proporcionar información de distancia debería estar emplazado tan cerca como sea posible de la instalación en azimut MLS.

Nota: en el adjunto G, 5, y en el adjunto C, 7.1.6, se proporciona orientación sobre el emplazamiento del DME con el MLS. En estos textos de orientación, se indican en particular las medidas apropiadas, que han de adoptarse para impedir que, respecto a la misma pista, se den distintas indicaciones de distancia cero cuando el DME/P esté asociado con el MLS y cuando el DME/N esté asociado con el ILS.

210.3.3.5.2.7

Las normas de 210.3.3.5.3, 3.5.4 y 210.3.3.5.5 identificadas con ‡ se aplicarán sólo al equipo DME, que se instaló por primera vez después del 1 de enero de 1989.

210.3.3.5.3 Características del sistema

210.3.3.5.3.1 Actuación

210.3.3.5.3.1.1 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.

210.3.3.5.3.1.2 Cobertura.

210.3.3.5.3.1.2.1

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

210.3.3.5.3.1.2.2

Cuando el DME/N esté asociado, ya sea con un ILS o un MLS, la cobertura correspondiente será por lo menos la del ILS respectivo o la de los sectores de cobertura de guía angular en azimut MLS

210.3.3.5.3.1.2.3

La cobertura del DME/P será por lo menos la proporcionada por los sectores de cobertura de guía angular en azimut MLS.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

210.3.3.5.3.1.3 Precisión

210.3.3.5.3.1.3.1 Precisión del sistema.

Las normas de precisión que se especifican en 210.3.3.5.3.1.4, 210.3.3.5.4.5 y 210.3.3.5.5.4 serán satisfechas con una probabilidad del 95%.

210.3.3.5.3.1.4 Precisión del DME/P

Nota 1: en los párrafos siguientes, se establecen dos normas de precisión del DME/P, 1 y 2, para tener en cuenta varias aplicaciones.

Nota 2: en el adjunto C, 7.3.2, se proporciona orientación con respecto a las normas de precisión.

210.3.3.5.3.1.4.1 Componentes de error.

El error a lo largo de la trayectoria (PFE), estará integrado por aquellas componentes de frecuencia en el error del DME/P, a la salida del interrogador, que tengan un valor inferior a 1,5 rad/s. El ruido de mandos (CMN), estará integrado por aquellas componentes de frecuencia en el error del DME/P a la salida del interrogador, cuyo valor esté comprendido entre 0,5 y 10 rad/s.

Nota: los límites de error especificados en un punto, se aplicarán a lo largo de una trayectoria de vuelo que incluya a ese punto. La información sobre la interpretación de los errores del DME/P y la medida de dichos errores, a lo largo de un intervalo adecuado a la inspección en vuelo, se proporcionan en el Adjunto C, 7.3.6.1.

210.3.3.5.3.1.4.2

Los errores a lo largo de la prolongación del eje de la pista, no excederán de los valores proporcionados en la Tabla B al final de este capítulo.

210.3.3.5.3.1.4.3

El sector de aproximación, fuera de la prolongación del eje de pista, el PFE admisible tanto, para la norma 1 como para la norma 2, podrá aumentar linealmente con el ángulo hasta un valor de $\pm 40^\circ$ de ángulo de azimut MLS, cuando el error admisible es 1,5 veces el correspondiente a la prolongación de eje de pista a la misma distancia. El CMN admisible, no aumentará con el ángulo. Las modificaciones del ángulo de elevación no provocarán deterioro del PFE o del CMN.

210.3.3.5.3.2

Los errores a lo largo de la prolongación del eje de la pista no excederán de los valores proporcionados en la Tabla B al final de este capítulo.

210.3.3.5.3.3 Canales

210.3.3.5.3.3.1

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.

210.3.3.5.3.3.2

Codificación de los impulsos. Los canales DME/P, tendrán dos códigos de impulso de interrogación distintos, según se indica en la tabla adjunta a 210.3.3.5.4.4.1. Uno de ellos se utilizará en el modo de aproximación inicial (IA) y el otro en el modo de aproximación final (FA).

210.3.3.5.3.3.3

Los canales DME en operación, se escogerán de la tabla A (situada al final de este capítulo), de 352 canales, en la que se asignan los números de canal, las frecuencias y los códigos de impulso.

210.3.3.5.3.3.4 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 y/o con una instalación de ángulo MLS en la banda de frecuencia de 5 031,0 a 5 090,7 MHz, el canal DME en operación, formará un par con la frecuencia del canal VHF o la frecuencia angular MLS, según se indica en la tabla A.

Nota: puede haber casos en los que un canal DME forme un par tanto con la frecuencia ILS como con un canal MLS (véase el volumen V, capítulo 4, 4.3).

210.3.3.5.3.4

Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación

Nota: si en el lapso de un segundo el interrogador, opera en más de un canal, se aplicarán a la suma de las interrogaciones siguientes.

210.3.3.5.3.4.1 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.

210.3.3.5.3.4.2 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.

210.3.3.5.3.4.3 Recomendación: DME/N.

Después que se hayan transmitido 15000 pares de impulsos, sin obtener indicación de distancia, la frecuencia de repetición de los impulsos no deberá 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.5.3.4.4 DME/N.

Si, después de un período de 30 segundos, 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.

210.3.3.5.3.4.5 DME/P.

La frecuencia de repetición de impulsos del interrogador, no excederá del siguiente número de pares de impulsos por segundo:

- a) Búsqueda 40.
- b) Aeronave en tierra 5 seguimientos en modo de aproximación.
- c) Inicial 16 seguimiento en modo de aproximación.
- d) Final 40.

Nota 1: puede excederse la frecuencia de repetición de impulsos (PRF), de 5 pares por segundo, para una aeronave en tierra, si la aeronave necesita información precisa de distancia.

Nota 2: lo que se persigue es que, todos los cambios de PRF se efectúen por medios automáticos

210.3.3.5.3.5 Número de aeronaves que puede atender el sistema

210.3.3.5.3.5.1

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.

210.3.3.5.3.5.2 Recomendación:

En las áreas en que el tránsito máximo exceda de 100 aeronaves, el transpondedor deberá ser capaz de atender dicho tránsito.

Nota: en el adjunto c, 7.1.5, se proporciona texto de orientación sobre el número de aeronaves que pueden atenderse.

210.3.3.5.3.6 Identificación del transpondedor

210.3.3.5.3.6.1

Todos los transpondedores, transmitirán una señal de identificación, en una de las siguientes formas requeridas por 210.3.3.5.3.6.5:

- 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 o con una instalación de guía angular MLS que transmita ella misma una señal de identificación.

Nota: una instalación de guía angular MLS, proporciona su identificación como una palabra digital transmitida en el canal de datos a las regiones de cobertura de azimut de aproximación y posterior, como se indica en 210.3.3.11.4.6.2.1

210.3.3.5.3.6.2

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 1 350 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 210.3.3.5.3.6.2.2. Estos impulsos, tendrán características similares a las de los demás impulsos de las señales de respuesta.

210.3.3.5.3.6.2.1 DME/N.

Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

210.3.3.5.3.6.2.2 DME/N. Recomendación:

Si se desea mantener un ciclo de trabajo constante, deberá transmitirse un par de impulsos igualadores, que tengan las mismas características que los pares de impulsos de identificación, $100 \mu\text{s} \pm 10 \mu\text{s}$, después de cada par de identificación.

210.3.3.5.3.6.2.3 DME/P.

Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

210.3.3.5.3.6.2.4

Para el transpondedor del DME/P, los pares de impulsos de respuesta a las interrogaciones válidas en modo FA se transmitirán igualmente durante los tiempos de trabajo y tendrán prioridad con respecto a los pares de impulsos de identificación.

210.3.3.5.3.6.2.5

El transpondedor DME/P no utilizara el par de impulsos igualadores indicados en el numeral 210.3.3.5.3.6.2.2

210.3.3.5.3.6.3

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 segundos a la velocidad de por lo menos 6 palabras por minuto.
- 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 segundos. 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 segundos.

Nota: el tono de la señal de identificación, se transmite a un ritmo de repetición de 1 350 pares de impulsos por segundo. Esta frecuencia, puede utilizarse directamente en el equipo de a

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

bordo como salida audible para el piloto, o pueden generarse otras frecuencias o opción del constructor del interrogador (véase 210.3.3.5.3.6.2).

210.3.3.5.3.6.4

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

- a. Cuando se trate de una señal asociada con una instalación VHF, o de ángulo MLS, 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 en 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 y de ángulo MLS durante los restantes períodos;
- c. Cuando el transpondedor DME, esté asociado con un MLS, la identificación consistirá en las tres últimas letras de la identificación de la instalación de ángulo MLS especificadas en 210.3.3.11.4.6.2.1.

210.3.3.5.3.6.5 Aplicación de la identificación

210.3.3.5.3.6.5.1

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

210.3.3.5.3.6.5.2

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

210.3.3.5.3.6.5.3

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

210.3.3.5.3.7 Transición de modo del DME/P

210.3.3.5.3.7.1

El interrogador del DME/P, de norma de precisión 1, pasará del seguimiento en modo IA al seguimiento en modo FA, al aproximarse a 13 Km. (7 NM) del transpondedor, o en cualquier otra situación en un radio de 13 Km. (7 NM).

210.3.3.5.3.7.2

Para la norma de precisión 1, la transición de operación de seguimiento en modo IA a la operación en modo FA, puede iniciarse en un radio de 14,8 Km. (8 NM) del transpondedor. A mayor distancia, el interrogador no interrogará en modo FA.

Nota: lo estipulado en 3.5.3.7.1 no se aplica si el transpondedor es un DME/N o si el modo FA del transpondedor DME/P no funciona.

210.3.3.5.3.8

Eficacia del sistema. La precisión del sistema del DME/P, señalada en 210.3.3.5.3.1.4, se logrará con una eficacia del sistema igual o mayor del 50%.

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

210.3.3.5.4.1 Transmisor

210.3.3.5.4.1.1 Frecuencia de operación.

El transpondedor transmitirá en la frecuencia de respuesta adecuada al canal DME asignado. (Véase 3.5.3.3.3).

210.3.3.5.4.1.2

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

210.3.3.5.4.1.3

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

- a. Tiempo de aumento del impulso.
 - 1) DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 μ s.
 - 2) DME/P. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 1,6 μ s. Para el modo FA, el impulso tendrá un tiempo de aumento parcial de 0,25, \pm 0,05 μ s. Con respecto al modo FA y, para la norma de precisión 1, la pendiente del impulso en el tiempo de aumento parcial no variará en más de \pm 20%. Para la norma de precisión 2, la pendiente no variará en más de \pm 10%.
 - 3) **Recomendación:** DME/P. El tiempo de aumento del impulso, para el DME/P no deberá exceder de 1,2 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 y el DME/P, el espectro de la señal modulada por impulso, será tal que durante el impulso la potencia radiada aparente 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 potencia radiada aparente 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 potencia radiada efectiva, contenida en cualquier banda de 0,5 MHz disminuirá

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 núm. 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 210.3.3.5.4.1.3 e), 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.

210.3.3.5.4.1.4 Separación entre impulsos

210.3.3.5.4.1.4.1

La separación, entre los impulsos constituyentes de pares, de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla 15 en 210.3.3.5.4.4.1.

210.3.3.5.4.1.4.2 DME/N.

La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0,25 \mu\text{s}$.

210.3.3.5.4.1.4.3 DME/N.

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

210.3.3.5.4.1.4.4 DME/P.

La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0,10 \mu\text{s}$.

210.3.3.5.4.1.4.5

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

210.3.3.5.4.1.5 Potencia máxima de salida

210.3.3.5.4.1.5.1 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/m² al nivel y alcance de servicio máximos especificados.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.5.4.1.5.2 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/m², en todas las condiciones meteorológicas de operación y en todo punto dentro de la cobertura especificada en el numeral 210.3.3.5.3.1.2

Nota: si bien la norma de 210.3.3.5.4.1.5.2, implica contar con sensibilidad mejorada en el receptor del interrogador, se tiene la intención de que la densidad de potencia especificada en 21.3.3.5.4.1.5.1 esté disponible en el máximo alcance y en el máximo nivel de servicio especificado.

210.3.3.5.4.1.5.3 DME/P.

La potencia isotrópica radiada, equivalente de cresta, no será inferior a la que se requiere para asegurar las siguientes densidades de potencia de impulso de cresta en todas las condiciones meteorológicas de operación:

- a. 89 dBW/m² en todo punto dentro de la cobertura especificada en 210.3.3.5.3.1.2 a distancias mayores de 13 km (7 NM) a partir de la antena del transpondedor.
- b. 75 dBW/m² en todo punto dentro de la cobertura especificada en 210.3.3.5.3.1.2 a distancias inferiores a 13 km (7 NM) a partir de la antena del transpondedor.
- c. 70 dBW/m² en el punto de referencia de aproximación MLS.
- d. 79 dBW/m² a 2,5 m (8 ft) por encima de la superficie de la pista, en el punto de referencia MLS, o en el punto más alejado del eje de la pista que se encuentre en la línea de alcance óptico de la antena del transpondedor DME.

Nota: en el adjunto C, 7.2.1 y 7.3.8, figuran textos de orientación relativos a la PIRE.

210.3.3.5.4.1.5.4

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

210.3.3.5.4.1.5.5 Recomendación:

La capacidad de respuestas del transmisor, deberá ser tal que el transpondedor, pueda mantenerse en operación continua a una velocidad de transmisión constante de $2\ 700 \pm 90$ pares de impulsos por segundo (si se ha de dar servicio a 100 aeronaves).

Nota: en el adjunto C, 7.1.5, figura texto de orientación sobre la relación entre el número de aeronaves y la velocidad de transmisión.

210.3.3.5.4.1.5.6

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. Para el DME/P, dicha velocidad no excederá en ningún caso de 1 200 pares de impulsos por segundo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

210.3.3.5.4.1.6 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.

210.3.3.5.4.1.6.1 DME/N.

El nivel de potencia espuria especificado en 210.3.3.5.4.1.6 será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

210.3.3.5.4.1.6.2 DME/P.

El nivel de potencia espuria especificado en 210.3.3.5.4.1.6, será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

210.3.3.5.4.1.6.3

Radiación espuria fuera de banda. En todas las frecuencias desde 10 a 1 800 MHz, excluyendo la banda de frecuencia de 960 a 1 215 MHz, la salida espuria del transmisor del transpondedor DME no excederá de - 40 dBm en cualquier banda de receptor de 1 kHz.

210.3.3.5.4.1.6.4

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.

210.3.3.5.4.2 Receptor

210.3.3.5.4.2.1 Frecuencia de operación.

La frecuencia central del receptor, será la frecuencia de interrogación apropiada al canal DME asignado. (Véase 210.3.3.4.3.3.3).

210.3.3.4.4.2.2 Estabilidad de frecuencia.

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

210.3.3.5.4.2.3 Sensibilidad del transpondedor

210.3.3.5.4.2.3.1

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:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- 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).
- c. -86 dBW/m² para el DME/P en modo IA.
- d. -75 dBW/m² para el DME/P en modo FA.

210.3.3.5.4.2.3.2

Las densidades mínimas de potencia especificadas en 210.3.3.5.4.2.3.1, originarán una respuesta de transpondedor con una eficacia de por lo menos:

- a. 70% para el DME/N;
- b. 70% para el DME/P en modo IA;
- c. 80% para el DME/P en modo FA.

210.3.3.5.4.2.3.3 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 210.3.3.5.4.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m², si se instala con el ILS o con el MLS, y de -35 dBW/m², si se instala para otros fines.

210.3.3.5.4.2.3.4 Gama dinámica del DME/P.

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 el numeral 210.3.3.4.4.2.3.1, y un máximo de -22 dBW/m².

210.3.3.5.4.2.3.5

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

210.3.3.5.4.2.3.6 DME/N.

Cuando la separación de un par de impulsos de interrogador se aparte del valor nominal en hasta $\pm 1 \mu\text{s}$, la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1 dB.

210.3.3.5.4.2.3.7 DME/P.

Cuando la separación de un par de impulsos de interrogador, se aparta del valor nominal en hasta 1ms, la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1dB.

210.3.3.5.4.2.4 Limitación de la carga

210.3.3.5.4.2.4.1 DME/N. Recomendación:

Cuando la carga del transpondedor exceda del 90% de la velocidad máxima de transmisión, deberá 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 deberá ser por lo menos de 50 dB).

210.3.3.5.4.2.4.2 DME/P.

Con objeto de evitar una sobrecarga, el respondedor limitará sus respuestas automáticamente, garantizándose así, que no se excede la velocidad máxima de transmisión. Si la reducción de sensibilidad del receptor fuera necesaria para satisfacer este requisito, se aplicará al modo IA pero no al modo FA.

210.3.3.5.4.2.5 Ruido.

Cuando se interroge al receptor a las densidades de potencia, especificadas en el numeral 210.3.3.4.4.2.3.1 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.

210.3.3.5.4.2.6 Anchura de banda

210.3.3.5.4.2.6.1

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.

210.3.3.5.4.2.6.2 DME/N.

La anchura de banda del receptor, será suficiente para permitir el cumplimiento de la especificación del numeral 210.3.3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 210.3.3.5.5.1.3.

210.3.3.5.4.2.6.3 DME/P — modo IA.

La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de 210.3.3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 210.3.3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 2 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 10 MHz.

210.3.3.5.4.2.6.4 DME/P — modo FA.

La anchura de banda del receptor, será suficiente para permitir el cumplimiento de 210.3.3.5.3.1.3 cuando las señales de entrada sean las especificadas en 210.3.3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 6 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 20 MHz.

210.3.3.5.4.2.6.5

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 210.3.3.5.4.2.3.3, para el DME/N y en 210.3.3.5.4.2.3.4 para el DME/P, no activarán el transpondedor. Las señales que lleguen a la frecuencia intermedia, serán suprimidas por lo menos en 80 dB. Las demás respuestas o señales espurias dentro de la banda de 960 a 1 215 MHz, y las frecuencias imagen se suprimirán por lo menos en 75 dB.

210.3.3.5.4.2.7 Tiempo de restablecimiento.

Dentro de los 8 μ s siguientes a la recepción de una señal, de entre 0 y 60 dB 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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 210.3.3.5.5.1.3.

210.3.3.5.4.2.8 Radiaciones espurias.

La radiación de cualquier parte del receptor o de los circuitos conectados a él satisfará los requisitos estipulados en 210.3.3.5.4.1.6.

210.3.3.5.4.2.9 Supresión de CW y de ecos

Recomendación: la supresión de CW y de ecos, deberá 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.).

210.3.3.5.4.2.10 Protección contra la interferencia

Recomendación: la protección contra la interferencia fuera de la banda de frecuencias DME, deberá ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

210.3.3.5.4.3 Decodificación

210.3.3.5.4.3.1

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 210.3.3.4.5.1.3 y 210.3.3.4.5.1.4)

210.3.3.5.4.3.2

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.

210.3.3.5.4.3.3 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 el numeral 210.3.3.5.4.2.3.3, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

210.3.3.5.4.3.4 DME/P 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 el numeral 210.3.3.5.4.2.3.4, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.5.4.4 Retardo de tiempo

210.3.3.5.4.4.1

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 interior del segundo impulso, constituyente del par de interrogación, y el punto a mitad del voltaje del frente anterior del segundo 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.

Tabla 15 Retardo en μ s 1er y 2do Impulso de Respuesta

Sufijo de canal		Separación entre pares de impulsos (μ s)		Retardo (μ s)	
		Interrogación	Respuesta	1er impulso Temporización	2do impulso Temporización
X	DME/N	12	12	50	50
	DME/P IA M	12	12	50	_____
	DME/P FA M	18	18	56	_____
Y	DME/N	36	30	56	50
	DME/P IA M	36	30	56	_____
	DME/P FA M	42	30	62	_____
W	DME/N	_____	_____	_____	_____
	DME/P IA M	24	24	50	_____
	DME/P FA M	30	24	56	_____
Z	DME/N	_____	_____	_____	_____
	DME/P IA M	21	15	56	_____
	DME/P FA M	27	15	62	_____

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1. — W y X se multiplexan a la misma frecuencia.

Nota 2. — Z e Y se multiplexan a la misma frecuencia.

210.3.3.5.4.4.2

Cuando un DME, esté asociado con una instalación de ángulo MLS, 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 de voltaje del frente anterior, del primer impulso constituyente de la transmisión de respuesta, y este retardo será de 50 μ s para los canales del modo X y de 56 μ s para los canales del modo Y, cuando se desee que los interrogadores de las aeronaves indiquen la distancia desde el emplazamiento del transpondedor.

210.3.3.5.4.4.2.1

No se permitirá ajustar el retardo en los transpondedores DME/P.

210.3.3.5.4.4.3 Recomendación:

Para el DME/N, el retardo del transpondedor, deberá 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.

210.3.3.5.4.4.3.1 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.

210.3.3.5.4.4.3.2 DME/P — modo IA.

El retardo será el intervalo entre el punto de tensión media del borde anterior, del primer impulso del par de impulsos de interrogación y el punto de tensión media, del borde anterior del primer impulso del par de impulsos de respuesta.

210.3.3.5.4.4.3.3 DME/P — modo FA.

El retardo será el intervalo entre el origen virtual del primer impulso del par de impulsos de interrogación y el origen virtual, del primer impulso de par de impulsos de respuesta. Los puntos de medición del tiempo de llegada, se encontrarán dentro del tiempo de aumento parcial del primer impulso del par de impulsos, en cada caso.

210.3.3.5.4.4.4 Recomendación: DME/N.

Los transpondedores, deberán estar emplazados lo más cerca posible del punto en que se requiere la indicación cero.

Nota 1: 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.

Nota 2: en el 7.1.6 del adjunto C, y 5 del adjunto G, se proporciona un texto de orientación, sobre el emplazamiento común del DME y del MLS. En estos textos de orientación, se indican en particular las medidas, apropiadas que han de adoptarse para impedir que, respecto a la misma pista, se den distintas indicaciones de distancia cero cuando el DME/P esté asociado con el MLS y cuando el DME/N esté asociado con el ILS.

210.3.3.5.4.5 Precisión

210.3.3.5.4.5.1 DME/N.

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

210.3.3.5.4.5.1.1 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.

210.3.3.5.4.5.1.2 DME/N.

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.

210.3.3.5.4.5.2 DME/N.

El transpondedor asociado a una ayuda para el aterrizaje, no contribuirá con un error mayor de $\pm 0,5$ μ s [75 m (250 ft)] al error total del sistema.

210.3.3.5.4.5.3 DME/P — modo FA

210.3.3.5.4.5.3.1 Norma de precisión 1.

El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de ± 10 m (± 33 ft) y un CME de más de ± 8 m (± 26 ft) al error total del sistema.

210.3.3.5.4.5.3.2 Norma de precisión 2.

El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de ± 5 m (± 16 ft) y un CMN de más de ± 5 m (± 16 ft) al error total del sistema.

210.3.3.5.4.5.4 DME/P — modo IA.

El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de ± 15 m (± 50 ft) y un CMN de más de ± 10 m (± 33 ft) al error total del sistema.

210.3.3.5.4.5.5 Recomendación:

Cuando un DME, está asociado con una instalación de ángulo MLS, la exactitud anterior debería incluir el error introducido por la detección del primer impulso debido a las tolerancias de espaciado de los impulsos.

210.3.3.5.4.6 Rendimiento

210.3.3.5.4.6.1

El rendimiento de respuesta del transpondedor, será de por lo menos el 70% en el caso del DME/N y del DME/P (en modo IA) y el 80% en el caso del DME/P (en modo FA) para todos los valores de carga del transpondedor, hasta la carga correspondiente a 210.3.3.5.3.5, y para el nivel mínimo de sensibilidad especificado en 210.3.3.5.4.2.3.1 y 210.3.3.5.4.2.3.5.

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.

210.3.3.5.4.6.2 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, pudiera aumentarse el tiempo muerto, pero solamente lo mínimo necesario para permitir la supresión de ecos del DME/N y del DME/P en el modo IA.

210.3.3.5.4.6.2.1

En el DME/P el tiempo muerto del modo IA, no suprimirá el canal de modo FA y viceversa.

210.3.3.5.4.7 Supervisión y control

210.3.3.5.4.7.1

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

210.3.3.5.4.7.2

Supervisión del DME/N

210.3.3.5.4.7.2.1

Si se presenta alguna de las condiciones especificadas en el numeral 210.3.3.5.4.7.2.2, 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.

210.3.3.5.4.7.2.2

El equipo monitor funcionará en la forma especificada en 210.3.3.5.4.7.2.1, si:

- a. El retardo del transpondedor difiere del valor asignado en 1 μ s [150 m (500 ft)] o más.
- b. En el caso de un DME/N asociado con una ayuda para el aterrizaje, el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en 0,5 μ s [75 m (250 ft)] o más.

210.3.3.5.4.7.2.3 Recomendación:

El equipo monitor, debería funcionar en la forma especificada en 210.3.3.5.4.7.2.1, si la separación entre el primer y el segundo impulsos del par de impulsos del transpondedor, difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura a continuación de 210.3.3.5.4.4.1, en 1 μ s o más.

210.3.3.5.4.7.2.4 Recomendación:

El equipo monitor, deberá dar también una indicación apropiada, en el punto de control si surge alguna de las condiciones siguientes:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- a. Una disminución de 3 dB 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 acción de los circuitos de reducción automática de ganancia del receptor).
- c. La separación entre el primer y segundo impulsos del par de impulsos de respuesta, del transpondedor difiere del valor normal especificado en 210.3.3.5.4.1.4 en 1 μ s o más.
- d. Variación de las frecuencias del transmisor y receptor del transpondedor fuera del margen de control de los circuitos de referencia (cuando las frecuencias de operación no se controlan directamente por cristal).

210.3.3.5.4.7.2.5

Se proporcionarán medios a fin de que, las condiciones y funcionamiento defectuoso enumerados en 210.3.3.5.4.7.2.2, 210.3.3.5.4.7.2.3 y 210.3.3.5.4.7.2.4, 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.

210.3.3.5.4.7.2.6

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.

210.3.3.5.4.7.3 Supervisión del DME/P

210.3.3.5.4.7.3.1

El sistema monitor, hará que cese la radiación del transpondedor y proporcionará una advertencia en un punto de control, si alguna de las condiciones siguientes persiste durante un período mayor que el especificado:

- a. Existe un cambio del PFE del transpondedor, que excede los límites especificados en los numerales 210.3.3.5.4.5.3 o 210.3.3.5.4.5.4, en más de un segundo. Si se excede el límite del modo FA pero se mantiene el límite del modo IA, este último modo puede permanecer en funcionamiento.
- b. Existe una reducción de la potencia aparente, a un valor inferior del necesario para satisfacer los requisitos especificados en el numeral 210.3.3.5.4.1.5.3, durante un período de más de un segundo.
- c. Existe una reducción de 3 dB, o más, en la sensibilidad del transpondedor necesaria para satisfacer los requisitos especificados en el numeral 210.3.3.5.4.2.3, durante un período de más de 5 s en el modo FA y de más de 10 s en el modo IA (siempre que esto no se deba a la reacción de los circuitos de reducción automática de la sensibilidad del receptor).
- d. La separación, entre el primer y segundo impulso, del par de impulsos de respuesta del transpondedor, difiere del valor especificado en la tabla que figura en el numeral 210.3.3.5.4.4.1, 0,25 μ s, o más, durante un período de más de un segundo.

210.3.3.5.4.7.3.2 Recomendación:

El dispositivo monitor, deberá dar una indicación adecuada en un punto de control si, durante más de un segundo, el tiempo de aumento parcial del impulso de respuesta, aumentara a más de 0,3 μ s o disminuyera a menos de 0,2 μ s.

210.3.3.5.4.7.3.3

El período durante el cual, se radia una información de guía errónea, no excederá de los valores especificados en 210.3.3.5.4.7.3.1. Durante este período, se llevarán a cabo los intentos de corregir el error, poniendo a cero el equipo terrestre principal o conmutando al equipo terrestre de reserva, si existe éste. Si el error no se corrige dentro del tiempo permitido, cesará la radiación. Después de la interrupción anterior, no se intentará restaurar el servicio hasta haber transcurrido un período de 20 segundos.

210.3.3.5.4.7.3.4

No se activará al transpondedor más de 120 veces, por segundo para fines de supervisión en el modo IA, ni más de 150 veces por segundo para fines de supervisión en el modo FA.

210.3.3.5.4.7.3.5. Falla del equipo monitor del DME/N y del DME/P.

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

Nota: los incisos siguientes, especifican únicamente los parámetros del interrogador que se deben definir para lograr que éste

210.3.3.5.5 Características técnicas del interrogador

Nota: los incisos siguientes especifican únicamente los parámetros del interrogador que se deben definir para lograr que éste:

- a. No impida la operación efectiva del sistema DME, por ejemplo, aumentando anormalmente la carga del transpondedor.
- b. Pueda dar lecturas precisas de distancia.

210.3.3.5.5.1 Transmisor

210.3.3.5.5.1.1 Frecuencia de operación.

El interrogador transmitirá en la frecuencia de la interrogación apropiada al canal DME asignado (ver 210.3.3.5.3.3.3).

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

210.3.3.5.5.1.2 Estabilidad de frecuencia.

La radiofrecuencia de operación no variará en más de ± 100 Khz. del valor asignado.

210.3.3.5.5.1.3 Forma y espectro del impulso.

Se aplicará lo siguiente a todos los impulsos radiados:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- a. Tiempo de aumento del impulso:
 - 1. DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3 μ s.
 - 2. DME/P. El tiempo de aumento de impulso, no excederá de 1,6 μ s. Para el modo FA, el impulso tendrá un tiempo de aumento parcial de $0,25 \pm 0,05 \mu$ s. Con respecto al modo FA y a la norma de precisión 1, la pendiente del impulso en el tiempo de aumento parcial no variará en más de $\pm 20\%$. Para la norma de precisión 2, la pendiente no variará en más de $\pm 10\%$.
 - 3. DME/P. **Recomendación:** El tiempo de aumento del impulso no deberá exceder de 1,2 μ s.
- b. La duración del impulso será de $3,5 \mu$ s $\pm 0,5 \mu$ 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. 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.

210.3.3.5.5.1.4 Separación entre impulsos

210.3.3.5.5.1.4.1

La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla del numeral 210.3.3.5.4.4.1.

210.3.3.5.5.1.4.2 DME/N.

La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0,5 \mu$ s.

210.3.3.5.5.1.4.3 DME/N. Recomendación:

La tolerancia de la separación entre impulsos deberá ser de $\pm 0,25 \mu$ s.

210.3.3.5.5.1.4.4 DME/P.

La tolerancia de la separación entre impulsos será de $\pm 0,25 \mu$ s.

210.3.3.5.5.1.4.5

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

210.3.3.5.5.1.5 Frecuencia de repetición de los impulsos

210.3.3.5.5.1.5.1

La frecuencia de repetición de los impulsos será la especificada en el numeral 210.3.3.5.3.4.

210.3.3.5.5.1.5.2

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

210.3.3.5.5.1.5.3 DME/P.

A efectos de lograr la precisión de sistema, especificada en el numeral 210.3.3.5.3.1.3.4, la variación en el tiempo entre pares sucesivos de impulsos de interrogación, será suficientemente aleatoria como para impedir la correlación de los errores por trayectos múltiples de alta frecuencia.

Nota: en el adjunto C, 7.3.7, se da orientación sobre los efectos de los trayectos múltiples del DME/P.

210.3.3.5.5.1.6 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 μ w (-47 dBW).

Nota: aunque la radiación espuria CW, entre impulsos se limita a los niveles que no exceden de -47 dBW, se advierte a los Estados 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 1 015 a 1 045 MHz. Esta protección puede proporcionarse limitando la CW conducida y radiada a un 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 DME de la aeronave. Cabe anotar que solamente unas pocas de estas frecuencias se utilizan en la planificación de pares de frecuencias VHF y DME.

210.3.3.5.5.1.7 Recomendación:

La potencia espuria del impulso recibida y medida, según las condiciones establecidas, deberá ser 80 dB por debajo de la potencia de cresta requerida recibida del impulso.

Nota: referencia 3.5.5.1.6 y 3.5.5.1.7 — 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

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

cresta recibida del impulso, los Estados deben 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 μ W en la banda de frecuencia de 1 015 a 1 045 MHz. Debe notarse que, sólo pocas de estas frecuencias se utilizan en el plan de pares VHF/DME.

210.3.3.5.5.1.8 DME/P.

La potencia radiada aparente (PRA) de cresta, no será inferior a la requerida en el numeral 210.3.3.5.4.2.3.1 para asegurar las densidades de potencia señaladas, en todas las condiciones meteorológicas de operación.

210.3.3.5.5.2 Retardo

210.3.3.5.5.2.1

El retardo estará de acuerdo con los valores indicados, en la tabla del numeral 210.3.3.5.4.4.1.

210.3.3.5.5.2.2 DME/N.

El retardo será el intervalo comprendido, entre el punto de tensión media del borde anterior del segundo impulso, constituyente de interrogación y el momento en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente, a la indicación de distancia cero.

210.3.3.5.5.2.3 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.

210.3.3.5.5.2.4 DME/P — modo IA.

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.

210.3.3.5.5.2.5 DME/P — modo FA.

El retardo, será el intervalo comprendido entre, el origen virtual 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. El tiempo de llegada, se medirá dentro del tiempo de aumento parcial del impulso.

210.3.3.5.5.3 Receptor

210.3.3.5.5.3.1 Frecuencia de operación.

La frecuencia central del receptor, será la frecuencia del transpondedor apropiada al canal DME en operación asignado (véase 210.3.3.5.3.3.3).

210.3.3.5.5.3.2 Sensibilidad del receptor

210.3.3.5.5.3.2.1 DME/N.

La sensibilidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en el numeral 210.3.3.5.5.4, para la densidad de potencia de señal indicada en el numeral 210.3.3.5.4.1.5.2.

Nota: si bien la norma de 210.3.3.5.5.3.2.1, se refiere a los interrogadores DME/N, la sensibilidad del receptor es mejor de la necesaria para operar con la densidad de potencia de los transpondedores DME/N indicada en 210.3.3.5.4.1.5.1, a fin de garantizar el interfuncionamiento con el modo IA de los transpondedores DME/P.

210.3.3.5.5.3.2.2 DME/P.

La densidad del equipo de a bordo, será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en 210.3.3.5.5.4.2 y 210.3.3.5.5.4.3, para las densidades de potencia de señal especificadas en 210.3.3.5.4.1.5.3.

210.3.3.5.5.3.2.3 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 210.3.3.5.4.1.5 y un valor máximo de -18 dBW/ m².

210.3.3.5.5.3.2.4 DME/P.

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 210.3.3.5.4.1.5 y un valor máximo de -18 dBW/m².

210.3.3.5.5.3.3 Anchura de banda

210.3.3.5.5.3.3.1 DME/N.

La anchura de banda del receptor, será suficiente para que se cumpla con la especificación del numeral 210.3.3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 210.3.3.5.4.1.3.

210.3.3.5.5.3.3.2 DME/P — modo IA.

La anchura de banda del receptor, será suficiente para que se cumpla con la especificación 210.3.3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 210.3.3.5.4.1.3. La anchura de banda de 12 dB, no excederá de 2 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 10 MHz.

210.3.3.5.5.3.3.3 DME/P — modo FA.

La anchura de banda del receptor, será suficiente para que se cumpla con la especificación del numeral 210.3.3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en el numeral 210.3.3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB, no excederá de 6 MHz y la anchura de 60 dB no excederá de 20 MHz.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.5.5.3.4 Rechazo de interferencia

210.3.3.5.5.3.4.1

Cuando la relación, entre las señales deseadas y no deseadas DME de canal común es de 8 dB, 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.

210.3.3.5.5.3.4.2 DME/N.

Se rechazarán aquellas señales DME, que difieran en más de 900 Khz, de la frecuencia nominal del canal deseado y con amplitudes de hasta 42 dB, por encima del umbral de sensibilidad.

210.3.3.5.5.3.4.3 DME/P.

Se rechazarán aquellas señales DME, que difieran en más de 900 Khz, de la frecuencia nominal del canal deseado y con amplitudes de hasta 42 dB por encima del umbral de sensibilidad.

210.3.3.5.5.3.5 Decodificación

210.3.3.5.5.3.5.1

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 el numeral 210.3.3.5.4.1.4.

210.3.3.5.5.3.5.2 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.

210.3.3.5.5.3.5.3 DME/P — 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.

210.3.3.5.5.4 Precisión

210.3.3.5.5.4.1 DME/N.

El interrogador, no contribuirá con un error superior a $\pm 315\text{ m}$ ($\pm 0,17\text{ NM}$), al error total del sistema.

210.3.3.5.5.4.2 DME/P — modo IA.

El interrogador, no contribuirá con un error de más de $\pm 30\text{ m}$ ($\pm 100\text{ ft}$), al PFE total del sistema y con un error de más de $\pm 15\text{ m}$ ($\pm 50\text{ ft}$) al CMN total del sistema.

210.3.3.5.5.4.3 DME/P — modo FA

210.3.3.5.5.4.3.1 Norma de precisión 1.

El interrogador no contribuirá, con un error de más de ± 15 m (± 50 ft) al PFE total del sistema y con un error de más de ± 10 m (± 33 ft) al CMN total del sistema.

210.3.3.5.5.4.3.2 Norma de precisión 2.

El interrogador no contribuirá con un error de más de ± 7 m (± 23 ft) el PFE total del sistema y con un error de más de ± 7 m (± 23 ft) al CMN total del sistema.

Nota: en el adjunto C, 7.3.4, se proporciona texto de orientación relativo a los filtros que contribuyen a lograr la precisión señalada anteriormente.

210.3.3.5.5.4.4 DME/P.

El interrogador logrará la precisión especificada en el numeral 210.3.3.5.3.1.3.4, con una eficacia de sistema del 50% o más.

Nota: en el adjunto C, 7.1.1, se proporciona texto de orientación relativo a la eficacia del sistema.

210.3.3.6 ESPECIFICACIÓN PARA LAS RADIOBALIZAS VHF EN RUTA (75 MHZ)

210.3.3.6.1 Equipo

210.3.3.6.1.1 Frecuencias.

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

210.3.3.6.1.2 Características de las emisiones

210.3.3.6.1.2.1

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%.

210.3.3.6.1.2.2

La frecuencia del tono de modulación será de 3000 Hz \pm 75 Hz.

210.3.3.6.1.2.3

La radiación se polarizará horizontalmente.

210.3.3.6.1.2.4 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.6.1.2.5 Zona de servicio y diagrama de radiación

Nota: la zona de servicio y el diagrama de radiación de las radiobalizas se establecerán generalmente por los Estados contratantes, a base de los requisitos de operación teniendo en cuenta las recomendaciones de las conferencias regionales. Así mismo, los entes de aviación de estado se acogerán a mencionado alineamiento.

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 este 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, 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

210.3.3.6.1.2.6 Determinación de la cobertura.

Los límites de cobertura de las radiobalizas, se determinarán basándose en la intensidad de campo especificada en 210.3.3.1.7.3.2

210.3.3.6.1.2.7 Diagrama de radiación. Recomendación:

Normalmente el diagrama de radiación de una radiobaliza, deberá 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.

210.3.3.6.1.3 Equipo monitor. Recomendación:

Para cada radiobaliza, deberá instalarse un 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.

210.3.3.7 REQUISITOS PARA EL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

210.3.3.7.1 Definiciones

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Alerta: indicación proporcionada a otros sistemas de aeronave o anuncio al piloto, 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 una alerta.

Puerto de la antena: punto donde se especifica la potencia de la señal recibida. En una antena activa, el puerto de la antena es un punto ficticio entre los elementos y el preamplificador de la antena. En una antena pasiva, el puerto de la antena es la salida misma de la antena.

Relación axial: relación, expresada en decibeles, entre la potencia de salida máxima y la potencia de salida mínima, de una antena para una onda incidente polarizada linealmente al variar la orientación de polarización en todas las direcciones perpendiculares a la dirección de propagación.

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 la de 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 de aumentación 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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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 de aumentación 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.

210.3.3.7.2 Generalidades

210.3.3.7.2.1 Funciones

210.3.3.7.2.1.1

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

Nota 1: 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.

Nota 2: para las entidades de Aviación de Estado se toma el GNSS, como parte integral de esta parte del RACAE, sin especificarse los elementos propios del mismo que son fabricados e implementados por diferentes Estados

210.3.3.7.2.2 Elementos del GNSS

210.3.3.7.2.2.1

Se proporcionará el servicio de navegación del GNSS, mediante diversas combinaciones de los siguientes elementos instalados en tierra, 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 el numeral 210.3.3.7.3.1.
- b. El sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS), que proporciona la señal de navegación de canal de exactitud normal (CSA) definido en el numeral 210.3.3.7.3.2.
- c. El sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS), definido en el numeral 210.3.3.7.3.3.
- d. El sistema de aumentación basado en satélites (SBAS), definido en el numeral 210.3.3.7.3.4.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- e. El sistema de aumentación basado en tierra (GBAS), definido en el numeral 210.3.3.7.3.5.
- f. El sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS), definido en el numeral 210.3.3.7.3.5.
- g. El receptor GNSS de aeronave definido en el numeral 210.3.3.7.3.6.

210.3.3.7.2.3 Referencia de espacio y horaria

210.3.3.7.2.3.1 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 1; y el anexo 15, capítulo 1.

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

210.3.3.7.2.3.2 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).

210.3.3.7.2.4 Actuación de la señal en el espacio

210.3.3.7.2.4.1

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 210.3.3.7).

Nota 1: 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. Es claro que, tal receptor no tiene fallas que influyen en la actuación en materia de integridad, disponibilidad y continuidad.

Nota 2: para el servicio de aproximación GBAS (como se define en el Adjunto D, 7.1.2.1), diseñado para prestar apoyo a las operaciones de aproximación y aterrizaje con mínimos de categoría III, se definen requisitos de actuación que se aplican además de los requisitos de actuación de la señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1.

210.3.3.7.3 Especificaciones de los elementos del GNSS

210.3.3.7.3.1

Servicio de determinación de la posición normalizada GPS (SPS) (L1).

210.3.3.7.3.1.1

Exactitud de los segmentos espacial y de control.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota: en las normas de exactitud, que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describen en el Adjunto D, 4.1.2. Se aplican según las condiciones especificadas en el apéndice B, 3.1.3.1.1.

210.3.3.7.3.1.1.1

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

Tabla 16 Límites Errores de Posición del SPS del GPS

	Promedio mundial 95% del tiempo	Peor emplazamiento 95% del tiempo
Error de posición horizontal	9 m (30 ft)	17 m (56 ft)
Error de posición vertical	15 m (49 ft)	37 m (121 ft)

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.7.3.1.1.2

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.

210.3.3.7.3.1.1.3

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 — 30 m (100 ft) con la fiabilidad especificada en 210.3.3.7.3.1.3.
- b. Error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,006 m (0,002 ft) por segundo (promedio mundial).
- c. Error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,002 m (0,006 ft)/s²; (promedio mundial).
- d. Error telemétrico de percentil 95 de cualquier satélite respecto a todas las diferencias cronológicas entre la hora de generación de datos y la de su uso — 7,8 m (26 ft) (promedio mundial).

210.3.3.7.3.1.2 Disponibilidad.

La disponibilidad del SPS del GPS será la siguiente:

- ≥99% de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (17 m, umbral del 95%)

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- $\geq 99\%$ de la disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (37 m, umbral del 95%)
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (17 m, umbral del 95%)
- $\geq 90\%$ de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (37 m, umbral del 95%)

210.3.3.7.3.1.3 Fiabilidad.

La fiabilidad del SPS del GPS estará dentro de los límites siguientes:

- a. Fiabilidad – por lo menos del 99,94% (promedio mundial); y
- b. Fiabilidad – por lo menos del 99,79% (promedio en un punto).

210.3.3.7.3.1.4 Probabilidad de falla importante del servicio.

La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE), de cualquier satélite sea superior a 4,42 veces el límite superior en la radiodifusión de exactitud telemétrica del usuario (URA), por dicho satélite sin que se reciba una alerta en la antena de recepción dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a 1×10^{-5} por hora.

Nota: Las diversas indicaciones de alerta se describen en el documento “Servicio normalizado de determinación de la posición del sistema mundial de determinación de la posición — Norma de performance” del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, 4a edición, septiembre de 2008, Sección 2.3.4.

210.3.3.7.3.1.5 Continuidad.

La probabilidad de perder la disponibilidad de la señal en el espacio (SIS) (SPS) del GPS, de un intervalo de la constelación de 24 intervalos nominales, debido a una interrupción no programada no será superior a 2×10^{-4} por hora.

210.3.3.7.3.1.6 Cobertura.

El SPS del GPS abarcará la superficie de la tierra hasta una altitud de 3 000 km.

Nota: en el adjunto D, 4.1, figuran textos de orientación sobre exactitud, disponibilidad, fiabilidad y cobertura del GPS.

210.3.3.7.3.1.7 Características de Radiofrecuencias (RF)

Nota: en el apéndice B, 3.1.1.1 se especifican las características RF detalladas.

210.3.3.7.3.1.7.1 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: 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 pudieran prepararse en fecha posterior.

210.3.3.7.3.1.7.2 Espectro de Señal.

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

210.3.3.7.3.1.7.3 Polarización.

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

210.3.3.7.3.1.7.4 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 3dBi, esté dentro de la gama de -158,5 dBW a -153dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación

210.3.3.7.3.1.7.5 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 1023 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.

210.3.3.7.3.1.8 Hora GPS.

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

210.3.3.7.3.1.9 Sistema de Coordenadas.

El sistema de coordenadas GPS será el WGS-84.

210.3.3.7.3.1.10 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 del 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.

210.3.3.7.3.2 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-M se califican en la forma correspondiente

210.3.3.7.3.2.1

Exactitud de los segmentos espacial y de control.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

210.3.3.7.3.2.1.1 Exactitud de la posición.

Los errores de posición del canal CSA del GLONASS no excederán los límites siguientes:

Tabla 17 límites errores de posición del Canal CSA del GLONASS

	Promedio Mundial 95% del Tiempo	Peor Emplazamiento 95% del tiempo
<i>Error de posición horizontal</i>	19 m (62 ft)	44 m (146 ft)
<i>Error de posición vertical</i>	29 m (72 ft)	93 m (308 ft)

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.7.3.2.1.2 Exactitud de transferencia de tiempo.

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

210.3.3.7.3.2.1.3 Exactitud en cuanto a dominio de distancia.

El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes:

- a) Error de distancia de cualquier satélite – 18m (59.7 ft)
- b) Error de cambio de distancia de cualquier satélite – 0,02m (0.07 ft) por segundo;
- c) Error de aceleración en distancia de cualquier satélite - 0,007m (0,023 ft)/s²; y
- d) Media cuadrática del error telemétrico de todos los satélites – 6m (19,9 ft).

210.3.3.7.3.2.2 Disponibilidad:

La disponibilidad del CSA del GLONASS será como sigue:

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

210.3.3.7.3.2.3 Fiabilidad.

La fiabilidad del CSA del GLONASS 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 99,7% (promedio mundial).

210.3.3.7.3.2.4 Cobertura.

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

210.3.3.7.3.2.5 Características RF.

Nota: en el apéndice B, 3.2.1.1 se especifican las características RF detalladas.

210.3.3.7.3.2.5.1 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).

210.3.3.7.3.2.5.2 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.

210.3.3.7.3.2.5.3 Polarización.

La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.

210.3.3.7.3.2.5.4 Nivel de potencia de la 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 aun 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 en 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 3dBi no sea inferior a -167dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

210.3.3.7.3.2.5.5 Modulación

210.3.3.7.3.2.5.5.1

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 ± 0.2 radianes. Se repetirá la frecuencia de códigos pseudoaleatorio cada milisegundo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.7.3.2.5.5.2

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.

210.3.3.7.3.2.6 Hora del GLONASS.

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

210.3.3.7.3.2.7 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.

210.3.3.7.3.2.8

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. Funcionabilidad del satélite.
- d. Corrección del reloj del satélite.
- e. Transferencia de tiempo a UTC.
- f. Estado de la constelación.

Nota: la estructura y el contenido de los datos se especifican en el apéndice B, 3.2.1.2 y 3.2.1.3, respectivamente.

210.3.3.7.3.3.

Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)

210.3.3.7.3.3.1 Actuación.

La función de 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 de ABAS satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad indicados en el numeral 210.3.3.7.2.4.

210.3.3.7.3.4 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).

210.3.3.7.3.4.1 Actuación.

El SBAS combinando con uno o más de los otros elementos 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 el numeral 210.3.3.7.3.4.3.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

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.

210.3.3.7.3.4.1.1

El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla, satisfarán los requisitos de integridad de la señal en el espacio que se establecen en 210.3.3.7.2.4 en toda el área de cobertura del SBAS.

Nota: pueden usarse mensajes de tipo 27 o 28 para cumplir los requisitos de integridad en el área de cobertura. El adjunto D, 3.3, brinda orientación adicional sobre los fundamentos y la interpretación de este requisito.

210.3.3.7.3.4.2 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 (210.3.3.7.3.4.2.1 y apéndice B, 3.5.7.2).
- b. Estado de los satélites GNSS: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (apéndice B, 3.5.7.3).
- 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).
- d. Correcciones diferenciales precisas: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas (apéndice B, 3.5.7.5).

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.

210.3.3.7.3.4.2.1 Telemetría

210.3.3.7.3.4.2.1.1

Excluyéndose los efectos atmosféricos, el error de distancia para la señal telemétrica procedente de satélites SBAS no excederá de 25m (82ft) (95%).

210.3.3.7.3.4.2.1.2.

La probabilidad, de que el error de distancia exceda de 150m (490ft) en cualquier hora no excederá de 10^{-5} .

210.3.3.7.3.4.2.1.3

La probabilidad, de interrupciones no programadas de la función telemétrica a partir de una satélite SBAS no excederá de 10^{-3} .

210.3.3.7.3.4.2.1.4

El error de cambio de distancia no excederá de 2m (6,6 ft) por segundo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.7.3.4.2.1.5

El error de aceleración en distancia no excederá de 0.019m (0.06 ft) por segundo al cuadrado.

210.3.3.7.3.4.3 Área de servicio.

Un área de servicio del SBAS, para cualquier tipo aprobado de operación será un área declarada dentro del área de cobertura del SBAS, en la que, el SBAS satisfaga los requisitos indicados en 3.7.2.4 que correspondan.

Nota 1: un sistema SBAS, puede tener distintas áreas de servicio que correspondan a diferentes tipos de operación (AVP-I, Categoría I, etc.).

Nota 2: el área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS, (es decir, las proyecciones de satélites geoestacionarios).

Nota 3: en el adjunto D, 6.2, se describen las áreas de cobertura y de servicio del SBAS.

210.3.3.7.3.4.4 Características RF

210.3.3.7.3.4.4.1 Frecuencia portadora.

La frecuencia portadora será de 1575,42 MHz

Nota: después del 2005, cuando queden libres las frecuencias superiores del GLONASS, podrá introducirse otro tipo de SBAS utiliz

210.3.3.7.3.4.4.2 Espectro de Señal.

Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión, estará comprendido 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

210.3.3.7.3.4.4.3 Nivel de potencia de señal de un satélite SBAS

210.3.3.7.3.4.4.3.1

Cada satélite SBAS, puesto en órbita antes del 1 de enero de 2014, 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 en el puerto de una antena polarizada linealmente 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.

210.3.3.7.3.4.4.3.2

Cada satélite SBAS, puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013 cumplirá los requisitos siguientes:

- a. 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 en el puerto de la antena especificada en el apéndice B, Tabla B-88 sea como mínimo de -164,0 dBW.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- b. El ángulo mínimo de elevación, utilizado para determinar la cobertura GEO, no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo.
- c. El nivel de una señal RF SBAS recibida en el puerto de una antena de 0 dBic emplazada cerca del suelo no será superior a -152,5 dBW.
- d. La elipticidad de la señal de radiodifusión no será peor que 2 dB para el intervalo angular de $\pm 9,1^\circ$ desde la línea de mira.

210.3.3.7.3.4.4 Polarización.

La señal de radiodifusión será de polarización circular dextrógira.

210.3.3.7.3.4.4.5 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 la BPSK a una velocidad de transmisión de 1023 megaelementos por segundo.

210.3.3.7.3.4.5 Hora de red SBAS (SNT).

La diferencia entre la hora SNT y GPS no excederá 50 nanosegundos.

210.3.3.7.3.4.6 Información para la navegación.

Dentro de los datos de navegación transmitidos por el 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.

210.3.3.7.3.5.

Sistema de Aumentación basado en Tierra (GBAS) y el sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).

Nota 1: excepto cuando se especifique de otro modo, las normas y métodos recomendados para el GBAS se aplican tanto al GBAS como al GRAS.

210.3.3.7.3.5.1 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 210.3.3.7.2.4, dentro del volumen de servicio del servicio utilizado para la operación, según se define en 210.3.3.7.3.5.3.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota: se prevé que el GBAS, preste apoyo a toda clase de operaciones de aproximación, aterrizaje, despegue con guía, salida y en la superficie y puede prestar apoyo a operaciones en ruta y de terminal. Se prevé que el GRAS preste apoyo a operaciones en ruta, de terminal, aproximaciones que no sean de precisión, salidas y aproximaciones con guía vertical. Se han elaborado los siguientes SARPS, en apoyo de todas las categorías de aproximación de precisión, aproximación con guía vertical y servicio de determinación de la posición GBAS.

210.3.3.7.3.5.2 Funciones.

El GBAS desempeñará las siguientes funciones:

- a. Proporcionar correcciones localmente pertinentes de seudodistancia.
- 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.

210.3.3.7.3.5.3 Volumen de servicio

210.3.3.7.3.5.3.1 Requisitos generales para servicios de aproximación.

El volumen de servicio de aproximación GBAS, mínimo 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) hasta un límite superior de 3 000 m (10 000 ft) de altura por encima del umbral (HAT) 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. El límite inferior es la mitad de la altura de decisión más baja a la que se presta apoyo o 3,7 m (12 ft), tomándose de ambos valores el que sea mayor.

Nota 1: en el apéndice B, 3.6.4.5.1, se definen LTP/FTP y GPIP.

Nota 2: en el adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.

210.3.3.7.3.5.3.2

Para Servicios de aproximación en apoyo de aterrizaje automático y despegue con guía. El volumen de servicio GBAS, adicional mínimo para apoyar las operaciones de aproximación, que incluyan aterrizaje automático y recorrido en tierra, incluso durante despegue con guía, será la siguiente, excepto cuando lo permitan los requisitos operacionales:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- a. Horizontalmente dentro de un sector que abarca la anchura de la pista empezando en el extremo de parada de la pista y extendiéndose paralelamente al eje de pista hacia el LTP hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 210.3.3.7.3.5.3.1.
- b. Verticalmente entre dos superficies horizontales, una a 3,7 m (12 ft) y la otra a 30 m (100 ft) sobre el eje de pista hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 210.3.3.7.3.5.3.1.

Nota: en el adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.

210.3.3.7.3.5.3.3 Servicio de determinación de la posición GBAS.

El volumen de servicio de determinación de la posición GBAS, será aquel en el que pueda recibirse la radiodifusión de datos y el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos de 210.3.3.7.2.4 y en el que, se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

Nota: en el adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de determinación de la posición.

210.3.3.7.3.5.4 Características de la radiodifusión de datos

Nota: en el apéndice B, 3.6.2, se especifican las características RF.

210.3.3.7.3.5.4.1 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 el adjunto D, 7.2.1, se presentan textos de orientación sobre asignaciones de frecuencias VOR/GBAS y criterios de separación geográfica.

Nota 2: están en preparación los criterios de separación geográfica para ILS/GBAS, así como para servicios de comunicaciones que funcionan en la banda 118-137 MHz. 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.

210.3.3.7.3.5.4.2 Técnica de Acceso.

Se empleará una técnica de acceso múltiple por división de 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 el adjunto D, 7.12.4, se presenta orientación sobre el uso de antenas múltiples. Es posible que algunas estaciones de radiodifusión GBAS, en un sistema GRAS utilicen un solo intervalo de tiempo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.7.3.5.4.3 Modulación.

Se transmitirán datos del GBAS, como símbolos de 3 bits, modulándose la portadora de radiodifusión de datos D8PSK, a una velocidad de transmisión de 10500 símbolos por segundo.

210.3.3.7.3.5.4.4

Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos.

Nota 1: 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 el adjunto D, 7.1, se proporciona un texto de orientación al respecto.

Nota 2: las intensidades de campo mínima y máxima, concuerdan con una distancia mínima de 80 m (263 ft) desde la antena del transmisor para un alcance de 43 km (23 NM).

Nota 3: cuando se presta apoyo a servicios de aproximación en aeropuertos con restricciones importantes, en cuanto al emplazamiento del transmisor VDB, es aceptable ajustar el volumen de servicio si los requisitos operacionales lo permiten (como se establece en las secciones 210.3.3.7.3.5.3.1 y 210.3.3.7.3.5.3.2 en que se define el volumen de servicio). Estos ajustes del volumen de servicio pueden ser aceptables operacionalmente cuando no repercutan en el servicio GBAS fuera de un radio de 80 m (263 ft) desde la antena VDB, suponiendo una potencia isótropa radiada equivalente nominal de 47dBm (Adjunto D, Tabla D-3).

210.3.3.7.3.5.4.4.1 GBAS/H.

210.3.3.7.3.5.4.4.1.1

Se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

210.3.3.7.3.5.4.4.1.2

La potencia isótropa radiada equivalente (PIRE), proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (-99 dBW/m²) y máxima de 0,879 voltios por metro (-27 dBW/m²) dentro de todo el volumen de servicio GBAS, como se especifica en 210.3.3.7.3.5.3.1. 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. Dentro del volumen de servicio GBAS, adicional que se especifica en 210.3.3.7.3.5.3.2, la potencia isótropa radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (-99 dBW/m²) por debajo de 36 ft y hasta 12 ft por encima de la superficie de la pista y de 650 microvoltios por metro (-89,5 dBW/m²) a 36 ft o más por encima de la superficie de la pista.

Nota: en el adjunto D, 7.3, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.

210.3.3.7.3.5.4.4.2 GBAS/E

210.3.3.7.3.5.4.4.2.1 Recomendación:

Debería radiodifundirse una señal polarizada elípticamente, siempre que sea posible.

210.3.3.7.3.5.4.4.2.2

Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos de 210.3.3.7.3.5.4.4.1.2 y la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE), permitirá una señal polarizada verticalmente con una intensidad de campo mínima de 136 microvoltios por metro (-103 dBW/m²) y máxima de 0,555 voltios por metro (-31 dBW/m²) dentro del volumen de servicio 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.

210.3.3.7.3.5.4.5 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 ⁱésimo canal adyacente, no excederá de los valores indicados en la Tabla 210.3.3.7.3.5-1 (al final de la sección 210.3.3.7).

210.3.3.7.3.5.4.6 Emisiones no deseadas.

Las emisiones no deseadas, incluidas las emisiones no esenciales y fuera de banda, cumplirán con los niveles indicados en la Tabla 3.7.3.5-2 (al final de la sección 210.3.3.7). La potencia total en cualquier señal VDB armónica o discreta no será superior a -53 dBm.

210.3.3.7.3.5.5 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 la disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica.

Nota: la estructura y el contenido de los datos se especifican en el apéndice B, 3.6.3.

210.3.3.7.3.6 Receptor GNSS de aeronave

210.3.3.7.3.6.1

El receptor GNSS de aeronave, procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar según lo especificado en el apéndice B, 3.1 (para GPS), apéndice B, 3.2 (para GLONASS), apéndice B, 3.3 (para GPS y GLONASS combinados), apéndice B, 3.5 (para SBAS) y apéndice B, 3.6 (para GBAS y GRAS).

210.3.3.7.4 Resistencia a interferencias

210.3.3.7.4.1

El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en 210.3.3.7.2.4 y en apéndice B, 3.7 en presencia del entorno de interferencias definido en el apéndice B, 3.7.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota: el GPS y el GLONASS, que funcionan en la banda de frecuencias de 1 559-1 610 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 1 559-1 610 MHz y que las emisiones de sistemas en esta banda de frecuencias y las adyacentes estén estrictamente controladas por la reglamentación nacional o internacional.

210.3.3.7.5 Base de datos

Nota: en los anexos 4, 11, 14 y 15 de la OACI, se proporcionan los SARPS aplicables a los datos aeronáuticos.

210.3.3.7.5.1

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 el adjunto D, 11, figura un texto de orientación sobre la necesidad de una base de datos de navegación actualizada en el equipo GNSS de aeronave.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 18 Según 210.3.3.7.2.4-1.
Requisitos de Actuación de la Señal en el Espacio

Operaciones Ordinarias	Exactitud Horizontal 95% (Notas 1 y 3)	Exactitud Horizontal 95% (Notas 1 y 3)	Integridad (Nota 2)	Tiempo hasta Alerta	Continuidad (Nota 4)	Disponibilidad (Nota 5)
En Ruta	3,7 KM (2,0NM)	N/A	1 - 1 x 10 ⁻⁷ /h	5 min	1 - 1 x 10 ⁻⁴ /h A 1 - 1 x 10 ⁻⁸ /h	0.99 a 0.99999
En Ruta, Terminal	0,74 KM (0,4NM)	N/A	1 - 1 x 10 ⁻⁷ /h	15 seg	1 - 1 x 10 ⁻⁴ /h A 1 - 1 x 10 ⁻⁸ /h	0.99 a 0.99999
Aproximación Inicial, Aproximación Intermedia, Aproximación que no es de precisión (NPA), salida	220 m (720 ft)	N/A	1 - 1 x 10 ⁻⁷ /h	10 seg	1 - 1 x 10 ⁻⁴ /h A 1 - 1 x 10 ⁻⁸ /h	0.99 a 0.99999
Operaciones de Aproximación con guía Vertical (APV-I)	16 m (52 ft)	20 m (66 ft)	1 - 2 x 10 ⁻⁷ en cualquier aproximación	10 seg	1 - 8 x 10 ⁻⁶ por 15 seg	0.99 a 0.99999
Operaciones de Aproximación con guía Vertical (APV-II) (Nota 8)	16 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	1 - 2 x 10 ⁻⁷ /h en cualquier aproximación	06 seg	1 - 8 x 10 ⁻⁶ por 15 seg	0.99 a 0.99999
Aproximación de precisión de Categoría I (Nota 7)	16 m (52 ft)	6.0 m a 4.0 m (20 ft a 13 ft) (Nota 6)	1 - 2 x 10 ⁻⁷ /h en cualquier aproximación	06 seg	1 - 8 x 10 ⁻⁶ por 15 seg	0.99 a 0.99999

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

Notas:

1. Los valores de percentil a 95, para errores de posición GNSS, son los requeridos en las operaciones previstas a la altura mínima por encima del umbral (HAT), de ser aplicable. Se especifican los requisitos detallados en el apéndice B y se proporcionan textos de orientación en el adjunto D numeral 3.2.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

2. En la definición de requisitos de integridad se incluye un límite de alerta respecto al cual pueda evaluarse el requisito. Para aproximaciones de precisión de categoría I, puede utilizarse un límite de alerta vertical (VAL) mayor que 10 m, para un diseño de sistema específico, sólo si se ha llevado a cabo un análisis de seguridad operacional específico del sistema. En el adjunto D, 3.3.6 a 3.3.10, figura orientación sobre los límites de alerta. Estos límites de alerta son los siguientes:

Tabla 19 Límites de Alerta Aproximaciones

Operación ordinaria	Límite horizontal de alerta	Límite vertical de alerta
En ruta (oceánica/continental de baja densidad)	7,4 Km (4NM)	N/A
En ruta (continental)	3,7 Km (2NM)	N/A
En ruta, de terminal	1,85 Km (1NM)	N/A
NPA	556 m (0,3 NM)	N/A
APV-I	40,0 m (130 ft)	50 m (164 ft)
APV-II	40,0 m (130 ft)	20 m (66 ft)
Aproximación de precisión de CAT 1	40,0 m (130 ft)	35 m a 10 m (115 ft a 33 ft)

***Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)***

3. Los requisitos de exactitud y de tiempo, hasta alerta comprenden la actuación nominal de un receptor sin falla.

4. Se proporcionan las gamas de valores relativos al requisito de continuidad para operaciones en ruta, de terminal, aproximación inicial, NPA y salida, puesto que este requisito, depende de varios factores, incluidos, la operación prevista, la densidad de tránsito, la complejidad del espacio aéreo y la disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa. El valor más bajo indicado, corresponde al requisito mínimo para áreas de poca densidad de tránsito y escasa complejidad del espacio aéreo. El valor máximo proporcionado, corresponde a áreas de elevada densidad de tránsito y de gran complejidad del espacio aéreo (véase el adjunto D, 3.4.2). Los requisitos de continuidad para el APV y las operaciones de categoría I, se aplican al riesgo promedio (respecto del tiempo) de pérdida de servicio, normalizado a 15 segundos de tiempo de exposición (véase el adjunto D, 3.4.3).

5. Se proporciona una gama de valores de requisitos de disponibilidad, puesto que, tales requisitos dependen de la necesidad operacional que se basa en varios factores, incluidos, la frecuencia de operaciones, entornos meteorológicos, amplitud y duración de interrupciones de tráfico, disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa, cobertura radar, densidad de tránsito y procedimientos operacionales de inversión.

Los valores inferiores indicados, corresponden a la disponibilidad mínima, respecto a la cual se considera que un sistema es práctico pero inadecuado en sustitución de ayudas para la navegación ajenas al GNSS. Para la navegación en ruta, se proporcionan los valores

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

superiores que bastan para que el GNSS, sea la única ayuda de navegación proporcionada en un área. Para la aproximación y la salida, los valores superiores indicados se basan en los requisitos de disponibilidad en los aeropuertos, con gran densidad de tránsito, suponiéndose que las operaciones hacia o desde pistas múltiples están afectadas, pero los procedimientos operacionales de inversión garantizan la seguridad de las operaciones (véase el adjunto D, 3.5).

6. Se especifica una gama de valores para aproximaciones de precisión de categoría I. El requisito de 4,0 m (13 ft), se basa en especificaciones para el ILS y representan una deducción conservadora de estas últimas (véase el adjunto D, 3.2.7).

7. Los requisitos de actuación del GNSS, para dar apoyo a operaciones de aproximación de precisión de Categorías II y III, precisan la aplicación de los requisitos de nivel inferior en el apéndice técnico (apéndice B, 3.6) además de estos requisitos de señal en el espacio (véase adjunto D, 7.5.1).

8. Los términos APV-I y APV-II, se refieren a dos niveles de operaciones de aproximación y aterrizaje con guía vertical (APV) por GNSS, y no se prevé necesariamente que estos términos sean utilizados para las operaciones.

Tabla 20 Según 210.3.3.7.3.5-1. Potencia de la radiodifusión GBAS transmitida en canales adyacentes

Canal	Potencia relativa	Potencia máxima
1° adyacente	-40 dBc	12dBm
2° adyacente	-65 dBc	-13dBm
4° adyacente	-74 dBc	-22dBm
8° adyacente	-88.5 dBc	-36.5dBm
16° adyacente	-101,5 dBc	-49.5dBm
32° adyacente	-105 dBc	-53dBm
64° adyacente	-113 dBc	-61dBm
76° adyacente y + allá	-115 dBc	-63 dBm

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1: se aplica la máxima potencia, si la potencia autorizada del transmisor excede de 150W.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 2: la relación es lineal, entre puntos aislados adyacentes, designados mediante los canales adyacentes anteriormente señalados.

Tabla 21 Según 210.3.3.7.3.5-2.
Emisiones no deseadas de la radiodifusión GBAS

Frecuencia	Nivel Relativo de emisión no deseada	Nivel máximo de emisión no deseada
9kHz a 150 kHz	-93 dBc (Nota 3)	-55 dBm/1KHz (Nota 3)
150 kHz a 30MHz	-103 dBc (Nota 3)	-55 dBm/10KHz (Nota 3)
30 MHz a 106.125 MHz	-115 dBc (Nota 3)	-57 dBm/100KHz
106.425 MHz	-113 dBc	-57 dBm/100KHz
107.225 MHz	-105 dBc	-47 dBm/100KHz
107.625 MHz	-101,5 dBc	-53,5 dBm/10KHz
107.825 MHz	-88,5 dBc	-40,5 dBm/10KHz
107.925 MHz	-74 dBc	-36 dBm/1KHz
107.9625 MHz	-71 dBc	-33 dBm/1KHz
107.975 MHz	-65 dBc	-27 dBm/1KHz
118.000 MHz	-65 dBc	-27 dBm/1KHz
118.0125 MHz	-71 dBc	-33 dBm/1KHz
118.050 MHz	-74 dBc	-36 dBm/1KHz
118.150 MHz	-88,5 dBc	-40,5 dBm/10KHz
118.350 MHz	-101,5 dBc	-53,5 dBm/10KHz
118.750 MHz	-105 dBc	-47 dBm/100KHz
119.550 MHz	-113 dBc	-57 dBm/100KHz
119.850 MHz a 1 GHz	-115 dBc (Nota 3)	-57 dBm/100KHz
1 GHz a 1.7 GHz	-115 dBc (Nota 3)	-47 dBm/100KHz

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

Notas

1. El nivel máximo de emisión no deseada (potencia absoluta), se aplica si la potencia de transmisor autorizada excede de 150 W.
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.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

3. Este nivel está impulsado por limitaciones de medición. Se prevé que, la actuación real sea mejor.

4. La relación es lineal, entre puntos aislados adyacentes designados, mediante los canales adyacentes anteriormente indicados.

210.3.3.8 RESERVADO

210.3.3.9 CARACTERÍSTICAS DE SISTEMA PARA LOS SISTEMAS RECEPTORES DE A BORDO ADF

210.3.3.9.1 Precisión de la indicación de marcación

210.3.3.9.1.1

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 una amplitud de campo de $70 \mu\text{V/m}$ o más, radiados desde un NDB LF/MF o un radiofaro de localización, que funcione dentro de las tolerancias permitidas por este Anexo y también en presencia de una señal no deseada desde una dirección situada a 90° de la señal deseada.

- a) En la misma frecuencia y 15 dB más débil.
- b) A ± 2 Khz. de distancia y 4 dB más débil.
- c) A ± 6 Khz. de distancia o más y 55 dB más fuertes.

210.3.3.10 RESERVADO

210.3.3.11 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ATERRIZAJE POR MICROONDAS (MLS)

210.3.3.11.1 Definiciones

Anchura de haz: anchura del lóbulo principal de haz, explorador medida en los puntos de -3 dB y determinada en unidades angulares, en la dirección lobular, en el plano horizontal para función de azimut y en el plano vertical para la función elevación.

Azimut de cero grados MLS: el azimut MLS cuando el ángulo de guía decodificado es de cero grados.

Azimut MLS: el lugar geométrico de los puntos de cualquier plano horizontal, en el que sea constante el ángulo de guía decodificado.

Centro de haz: punto medio entre los dos puntos de -3 dB, en los bordes anterior y posterior del lóbulo del haz explorador.

Datos auxiliares: datos transmitidos, además de los datos básicos, que proporcionan información sobre el emplazamiento del equipo terrestre, para mejorar los cálculos de a bordo sobre la posición y otra información suplementaria.

Datos básicos: datos transmitidos por el equipo terrestre, relacionados directamente con la operación del sistema de guía para el aterrizaje.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

DME/P: elemento radiotelemétrico del MLS, donde la “P” significa medición de distancia de precisión. Las características del espectro son similares a las del DME/N.

Elevación MLS: el lugar geométrico de los puntos de cualquier plano vertical, en el que sea constante el ángulo de guía decodificado.

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 o de la trayectoria de planeo deseados.

Error medio de rumbo: valor medio del error de azimut a lo largo de la prolongación del eje de pista.

Error medio de trayectoria de planeo: valor medio del error de elevación, a lo largo de la trayectoria de planeo de una función de elevación.

Función: servicio determinado proporcionado por el MLS, por ejemplo, guía de azimut de aproximación, guía de azimut posterior o datos básicos, etc.

Línea de mira de la antena MLS: el plano que pasa por el centro de fase de la antena perpendicularmente, al eje horizontal contenido en el plano de la red de antenas.

Nota: en el caso de azimut, normalmente la línea de mira de la antena y el azimut de cero grados están alineados. Sin embargo, se prefiere la designación “línea de mira” en un contexto técnico, y la designación “azimut de cero grados” en un contexto operacional (véase la definición correspondiente).

Punto de referencia de aproximación MLS: punto a una altura especificada, sobre la intersección del eje de la pista con el umbral.

Punto de referencia MLS: punto del eje de la pista más próximo, al centro de fase de la antena de elevación de aproximación.

Referencia de azimut posterior MLS: punto a una altura determinada, sobre el eje de la pista en el punto medio de la misma.

Ruido a lo largo de la trayectoria (PFN): aquella parte del error de señal de guía, que puede hacer que la aeronave se desplace de la línea media de rumbo o de la trayectoria media de planeo según corresponda.

Ruido de mandos (CMN): aquella parte del error de la señal de guía que origina movimiento en los timones y mandos, y pudiera afectar al ángulo de actitud de la aeronave durante el vuelo acoplado, pero que no hace que la aeronave se desvíe del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados. (Véase 3.5).

Sector de cobertura: parte del espacio aéreo, en el cual se proporciona servicio por una función determinada y en el cual la densidad de la potencia de la señal es igual o mayor que la mínima especificada.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Sector de guía de margen: parte del espacio aéreo, dentro del sector de cobertura, en el cual la información de guía de azimut suministrada, no es proporcional al desplazamiento angular de la aeronave, sino que es una indicación constante hacia la izquierda o derecha del lado que se encuentra la aeronave, con respecto al sector de guía proporcional.

Sector de guía proporcional: parte del espacio aéreo dentro del cual, la información de guía angular proporcionada por una función es directamente proporcional al desplazamiento angular de la antena de a bordo. con respecto a la referencia de ángulo cero.

Señal de indicación fuera de cobertura: señal que se radia hacia aquellas regiones que no están dentro del sector de cobertura previsto, cuando así se requiere para impedir específicamente una supresión indebida de una indicación de aviso, de a bordo en presencia de una información falsa.

Sistema de coordenadas cónicas: se dice que, una función utiliza coordenadas cónicas, cuando el ángulo de guía descifrado, varía como el ángulo mínimo entre la superficie de un cono que contiene la antena receptora y un plano perpendicular al eje del cono y que pasa a través de su vértice. El vértice del cono, se encuentra en el centro de fase de la antena. Para las funciones del azimut de aproximación o de azimut posterior, el plano es el plano vertical que contiene el eje de la pista. Para las funciones de elevación, el plano es horizontal.

Sistema de coordenadas planas: se dice que, una función utiliza coordenadas planas cuando el ángulo de guía descifrado varía como el ángulo comprendido entre el plano que, contiene la antena receptora y un plano de referencia. Para las funciones de azimut, el plano de referencia es el plano vertical que contiene el eje de la pista, y el plano que contiene la antena receptora es un plano vertical que pasa por el centro de fase de la antena.

Trayectoria de planeo mínima: ángulo más bajo de descenso a lo largo del azimut de cero grados, que concuerda con los procedimientos de aproximación publicados y con los criterios sobre franqueamiento de obstáculos.

Nota: se trata del ángulo mínimo de elevación aprobado y promulgado para la pista de vuelo por instrumentos.

210.3.3.11.2 Generalidades

210.3.3.11.2.1

El MLS es un sistema de guía de precisión para la aproximación y el aterrizaje que proporciona información sobre la posición y diferentes datos tierra a aire. La información sobre la posición, se proporciona en un sector de cobertura amplio y se determina por una medida angular en elevación y una medida de distancia.

Nota: salvo que se indique expresamente que se trata del equipo MLS de a bordo, el texto de 210.3.3.11 se refiere al equipo MLS terrestre.

210.3.3.11.3. Conjunto MLS

210.3.3.11.3.1 MLS básico.

El conjunto básico del MLS se compondrá de lo siguiente:

- a. Equipo de azimut de aproximación, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- b. Equipo de elevación de aproximación, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- c. Un medio para la codificación y transmisión de las “palabras” de datos esenciales, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;

Nota: datos esenciales, son datos básicos y datos auxiliares esenciales de “palabras” de datos especificados en 210.3.3.11.5.4.

- d. DMEN, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador.

210.3.3.11.3.2 Recomendación:

Si se requiere información precisa de distancia en todo el sector de cobertura en azimut, debería aplicarse la opción del DME/P, conforme a las normas del capítulo 210.3.3, 210.3.3.5.

Nota: el DME es el elemento de distancia MLS que se espera sea instalado tan pronto como sea posible. No obstante, las radiobalizas instaladas para el ILS pueden utilizarse temporalmente, con el MLS mientras se mantenga el servicio del ILS en la misma pista.

210.3.3.11.3.3 Conjuntos MLS ampliados.

Estará permitido obtener conjuntos ampliados a partir del MLS básico, mediante la adición de una o más de las mejoras de funciones o características siguientes:

- a. Equipo de azimut posterior, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador.
- b. Equipo de elevación de enderezamiento, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador.
- c. DME/P, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- d. Un medio para la codificación y transmisión de “palabras” adicionales de datos auxiliares, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador.
- e. sector de guía proporcional más amplio que supere el valor mínimo establecido en 210.3.3.11.5.

Nota 1: si bien la norma ha sido elaborada para prever la función de elevación de enderezamiento, esta función no se aplica y no está prevista su aplicación futura.

Nota 2: el formato de señal MLS permite la ampliación ulterior del sistema, para incluir funciones adicionales, tales como azimut de 360°.

210.3.3.11.3.3 Conjuntos MLS simplificados.

Se permitirá obtener conjuntos simplificados a partir del MLS básico (210.3.3.11.3.1), reduciendo sus características en la forma siguiente:

- a. Cobertura de azimut de aproximación, proporcionada solamente en la región de aproximación (210.3.3.11.5.2.2.1.1).
- b. Cobertura de azimut de aproximación y de elevación (210.3.3.11.5.2.2 y 210.3.3.11.5.3.2), que no se extienda a una altura inferior a 30 m (100 ft) sobre el umbral.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- c. Límites de exactitud para PFE y PFN ampliados de modo que no sean mayores que 1,5 veces los valores especificados en 210.3.3.11.4.9.4, para guía de azimut de aproximación y en 210.3.3.11.4.9.6 para guía de elevación.
- d. Contribución ampliada del equipo de tierra al error medio de rumbo y al error medio de trayectoria de planeo de modo que sea de 1,5 veces los valores especificados en 210.3.3.11.5.2.5 y 210.3.3.11.5.3.5, respectivamente.
- e. Eximición de los requisitos CMN (210.3.3.11.4.9.4 y 210.3.3.11.4.9.6); y
- f. Ampliación del período de medidas de supervisión y control (210.3.3.11.5.2.3 y 210.3.3.11.5.3.3) a un período de seis segundos.

Nota: en el adjunto G, 15, se proporciona texto de orientación sobre la aplicación de los conjuntos MLS simplificados.

210.3.3.11.4 Características de la señal en el espacio — Funciones de ángulo y de datos

210.3.3.11.4.1 Canales

210.3.3.11.4.1.1 Disposición de los canales.

Las funciones de ángulo y de datos del MLS operarán en cualquiera de los 200 canales asignados en las frecuencias desde 5 031,0 MHz hasta 5 090,7 MHz, según lo indicado en la tabla A.

210.3.3.11.4.1.1.1

Se efectuarán las asignaciones de canales además de las especificadas en 210.3.3.11.4.1.1, dentro de la sub-banda de 5 030,4 -5 150,0 MHz, en tanto sean necesarias para satisfacer los requisitos futuros de la navegación aérea.

210.3.3.11.4.1.2

Asociación por pares de canales con el DME. La asociación por pares de canales de ángulo y de datos, con el canal de la función de distancia, se efectuará de acuerdo con la Tabla A.

210.3.3.11.4.1.3 Tolerancia de frecuencia.

La radiofrecuencia de operación de equipo terrestre, no variará en más de ± 10 kHz de la frecuencia asignada. La estabilidad de la frecuencia, será tal que no se desvíe en más de ± 50 kHz de la frecuencia nominal, cuando se mida durante un intervalo de un segundo.

210.3.3.11.4.1.4 Espectro de la señal de radiofrecuencia

210.3.3.11.4.1.4.1

La señal transmitida será tal que, durante el tiempo de transmisión, la densidad de potencia media por encima de una altura de 600 m (2 000 ft) no excederá de -94,5 dBW/m², para guía angular o para señales de datos al medirse en una anchura de banda de 150 kHz centrada en 840 kHz, o más, de la frecuencia normal.

210.3.3.11.4.1.4.2

La señal transmitida será tal que, durante el tiempo de transmisión, la densidad de potencia media a una distancia mayor de 4 800 m (2,6 NM) de cualquier antena y para una altura inferior a 600 m (2 000 ft) no excederá de -94,5 dBW/m² para guía angular o señales de datos, al medirse en una anchura de banda de 150 kHz centrada en 840 kHz, o más, de la frecuencia nominal.

Nota 1: los requisitos de 210.3.3.11.4.1.4.2, se aplican cuando la cobertura operacional de otra estación terrestre de MLS se yuxtapone, al horizonte radioeléctrico de la estación terrestre en cuestión.

Nota 2: en el apéndice G, 9.3, se proporcionan textos de orientación sobre planificación de frecuencias de MLS.

210.3.3.11.4.2 Polarización.

Las transmisiones en radiofrecuencia de todos los equipos terrestres estarán, nominalmente, polarizadas verticalmente. El efecto de cualquier componente polarizada horizontalmente, no hará que la información de guía cambie en más del 40% del PFE admisible, en ese lugar, con la antena de a bordo girada 30° desde la posición vertical, ni podrá causar que se exceda el límite PFE.

210.3.3.11.4.3 Organización del multiplexaje por división en el tiempo (MDT)

210.3.3.11.4.3.1

Tanto la información angular, como los datos se transmitirán por multiplexaje MDT, en un canal de radiofrecuencia único.

210.3.3.11.4.3.2 Sincronización.

Las transmisiones procedentes de los diferentes equipos terrestres, de ángulo y datos, que presten servicio a una pista determinada, estarán sincronizadas en los tiempos para asegurar las operaciones libres de interferencia en el canal de radiofrecuencia común de operación.

210.3.3.11.4.3.3 Régimen de función.

Cada función transmitida se repetirá a los regímenes indicados en la tabla siguiente:

Tabla 22 Régimen de Función TX

Función	Régimen medio de función (Hz) medido en cualquier período de 10 s
Guía de azimut de aproximación	13 ± 0,5
Guía de azimut de aproximación de régimen	39 ± 1,5
Guía de azimut posterior	6,5 ± 0,25
Guía de elevación de aproximación	39 ± 1,5
Guía de elevación de enderezamiento	39 ± 1,5
Datos básicos	véase el apéndice A, tabla A-7
Datos auxiliares	véase el apéndice A, tablas A-10 y A-12

**Fuente: Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.11.4.3.3.1 Recomendación:

Cuando el sector de guía proporcional, no sea mayor de $\pm 40^\circ$ y no se prevea la necesidad de elevación de enderezamiento, o de otras funciones de ampliación, en la instalación, debería usarse la función de azimut de aproximación de régimen alto.

Nota: el Adjunto G, 2.3.3, contiene información sobre la aplicación.

210.3.11.4.3.4 Cronología de función.

Las normas cronológicas para cada función de ángulo y de datos, serán las especificadas en el apéndice A, Tablas A-1 a A-6 y A-8. La precisión de la cronología interna del equipo terrestre, para cada hecho enumerado, incluyendo la inestabilidad, será el valor nominal especificado $\pm 2 \mu\text{s}$. La inestabilidad cronológica será menor que $1 \mu\text{s}$ de media cuadrática (RMS).

Nota 1: la cronología de cada suceso enumerado, indica el principio de un intervalo de tiempo y el fin del intervalo de tiempo del suceso anterior. Las características y cronología de las transmisiones reales, están especificadas en los párrafos correspondientes.

Nota 2: el adjunto G, 2.2.2, contiene información sobre las medidas de la precisión de la cronología.

210.3.11.4.3.5 Secuencia de función.

El intervalo de tiempo, entre transmisiones repetitivas de cualquier función, se cambiará de manera que proporcione protección contra la interferencia sincrónica.

Nota 1: cada transmisión de función es una entidad independiente, que puede ocurrir en cualquier posición de la secuencia TDM (con la excepción de que el azimut posterior tiene que ir precedido por la "palabra" 2 de datos básicos).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 2: algunas secuencias que han demostrado tener protección con respecto a la interferencia síncrona se ilustran en el Adjunto G, 2.1.4.

210.3.11.4.4 Preámbulo

210.3.11.4.4.1

Se transmitirá una señal de preámbulo, a través de todo el sector de cobertura aplicable para identificar la función determinada que sigue. El preámbulo consistirá del período de captación de la radiofrecuencia portadora, un código de tiempo de referencia del receptor, y un código de identificación de función. La cronología de las transmisiones del preámbulo serán las especificadas en el apéndice A, tabla A-1.

210.3.11.4.4.2 Captación de la portadora.

La transmisión del preámbulo, empezará con un período de radiofrecuencia portadora sin modular, tal como está especificado en el apéndice A, tabla A-1.

210.3.3.11.4.4.3 Modulación y codificación

210.3.3.11.4.4.3.1 Manipulación por desplazamiento de fase diferencial (MDPD).

Los códigos de preámbulo y las señales de datos básicos y auxiliares especificadas en 210.3.3.11.4.8, se transmitirán mediante MDPD de la portadora de radiofrecuencia. Un “cero” estará representado por un desplazamiento de fase de $0^\circ \pm 10^\circ$ y un “uno” estará representado por un desplazamiento de fase de $180^\circ \pm 10^\circ$. La rapidez de modulación será de 15 625 baudios. La precisión cronológica interna de las transiciones MDPD será la que está especificada en 210.3.3.11.4.3.4. No se aplicará modulación de amplitud durante la transición de fase. El tiempo de transición, no será superior a 10 μ s la fase avanzará, o se retardará de manera monótonica en toda la región de transición.

210.3.3.11.4.4.3.2 Tiempo de referencia del receptor.

Todos los preámbulos, contendrán el código de tiempo de referencia del receptor, 11101 (bits I1 a I5). El tiempo del punto medio de la última transición de fase en el código será el tiempo de referencia del receptor. El código de tiempo de referencia del receptor será validado decodificando la identificación de una función válida inmediatamente después del código de tiempo de referencia del receptor.

210.3.3.11.4.4.3.3 Identificación de función.

Un código de identificación de función, seguirá al de sincronización del receptor. Este código consistirá de cinco bits de información (I6 a I10), lo que permitirá la identificación de 31 funciones y dos bits de paridad (bits I11 e I12) de acuerdo con la tabla siguiente:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 23 Código de Identificación de Función

Función	Código						
	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁₀	I ₁₁	I ₁₂
Azimut de aproximación	0	0	1	1	0	0	1
Azimut de aproximación de régimen alto	0	0	1	0	1	0	0
Elevación de aproximación	1	1	0	0	0	0	1
Elevación de enderezamiento	0	1	1	0	0	0	1
Azimut posterior	1	0	0	1	0	0	1
Azimut 360°	0	1	0	0	1	0	1
Datos básicos 1	0	1	0	1	0	0	0
Datos básicos 2	0	1	1	1	1	0	0
Datos básicos 3	1	0	1	0	0	0	0
Datos básicos 4	1	0	0	0	1	0	0
Datos básicos 5	1	1	0	1	1	0	0
Datos básicos 6	0	0	0	1	1	0	1
Datos auxiliares A	1	1	1	0	0	1	0
Datos auxiliares B	1	0	1	0	1	1	1
Datos auxiliares C	1	1	1	1	0	0	0

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

Nota: los códigos de identificación de función, han sido escogidos de forma que los bits de paridad I11 e I12 satisfagan a las ecuaciones:

$$I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} = \text{PAR}$$

$$I_6 + I_8 + I_{10} + I_{12} = \text{PAR}$$

210.3.3.11.4.5 Parámetros de guía angular.

La información de guía angular, se codificará por la magnitud de la separación de tiempo entre los centros de los lóbulos principales de los haces explotadores de IDA y VUELTA recibidos. El equipo de a bordo, interpretará la codificación como una función lineal del tiempo, de la forma siguiente:

$$\theta = (T_0 \square t) V/2$$

En la que:

θ = Azimut o ángulo de guía de elevación en grados

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

t = Separación en tiempo, en microsegundos, entre los centros de los haces de IDA y VUELTA

T_0 = Tiempo de separación, en microsegundos, entre los centros de los haces de IDA y VUELTA, correspondientes a cero grados

V = Constante de escala de la velocidad de exploración en grados por microsegundo.

210.3.3.11.4.5.1

Los valores de los parámetros de guía angular, serán los que se señalan en la tabla siguiente:

Tabla 24 Parámetros de Guía Angular

Función	Ángulo máximo de exploración (grados)	Valor de t para el ángulo máximo de exploración (μ s)	T_0 (μ s)	V (grados/ μ s)
Azimut de aproximación	-62 a +62	13 000	6 800	0,02
Azimut de aproximación de régimen alto	-42 a +42	9 000	4 800	0,02
Azimut posterior	-42 a +42	9 000	4 800	-0,02
Elevación de aproximación	-1,5 a +29,5	3 500	3 350	0,02
Elevación de enderezamiento	-2 a +10	3 200	2 800	0,01

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Nota 1: entre el final de la exploración IDA y el comienzo de la exploración VUELTA hay un tiempo de pausa sin radiación, de duración adecuada. En el adjunto G, 2.2.1, se proporciona información adicional.

Nota 2: con los ángulos máximos de exploración indicados se reconoce que el ángulo de exploración debe sobrepasar el límite del sector de guía proporcional en, por lo menos, la mitad de la anchura de la envolvente de haz de barrido detectado (en ángulo equivalente) para que se pueda decodificar bien.

210.3.3.11.4.5.2

Las tolerancias en la velocidad del haz explorador del equipo terrestre y la separación del tiempo, entre los impulsos IDA y VUELTA, correspondientes a cero grados, serán suficientes para satisfacer los requisitos sobre la precisión especificados en 210.3.3.11.4.9.

210.3.3.11.4.5.3

Las transmisiones de exploración IDA y VUELTA, estarán dispuestas simétricamente hacia los puntos medios de exploración enumerados en cada una de las Tablas de A-2 a A-5 del apéndice A. El punto medio de exploración y el centro de intervalo de tiempo entre las transmisiones de exploración IDA y VUELTA coincidirán, con una tolerancia de

± 10 μs.

210.3.3.11.4.6 Funciones de guía de azimut

210.3.3.11.4.6.1

Cada ángulo de guía transmitido consistirá en una exploración IDA, en el sentido de las agujas del reloj, seguida de una exploración VUELTA en el sentido contrario al de las agujas del reloj, visto desde arriba de la antena. Para las funciones de azimut de aproximación, el aumento de los ángulos de guía se hará en la dirección de la exploración IDA. Para las funciones de azimut posterior dicho aumento se hará en la dirección de la exploración VUELTA.

Nota: el adjunto G, 2.3.1, contiene un diagrama que ilustra las convenciones de exploración.

210.3.3.11.4.6.2 Señales de sector.

El formato de la transmisión desde cualquier función de azimut, incluirá períodos de tiempo para la selección de la antena de a bordo, indicación fuera de cobertura, e impulsos de prueba tal como está especificado en el apéndice A, Tablas A-2 y A-3. La precisión de la cronología interna de las señales de sector concordará con la precisión de la cronología interna de las transiciones MDPD especificadas en 210.3.3.11.4.3.4.

210.3.3.11.4.6.2.1 Identificación del equipo terrestre.

Cada MLS que preste servicio a una pista determinada, se identificará por un designador de cuatro caracteres alfabéticos, empezando por la letra M. Este designador, salvo la primera letra, será transmitido como palabra digital en la forma enumerada en el apéndice A, tabla A-7.

Nota: no es un requisito que el equipo terrestre MLS, transmita datos de identificación fuera de los sectores de cobertura de guía angular. Si por razones operacionales, fuera necesario proporcionar la identificación de canal MLS fuera de los sectores de cobertura de guía angular, ésta podrá obtenerse del DME omnidireccional asociado. (Véase 210.3.3.11.5.5.2 y adjunto G, 8.2).

210.3.3.11.4.6.2.1.1

La señal será transmitida por el canal de datos a las regiones de cobertura de azimut de aproximación y posterior.

210.3.3.11.4.6.2.1.2

El bit de código correspondiente al período de tiempo previamente atribuido para la identificación del equipo terrestre de alternativa (código Morse), a continuación del preámbulo de azimut se fijará en el estado "CERO".

210.3.3.11.4.6.2.2 Señal de selección de antena de a bordo.

Se transmitirá una señal para la selección de antena de a bordo, como una señal de "cero" MDPD, con una duración equivalente a un período de seis bits. La señal estará disponible en todo el sector de cobertura en el que se proporcione guía de azimut de aproximación o posterior.

Nota: la señal proporciona una oportunidad para la selección de la antena más apropiada en una instalación de antenas múltiples de a bordo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.11.4.6.2.3 Impulsos de indicación fuera de cobertura (OCI) de azimut.

Cuando se utilicen, los impulsos de indicación fuera de cobertura serán:

- a. Mayores que cualquier otra señal de guía en el sector fuera de cobertura;
- b. Inferiores, en por lo menos 5 dB, al nivel del margen “vuele a la izquierda” (vuele a la derecha) dentro del sector del margen “vuele a la izquierda” (vuele a la derecha); y
- c. Inferiores, en por lo menos 5 dB, al nivel del haz explorador dentro de la zona de cobertura proporcional.

La duración de cada impulso, medida en el punto de media amplitud, será de por lo menos 100 μ s y los tiempos de aumento y disminución de estos impulsos serán inferiores a 10 μ s.

210.3.3.11.4.6.2.3.1

Si se desea, estará permitido transmitir dos impulsos en secuencia en cada período de tiempo de indicación de fuera de cobertura. Cuando se utilicen pares de impulsos, la duración de cada impulso será de por lo menos, 50 μ s y los tiempos de aumento y disminución de estos impulsos serán inferiores a 10 μ s.

210.3.3.11.4.6.2.3.2

Las transmisiones de impulsos de indicación, fuera de cobertura radiados desde antenas con diagramas de cobertura superpuestos tendrán una separación de por lo menos 10 μ s.

210.3.3.11.4.6.2.4 Señales de ensayo radiadas desde el suelo

Nota: se ha reservado un intervalo de tiempo en los formatos de señales de guía de ángulo de azimut para el uso futuro de una señal de ensayo radiada desde el suelo.

210.3.3.11.4.6.2.5 Guía de margen.

Cuando el sector de guía proporcionado, es menor que la cobertura mínima especificada en 210.3.3.11.5.2.2.1.1 a) y 210.3.3.11.5.2.2.2 a), se proporcionará guía de margen para complementar el sector de cobertura, mediante la transmisión de impulsos de margen vuele a la izquierda/vuele a la derecha en los formatos para las funciones de azimut de aproximación, azimut de aproximación de régimen alto y azimut posterior. Alternativamente, se permitirá proporcionar guía de margen dejando que el haz explorador, indague más allá del sector de guía proporcional designado, para suministrar información de margen vuele a la izquierda o vuele a la derecha, según convenga, cuando el ángulo decodificado exceda de los límites designados de la cobertura de guía proporcional.

210.3.3.11.4.6.2.5.1

Se proporcionará información sobre guía de margen mediante la transmisión de pares de impulsos, dentro de los períodos de tiempo de ángulo explorador. Un par consistirá, en un impulso adyacente al tiempo de comienzo de la exploración IDA, del haz explorador y de un impulso adyacente al tiempo de parada de la exploración VUELTA. El segundo par, consistirá en un impulso adyacente al tiempo de parada de la exploración IDA del haz explorador, y de un impulso adyacente al tiempo de comienzo de la exploración VUELTA. Los impulsos de margen “vuele a la derecha” representarán ángulos positivos y los impulsos de margen “vuele a la izquierda” representarán ángulos negativos. La duración de cada impulso de margen será de 50 μ s con una tolerancia de $\pm 5 \mu$ s. El tiempo de conmutación del transmisor entre los impulsos

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

de margen y las transmisiones de haz explorador no excederá de 10 μ s. El tiempo de aumento en el borde, de cada impulso de margen no adyacente, al haz explorador será menor de 10 μ s

210.3.3.11.4.6.2.5.2

Las características de la señal en el espacio de los impulsos de guía de margen, serán las siguientes:

- a. En el sector de guía de margen “vuele a la derecha”, la señal de guía de margen “vuele a la derecha” excederá los lóbulos laterales del haz explorador, cualquier otra guía y las señales de indicación fuera de cobertura en por lo menos 5 dB;
- b. En un sector de guía de margen “vuele a la izquierda”, la señal de margen “vuele a la izquierda” excederá los lóbulos laterales del haz explorador, cualquier otra guía y las señales de indicación fuera de cobertura en por lo menos 5 dB; y
- c. En el sector de guía proporcional las señales de guía de margen estarán por lo menos 5 dB por debajo del lóbulo principal del haz explorador.

210.3.3.11.4.6.2.5.3

La densidad de potencia de la señal de margen será la requerida en 210.3.3.11.4.10.1.

Nota 1: el adjunto G, 2.3.4, contiene información de orientación sobre los puntos siguientes:

- a. Organización de la cronología de margen y de haz explorador;
- b. Envoltentes de los impulsos en las zonas de transición entre las señales de margen y de haz explorador;
- c. Cambios de la conversión de margen (vuele a la derecha/vuele a la izquierda).

Nota 2: los límites de la cobertura proporcional se transmiten en los datos básicos tal como se especifica en 210.3.3.11.4.8.2.

210.3.3.11.4.7 Funciones de guía en elevación

210.3.3.11.4.7.1 Convenciones de exploración.

Para la función de elevación de aproximación los ángulos de guía en elevación, en aumento, estarán en la dirección hacia arriba. El ángulo de elevación cero, coincidirá con un plano horizontal a través del centro de fase de la antena respectiva. Cada transmisión de ángulo de guía consistirá en una exploración IDA seguida de una exploración VUELTA. La exploración IDA irá en la dirección del aumento de los valores angulares.

210.3.3.11.4.7.2 Señal del sector.

La transmisión de un impulso de indicación fuera de cobertura, se proporcionará en el formato para la función de elevación de aproximación. Cuando se utilice un impulso de indicación fuera de cobertura, este impulso será:

- 1) Mayor que cualquier señal de guía en el sector de indicación fuera de cobertura.
- 2) Inferior, en por lo menos 5 dB, a las señales de guía dentro del sector de guía. La cronología de la elevación de la indicación fuera de cobertura será la indicada en la tabla A-4 del apéndice A. La duración de cada impulso medida en los puntos de media

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

amplitud será de por lo menos 100 y los tiempos de aumento y disminución serán inferiores a 10 μ s.

210.3.3.11.4.7.2.1

Si se desea, estará permitido transmitir dos impulsos en secuencia en cada período de tiempo de indicación de margen de franqueamiento de obstáculos. Cuando se utilicen pares de impulsos, la duración de cada impulso será de por lo menos 50 μ s, y los tiempos de aumento y disminución serán inferiores a 10 μ s.

210.3.3.11.4.8 Funciones de datos.

En el formato de señal MLS se preverá la transmisión de datos básicos y de datos auxiliares.

Nota: los requisitos del equipo terrestre relativos a la cobertura y supervisión de los datos están especificados en 210.3.3.11.5.4.

210.3.3.11.4.8.1 Transmisión de datos.

Los datos se transmitirán como está especificado en 210.3.3.11.4.4.3.1.

210.3.3.11.4.8.2 Organización y cronología de datos básicos.

Los datos básicos estarán codificados como “palabras” de 32 bits, consistiendo cada una en un preámbulo de función (12 bits) como está especificado en 210.3.3.11.4.4, y el contenido de los datos como está especificado en el apéndice A, tabla A-7. La cronología de las “palabras” de datos básicos, será como está especificada en el apéndice A, tabla A-6. El contenido, el intervalo máximo entre dos transmisiones de la misma “palabra”, y la organización de las “palabras” serán como están especificadas en el apéndice A, tabla A-7. Los datos que contengan información digital se transmitirán en el primer bit menos significativo. El número binario menor representará el límite inferior absoluto con incrementos por escalones binarios hasta el límite superior absoluto de la gama de valores especificada en el apéndice A, tabla A-7.

210.3.3.11.4.8.2.1 Contenidos de datos básicos.

Los ítems del contenido de datos especificados en el apéndice A, tabla A-7, se definirán de la forma siguiente:

- a. Distancia de la antena de azimut de aproximación al umbral, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación, hasta un plano vertical, perpendicular al eje de pista, que contiene el umbral de pista.
- b. Límite de la cobertura proporcional en azimut de aproximación, representará el límite del sector en el que se transmite la guía proporcional de azimut de aproximación.
- c. Tipo de señal de margen, representará el método por el que se proporciona la señal de margen de azimut.
- d. Trayectoria de planeo mínima, representará el ángulo de descenso mínimo a cero grados de azimut, según se define en 210.3.3.11.1.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- e. Estado de azimut posterior, representará las condiciones operacionales del equipo de azimut posterior.
- f. Estado del DME, representará las condiciones operacionales del equipo DME.
- g. Estado de azimut de aproximación, representará las condiciones operacionales del equipo de azimut de aproximación.
- h. Estado de elevación de aproximación, representará las condiciones operacionales del equipo de elevación de aproximación.
- i. Anchura de haz representará, para una función determinada, la anchura de haz de antena, según se define en 210.3.3.11.1
- j. Distancia DME, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena DME hasta el plano vertical perpendicular al eje de la pista, que contiene el punto de referencia MLS.
- k. Orientación magnética de azimut de aproximación, representará el ángulo medido en el plano horizontal en sentido dextrorso, desde el norte magnético hasta el azimut de aproximación de cero grados, a partir de la antena de azimut de aproximación. El vértice del ángulo medido, será el centro de fase de la antena de azimut de aproximación.
- l. Orientación magnética de azimut posterior, representará el ángulo medido en el plano horizontal en sentido dextrorso desde el norte magnético hasta el azimut posterior de cero grados, a partir de la antena de azimut posterior. El vértice del ángulo medido será el centro de fase de la antena de azimut posterior.
- m. Límite de la cobertura proporcional de azimut posterior, representará el límite del sector en el que se transmite la guía proporcional de azimut posterior.
- n. Identificación del equipo terrestre MLS, representará los tres últimos caracteres de la identificación del sistema especificada en 210.3.3.11.4.6.2.1. Los caracteres estarán codificados de acuerdo con el Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5), utilizando los bits b1 a b6.

Nota 1: el Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5) está definido en el anexo 10, volumen III.

Nota 2: el bit b7 de este código puede reconstruirse en el receptor de a bordo tomando el complemento del bit b6.

210.3.3.11.4.8.3 Organización y cronología de los datos auxiliares.

Todos los datos auxiliares se organizarán en palabras de 76 bits, que comprenden el preámbulo de función (12 bits), especificado en 210.3.3.11.4.4, la dirección (8 bits) especificada en la tabla A-9 del apéndice A, y el contenido y paridad de los datos (56 bits), especificados en

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

el apéndice A, ablas A-10, A-11, A-12, A-13 y A-15. Se reservan tres códigos de identificación de función, para indicar la transmisión de datos auxiliares A, datos auxiliares B y datos auxiliares C. La cronología de la función de datos auxiliares, será la especificada en el apéndice A, abla A-8. Se proporcionarán dos formatos de palabra de datos auxiliares, uno para datos digitales y otro para datos con caracteres alfanuméricos. Al transmitir los datos que contienen información digital, se transmitirá primero el bit menos significativo.

Los caracteres alfa en las palabras de datos B1 a B39, se codificarán de acuerdo con el alfabeto internacional núm. 5 (IA-5), utilizando los bits b1 a b5, transmitiéndose el bit b1 en primer lugar. Los caracteres de los datos alfanuméricos, de otras palabras de datos se codificarán de acuerdo con el IA-5, utilizando siete bits de información, más un bit de paridad añadido a cada carácter. Los datos alfanuméricos, se transmitirán en el orden en que han de ser leídos. La transmisión en serie de un carácter, se hará de forma que se transmita primero el bit de orden inferior y que el bit de paridad se transmita el último.

Nota 1: el alfabeto internacional núm. 5 (IA-5) está definido en el anexo 10, volumen III.

Nota 2: en 210.3.3.11.4.8.3.1 se especifica el contenido de datos auxiliares A. En 210.3.3.11.4.8.3.2 se especifica el contenido de datos auxiliares B. Se reserva para uso nacional el contenido de datos auxiliares C.

210.3.3.11.4.8.3.1 Contenido de los datos auxiliares A.

Los datos incluidos en las palabras de datos auxiliares A1 a A4, según lo especificado en la tabla A-10 del apéndice A, se definirán como sigue:

- a. Desplazamiento de la antena de azimut de aproximación, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- b. Distancia de la antena de azimut de aproximación al punto de referencia MLS, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación, hasta el plano vertical perpendicular al eje de la pista que pasa por el punto de referencia MLS.
- c. Alineación del azimut de aproximación con el eje de la pista, representará el ángulo mínimo entre el azimut de aproximación de cero grados y el eje de la pista.
- d. Sistema de coordenadas de la antena de azimut de aproximación, representará el sistema de coordenadas (planas o cónicas) de los datos angulares transmitidos por la antena de azimut de aproximación.

Nota: aunque esta norma fue elaborada para proporcionar sistemas alternativos de coordenadas, el sistema de coordenadas planas no está en vigor ni se tiene la intención de que lo esté en el futuro.

- e. Altura de la antena de azimut de aproximación, representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena respecto al punto de referencia MLS.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- f. Desplazamiento de la antena de elevación de aproximación, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de elevación hasta un plano vertical, que pasa por el eje de la pista.
- g. Distancia desde el punto de referencia MLS al umbral, representará la distancia medida a lo largo del eje de la pista desde el punto de referencia MLS, hasta el umbral de la pista.
- h. Altura de la antena de elevación de aproximación, representará el emplazamiento vertical del centro de fase de la antena de elevación con respecto al punto de referencia MLS.
- i. Elevación del punto de referencia MLS, representará la elevación del punto de referencia con relación al nivel medio del mar (MSL).
- j. Altura del umbral de la pista, representará la posición en el plano vertical de la intersección del umbral de la pista, con el eje de pista respecto al punto de referencia MLS.
- k. Desplazamiento DME, representará la distancia ítima desde el centro de fase de la antena DME, hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- l. Distancia del DME, al punto de referencia MLS, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena DME hasta un plano vertical, perpendicular al eje de la pista, que pasa por el punto de referencia MLS.
- m. Altura de la antena DME, representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena, respecto al punto de referencia MLS.
- n. Distancia del extremo de parada de la pista, representará la distancia a lo largo del eje entre el extremo de parada de la pista y el punto de referencia MLS.
- o. Desplazamiento de la antena de azimut posterior, representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut posterior, hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- p. Distancia del azimut posterior al punto de referencia MLS, representará la distancia mínima, desde la antena de azimut posterior, hasta un plano vertical, perpendicular al eje de la pista, que pasa por el punto de referencia MLS.
- q. Alineación del azimut posterior con el eje de la pista, representará el ángulo mínimo entre el azimut posterior de cero grados y el eje de la pista.
- r. Sistema de coordenadas de la antena de azimut posterior, representará el sistema de coordenadas (planas o cónicas) de los datos angulares transmitidos por la antena de azimut posterior.

Nota: aunque esta norma fue elaborada para proporcionar sistemas alternativos de coordenadas, el sistema de coordenadas planas no está en vigor ni se tiene la intención de que lo esté en el futuro.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- s. Altura de la antena de azimut posterior, representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena, respecto al punto de referencia MLS.

Nota: se tiene la intención de que no se determinen otras palabras de datos auxiliares A

210.3.3.11.4.8.3.2 Contenido de los datos auxiliares B.

Se determinarán las palabras de datos auxiliares B, como se especifica en el apéndice A, tablas A-11 y A-13.

210.3.3.11.4.8.3.2.1

Datos para procedimientos con sistema de aterrizaje por microondas/navegación de área (MLS/RNAV). Cuando sea necesario, se utilizarán las palabras de datos B1 a B39 para transmitir datos y apoyar procedimientos MLS/ RNAV. Se permitirá dividir estos datos de procedimientos, en dos bases de datos separadas: una para la transmisión en el sector de azimut de aproximación y la otra para transmisión en el sector de azimut posterior. Los datos correspondientes, a cada procedimiento, se transmitirán en la base de datos para el sector de cobertura en el que se inicia el procedimiento. Los datos de procedimiento para aproximaciones frustradas, se incluirán en la base de datos que contiene el procedimiento de aproximación correspondiente.

210.3.3.11.4.8.3.2.2

Estructura de la base de datos de procedimiento. Cuando se utilice, cada base de datos de procedimiento se construirá como sigue:

- a. Se identificará con una palabra de aplicación/CRC el tamaño de la base de datos, el número de procedimientos definidos, y el código de verificación cíclica de redundancia (CRC) para la validación de la base de datos.
- b. Se identificarán mediante palabras descriptoras de procedimiento todos los procedimientos de aproximación y salida nombrados dentro de la base de datos.
- c. Se definirán mediante palabras de datos de puntos de recorrido la ubicación y la secuencia de los puntos de recorrido correspondientes a los procedimientos.

Nota: la estructura y la codificación de las palabras de datos auxiliares B de B1 a B39, se definen en el apéndice A, tablas A-14 a A-17. En el adjunto G, se proporciona texto de orientación relativo a la codificación de los procedimientos MLS/RNAV.

210.3.3.11.4.9 Precisión del sistema.

Las normas relativas a la precisión, aquí especificadas, deben cumplirse en base a una probabilidad del 95% salvo que se indique otra cosa.

Nota 1: entre los límites globales de error, se incluyen los errores procedentes de toda clase de causas, equipo de a bordo, equipo terrestre y efectos de propagación.

Nota 2: se tiene la intención de que los límites de error, se apliquen sobre un intervalo de la trayectoria de vuelo, que incluya la referencia de aproximación o la referencia de azimut posterior. En el adjunto G, 2.5.2, se proporciona la interpretación de los errores MLS y la medición de los mismos sobre un intervalo apropiado para la inspección en vuelo.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 3: para determinar los errores admisibles en las tolerancias de deterioro, en puntos que no sean el de referencia apropiada, la precisión especificada en la referencia, debería convertirse primeramente de su valor lineal, a su valor angular equivalente, con el origen en la antena.

210.3.3.11.4.9.1 Referencia de aproximación MLS.

La altura de la referencia de aproximación MLS será de 15 m (50 ft). Se permitirá una tolerancia de +3 m (10 ft).

Nota 1: la finalidad operacional, de determinar la altura de la referencia de aproximación MLS, es lograr la guía segura sobre los obstáculos así como una utilización segura y eficiente de la pista servida. Para las alturas mencionadas en 210.3.3.11.4.9.1 se suponen pistas con número de clave 3 ó 4, según se definen en el anexo 14.

Nota 2: al mismo tiempo, la referencia, proporciona un punto conveniente en el cual pueden especificarse la precisión y otros parámetros de la función.

Nota 3: para obtener los valores anteriores de la altura, del punto de referencia de aproximación MLS, 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 el trayecto a de la parte inferior de las ruedas al cruzar 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.

210.3.3.11.4.9.2 Referencia de azimut posterior MLS.

La altura de la referencia de azimut posterior MLS, será de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

Nota: la finalidad de determinar la referencia de azimut posterior MLS, es proporcionar un punto conveniente, en el cual pueden especificarse la precisión y otros parámetros de la función.

210.3.3.11.4.9.3

El PFE, comprenderá aquellos elementos de frecuencia del error de señal de guía, a la salida del receptor de a bordo, que se encuentra por debajo de 0,5 rad/s, para la información de guía de azimut o por debajo de 1,5 rad/s para la información de guía de elevación. El ruido de mandos, estará formado por los componentes de frecuencia del error de la señal de guía a la salida del receptor de a bordo, que se sitúen por encima de 0,3 rad/s para la guía en azimut o por encima de 0,5 rad/s, para la información de guía de elevación. La frecuencia de vértice del filtro de salida del receptor utilizado para esta medida es de 10 rad/s.

210.3.3.11.4.9.4 Funciones de guía en azimut de aproximación.

A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en la referencia de aproximación, la función de azimut de aproximación proporcionará la siguiente performance:

- a. el PFE no será mayor de ± 6 m (20 ft);
- b. el PFN no será mayor de $\pm 3,5$ m (11,5 ft);
- c. el CMN no será mayor de $\pm 3,2$ m (10,5 ft) o $0,1^\circ$, tomándose de ambos valores el menor.

210.3.3.11.4.9.4.1 Recomendación:

En la referencia de aproximación, el PFE no debería ser mayor de ± 4 m (13,5 ft).

210.3.3.11.4.9.4.2

La precisión lineal especificada, en el punto de referencia se mantendrá en toda la región de cobertura de la pista especificada en 210.3.3.11.5.2.2.1.2, excepto cuando esté tolerado el deterioro tal como está especificado en 210.3.3.11.4.9.4.3.

210.3.3.11.4.9.4.3 Tolerancia en el deterioro.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, se permitirá que el PFE, el PFN y el CMN angulares del azimut de aproximación se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

- a. En la distancia. El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular a 37 km (20 NM) del umbral de la pista, a lo largo de la prolongación del eje de la pista, será de dos veces el valor especificado en la referencia de aproximación. El límite del CMN, será de $0,1^\circ$ a 37 km (20 NM), del punto de referencia de aproximación a lo largo de la prolongación del eje de la pista, a un ángulo mínimo de trayectoria de planeo.
- b. En el ángulo azimutal. El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular para un ángulo azimutal de $\pm 40^\circ$, será de 1,5 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación. El límite del CMN, expresado en forma angular, para un ángulo azimutal de $\pm 40^\circ$ es de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación.
- c. En el ángulo de elevación. El límite del PFE y el límite del PFN no se deteriorarán hasta un ángulo de elevación de 9° . El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular para un ángulo de elevación de 15° desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación, será de dos veces el valor tolerado por debajo de 9° a la misma distancia de la referencia de aproximación, y al mismo ángulo azimutal. El error del CMN no se deteriorará con el ángulo de elevación.
- d. CMN máximo. Los límites del CMN no excederán de $0,2^\circ$ en ninguna región de cobertura.

210.3.3.11.4.9.4.3.1 Recomendación:

El CMN no debería exceder de $0,1^\circ$ en ninguna región de cobertura.

210.3.3.11.4.9.4.4 PFE y PFN angulares máximos.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en cualquier región, dentro de la cobertura, los límites de error angular serán los siguientes:

- a. el PFE no excederá de $\pm 0,25^\circ$; y
- b. el PFN no excederá de $\pm 0,15^\circ$.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.11.4.9.5 Función de guía en azimut posterior.

En la referencia planeo de azimut posterior, la función posterior proporcionará la siguiente performance:

- a. el PFE no será mayor de ± 6 m (20 ft);
- b. la componente de PFN no será mayor de $\pm 3,5$ m (11,5 ft);
- c. el CMN no será mayor de $\pm 3,2$ m (10,5 ft) o de $0,1^\circ$, tomándose de ambos valores el menor.

210.33.11.4.9.5.1 Tolerancia en el deterioro.

Estará tolerado que el PFE, el PFN y el CMN del ángulo de azimut posterior, se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

- a. En la distancia. El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular en el límite de cobertura a lo largo de la prolongación del eje de pista, será de dos veces el valor especificado en la referencia planeo de azimut posterior. El límite de CMN, expresado en forma angular a 18,5 km (10 NM) desde el fin de pista a lo largo de la prolongación del eje de pista, será de 1,3 veces el valor especificado en la referencia de azimut posterior.
- b. En el ángulo azimutal. El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular para un ángulo azimutal de $\pm 20^\circ$, será de 1,5 veces su valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de azimut posterior. El límite de CMN, expresado en forma angular para un ángulo azimutal de $\pm 20^\circ$, será de 1,3 veces su valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de azimut posterior.
- c. En el ángulo de elevación. El límite de PFE y el límite de PFN se deteriorarán hasta un ángulo de elevación de 9° . El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular para un ángulo de elevación de 15° del centro de fase de la antena de azimut posterior, será de dos veces el valor tolerado por debajo de 9° a la misma distancia de la referencia de azimut posterior y al mismo ángulo azimutal. El límite de CMN no se deteriorará con el ángulo de elevación.
- d. CMN máximo. Los límites del CMN no excederán de $0,2^\circ$ en ninguna región de cobertura.

210.3.3.11.4.9.5.2 PFE y PFN máximos.

En cualquier región dentro de la cobertura, los límites de error angular serán los siguientes:

- a. el PFE no excederá de $\pm 0,50^\circ$; y
- b. el PFN no excederá de $\pm 0,30^\circ$.

210.3.3.11.4.9.6 Función de guía en elevación.

Para los equipos emplazados para proporcionar una trayectoria de planeo mínima nominal de 3° o menos, a excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4, para conjuntos MLS simplificados, la función de elevación de aproximación proporcionará la siguiente performance en la referencia de aproximación:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- a. el PFE no será mayor de $\pm 0,6$ m (2 ft);
- b. el PFN será mayor de $\pm 0,4$ m (1,3 ft);
- c. el CMN no será mayor de $\pm 0,3$ m (1 ft).

210.3.3.11.4.9.6.1 Tolerancia en el deterioro.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, se permitirá que el PFE, el PFN y el CMN de la trayectoria del ángulo de elevación de aproximación, se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

- a. En la distancia. El límite de PFE y el PFN, expresados en forma angular a 37 km (20 NM) del umbral de la pista sobre la trayectoria de planeo mínima será de $0,2^\circ$. El límite del CMN será de $0,1^\circ$ a 37 km (20 NM), del punto de referencia de aproximación a lo largo de la prolongación del eje de la pista, a un ángulo mínimo de trayectoria de planeo.
- b. En el ángulo azimutal. El límite de PFE y el límite de PFN expresados en forma angular para un ángulo azimutal de $\pm 40^\circ$, será de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación. El límite de CMN, expresado en forma angular para un ángulo azimutal de $\pm 40^\circ$ será de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación.
- c. En el ángulo de elevación. Para ángulos de elevación por encima del que sea menor entre la trayectoria de planeo mínima y el de 3° y hasta el máximo de la cobertura de guía proporcional y en el lugar geométrico de los puntos directamente por encima de la referencia de aproximación, el límite de PFE, el límite de PFN y el límite de CMN, expresados en forma angular, se tolerará su deterioración lineal hasta que para un ángulo de elevación de 15° , el límite sea dos veces el valor especificado en el punto de referencia. En ningún caso, el CMN directamente por encima del punto de referencia excederá de $\pm 0,07^\circ$. Para otras regiones de cobertura, dentro del sector angular desde un ángulo de elevación equivalente a la trayectoria de planeo mínima hasta el ángulo máximo de cobertura proporcional se aplicará el deterioro con la distancia y ángulo azimutal especificados en a) y b).
- d. Los límites del PFE, PFN y CMN, no sufrirán deterioro en la región comprendida entre la trayectoria mínima de planeo y la correspondiente al 60% del ángulo de la trayectoria mínima de planeo. Para los ángulos de elevación, por debajo del 60% de la trayectoria de planeo mínima, hacia abajo, hasta el límite de cobertura especificado en 210.3.3.11.5.3.2.1.2 y en el lugar geométrico de los puntos directamente por debajo del punto de referencia, el límite de PFE, el límite PFN y el límite CMN, expresados en forma angular, se tolerará su aumento lineal, hasta seis veces su valor en la referencia de planeo de aproximación. Para otras regiones de cobertura, dentro del sector angular desde un ángulo de elevación equivalente al 60% del valor del ángulo de trayectoria de planeo mínima, hacia abajo, hasta el límite de cobertura, se aplicará el deterioro con la distancia y el ángulo azimutal especificados en a) y b). En ningún caso se tolerará que el PFE exceda de $0,8^\circ$, o que el CMN exceda de $0,4^\circ$.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

- e. CMN máximo. Para ángulos de elevación por encima del correspondiente al 60% de la trayectoria mínima de planeo, los límites del CMN no excederán de 0,2° en ninguna región de cobertura.

210.3.3.11.4.9.6.2 PFE y PFN angulares máximos.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en cualquier región dentro de la cobertura, para ángulos de elevación superiores al 60% de la trayectoria mínima de planeo, los límites de error angular serán los siguientes:

- a. El PFE no excederá de $\pm 0,25^\circ$.
b. El PFN no excederá de $\pm 0,15^\circ$.

210.3.3.11.4.9.6.3 Recomendación:

El límite expresado en forma angular, para el deterioro lineal del límite de PFE, del límite de PFN y del límite CMN, en ángulos por debajo del 60% de la trayectoria de planeo mínima, hasta abajo, y hasta el límite de cobertura, debería ser tres veces el valor tolerado en la referencia de aproximación.

Nota: ¿para otras regiones de cobertura, dentro del sector angular, desde un ángulo de elevación equivalente al 60%, del ángulo de la trayectoria de planeo mínima, y hacia abajo, hasta el límite de cobertura, se aplica el deterioro con la distancia y el ángulo azimutal especificados en 210.3.3.11.4.9.6.1 a) y b).

210.3.3.11.4.9.6.4 Recomendación:

CMN máximo. Los límites del CMN, no deberían exceder de 0, 1° en ninguna región, dentro de los límites de cobertura para ángulos de elevación, por encima del 60% del de la trayectoria mínima de planeo.

210.3.3.11.4.9.6.5 Recomendación:

El PFE no debería exceder de 0,35°, y el CMN no debería exceder de 0,2°.

210.3.3.11.4.9.6.6

El equipo de elevación de aproximación emplazado, para suministrar una trayectoria de planeo mínima mayor de 3°, proporcionará precisiones angulares, que no sean menores que aquellas especificadas, para un equipo emplazado para suministrar una trayectoria de planeo mínima de 3° dentro del espacio de cobertura.

210.3.3.11.4.10 Densidad de potencia

210.3.3.11.4.10.1

La densidad de potencia de las señales DPSK, de margen de guía angular tendrá por lo menos, los valores indicados en la tabla siguiente, bajo cualquier condición meteorológica operacional y en cualquier punto dentro de la cobertura, con excepción de lo especificado en 210.3.3.11.4.10.2.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 25 Densidad de Potencia de las Señales DPSK

Función	Señales DPSK (dBW/m ²)	Señales de ángulo (dBW/m ²)			Señales de margen (dBW/m ²)
		1°	2°	3°	
Guía en Azimut de aproximación	-89,5	-85,7	-79,7	-76,2	-88,0
Guía en Azimut de aproximación de régimen alto	-89,5	-88,0	-84,5	-81,0	-88,0
Guía en Azimut posterior	-89,5	-88,0	-82,7	-79,2	-88,0
Guía en elevación de aproximación	-89,5	-88,0	-84,5	N/A	N/A

Fuente: Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1 Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

Nota: en la tabla anterior, se especifican las densidades de potencia mínimas para las señales de margen y de haz explorador. En 210.3.3.11.4.6.2.5.2, se especifican los valores relativos de ambas señales.

210.3.3.11.4.10.2

La densidad de potencia de las señales de guía angular, en azimut de aproximación, será mayor que la especificada en 210.3.3.11.4.10.1 en, por lo menos:

- a. 15 dB en la referencia de aproximación.
- b. 5 dB para 1° o 9 dB para 2° o antenas de mayor anchura de haz a 2,5 m (8 ft) sobre la superficie de la pista, en el punto de referencia MLS o en el punto más alejado del eje de la pista que se encuentre dentro del alcance óptico desde la antena de azimut.

Nota 1: cerca de la superficie de la pista el equipo de azimut de aproximación, proporcionará normalmente densidades de potencia superiores a las especificaciones para señales de ángulo en 210.3.3.11.4.10.1, para apoyar las operaciones de aterrizaje con piloto automático. El adjunto G, proporciona orientación en cuanto a la anchura de haz de antena y consideraciones sobre el balance de potencia.

Nota 2: las especificaciones relativas a la cobertura en 210.3.3.11.5.2.2 y 210.3.3.11.5.3.2, prevén las condiciones de emplazamiento difíciles del equipo terrestre, en las que quizás no sea factible proporcionar la densidad de potencia especificada en 210.3.3.11.4.10.2.

210.3.3.11.4.10.3 Densidades de potencia relativa para trayectos múltiples

210.3.3.11.4.10.3.1

Dentro de la cobertura del azimut MLS a 60 m (200 ft) o más, por encima del umbral, la duración de una señal reflejada del haz explorador, cuya densidad de potencia sea, en más de 4 dB, inferior a la densidad de potencia de la señal del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto, será menor que un segundo, vista por una aeronave en una aproximación publicada.

210.3.3.11.4.10.3.2

Dentro del sector de guía proporcional del azimut MLS, a menos de 60 m (200 ft) por encima del umbral, la densidad de potencia de cualquier señal reflejada del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto será superior, en menos de 10 dB, a la densidad de potencia de la señal del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto. En el eje de la pista, esta señal reflejada, no deteriorará la forma del haz explorador del azimut ni generará, en la salida de un receptor, un error que sobrepase las tolerancias que se especifican en 3.11.4.9.

210.3.3.11.4.10.3.3

Dentro de la cobertura de elevación MLS, la duración de una señal reflejada del haz de barrido de guía de elevación de aproximación, cuya densidad de potencia sea, en más de 4 dB, inferior a la densidad de potencia del haz explorador de guía de elevación de aproximación, será menor que un segundo, vista por una aeronave en una aproximación publicada.

210.3.3.11.5 Características del equipo terrestre

210.3.3.11.5.1 Sincronización y supervisión.

Se supervisará la sincronización de las transmisiones de guía angular, con multiplexaje por división, en el tiempo y las transmisiones de datos, enumerados en 210.3.3.11.4.3.3.

Nota: los requisitos específicos sobre la supervisión para diferentes funciones MLS, están especificados en 210.3.3.11.5.2.3 y 3.11.5.3.3.

210.3.3.11.5.1.1 Radiación residual de las funciones MLS.

La radiación residual de una función MLS, en el momento en que se radia otra función, será por lo menos de 70 dB, inferior al nivel proporcionado cuando se efectúa la transmisión.

Nota: el nivel aceptable de radiación residual, para una función determinada es un nivel, que no influye negativamente en la recepción de cualquier otra función y que depende del emplazamiento del equipo y de la posición de la aeronave.

210.3.3.11.5.2 Equipo de guía en azimut

210.3.3.11.5.2.1 Características de haz explorador.

Las antenas del equipo terrestre de azimut, producirán un haz en forma de abanico que es estrecho en el plano horizontal, ancho en el plano vertical y que se explora horizontalmente, entre los límites del sector de guía proporcional.

210.3.3.11.5.2.1.1 Sistemas de coordenadas.

La información de guía en azimut se radiará en coordenadas cónicas o planas.

210.3.3.11.5.2.1.2 Anchura de haz de antena.

La anchura de haz de antena no excederá de 4°.

Nota: se tiene la intención de que la envolvente del haz explorador detectada, no debería exceder de 250 μ s (equivalente a una anchura de haz de 5°), en toda la cobertura para asegurar el descifrado adecuado del ángulo por parte del equipo de a bordo.

210.3.3.11.5.2.1.3 Forma de haz explorador.

Los puntos de -10 dB de la envolvente de haz, se desplazarán del centro del haz en una anchura de haz de 0,76 por lo menos, pero no más de una anchura de haz de 0,96.

Nota: la forma de haz descrita, corresponde a la dirección lobular, en un medio libre de trayectos múltiples, utilizando un filtro apropiado. El adjunto G, 3.1 y 3.2, contiene información sobre la forma del haz y de los lóbulos laterales.

210.3.3.11.5.2.2 Cobertura

Nota: las figuras G-5A, G-5B y G-6 del Adjunto G contienen diagramas que ilustran los requisitos sobre la cobertura aquí especificados.

210.3.3.11.5.2.2.1 Azimut de aproximación.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el equipo terrestre de azimut de aproximación proporcionará información de guía en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

210.3.3.11.5.2.2.1.1 Región de aproximación

- a. Lateralmente, dentro de un sector de 80° (normalmente +40° y - 40° respecto a la línea de mira de la antena) que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación.
- b. Longitudinalmente, desde la antena de azimut de aproximación hasta 41,7 km (22,5 NM).
- c. Verticalmente entre:
 1. Una superficie cónica inferior, que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación y se inclina hacia arriba de tal modo que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance una altura de 600 m (2 000 ft) por encima del plano horizontal que contiene el centro de fase de la antena; y
 2. Una superficie cónica superior, que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación con una inclinación de 15° por encima de la horizontal hasta una altura de 6 000 m (20 000 ft).

Nota 1: se tiene la intención, de que cuando, los obstáculos existentes penetran en la superficie inferior no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.

Nota 2: cuando se haya determinado que existe información de guía falsa, fuera del sector de cobertura promulgado, y que los procedimientos operacionales apropiados no pueden proporcionar una solución aceptable, se dispone de técnicas para minimizar los efectos. Dichas técnicas, comprenden el ajuste de los sectores de guía proporcional o la utilización de señales de indicación de fuera de cobertura. En el adjunto G, 8 figura texto de orientación relativo a la utilización de esas técnicas.

Nota 3: cuando el sector de guía proporcional es menor que la cobertura lateral mínima especificada en 210.3.3.11.5.2.2.1.1 a), se necesitan las señales de guía de margen especificadas en 210.3.3.11.4.6.2.5.

210.3.3.11.5.2.2.1.2 Región de aproximación

- a. Horizontalmente, dentro de un sector de 45 m (150 ft), a cada lado del eje de pista, empezando en el fin de pista y extendiéndose paralelamente al eje de pista en dirección de la aproximación, hasta alcanzar la región de cobertura operacional mínima, como se describe en 210.3. 3.11.5.2.2.1.3.
- b. Verticalmente entre:
 1. una superficie horizontal, que se encuentra a 2,5 m (8 ft), por encima del punto más alejado del eje de pista, dentro del alcance óptico de antena de azimut; y
 2. una superficie cónica, que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut con una inclinación de 20°, sobre la horizontal hasta una altura de 600 m (2 000 ft).

Nota 1: el adjunto G, 2.3.6, contiene información sobre la determinación del punto a que se hace referencia en b) 1).

Nota 2: se tiene la intención de que pueda proporcionarse guía por debajo de la línea de alcance óptico, siempre que la calidad de la señal sea tal que se satisfagan los requisitos de precisión especificados en 210.3.3.11.4.9.4.

210.3.3.11.5.2.2.1.2.1 Recomendación:

El nivel inferior de la cobertura, en la región de la pista, debería estar a 2,5 m (8 ft) sobre el eje de pista.

210.3.3.11.5.2.2.1.2.2

Cuando se requiera para apoyar aterrizajes, recorridos en tierra o despegues con piloto automático, el nivel más bajo de cobertura en la región de la pista, no excederá de 2,5 m (8 ft) por encima del eje de la pista.

Nota: se tiene la intención de que el límite inferior de cobertura de 2,5 m (8 ft) sirva para todas las pistas. En el adjunto G, 2.3.6, se proporciona información sobre la posibilidad de aplicar con menos rigidez los requisitos de densidad de potencia de 210.3.3.11.4.10.2 a 2,5 m (8 ft).

210.3.3.11.5.2.2.1.3 Región de cobertura mínima.

- a. Lateralmente, en un sector de más y menos 10°, a los lados del eje de pista que comienza en el punto de referencia del MLS.
- b. Longitudinalmente, desde el umbral de la pista en la dirección de la aproximación hasta el límite de cobertura longitudinal especificado en 210.3.3.11.5.2.2.1.1 b).
- c. Verticalmente, entre:
 1. Un plano inferior que contiene la línea de 2,5 m (8 ft), por encima del umbral de la pista y que está inclinado hacia arriba de tal modo que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance la altura de la superficie especificada en 210.3.3.11.5.2.2.1.1 c) 1).
 2. La superficie superior que se especifica en 210.3.3.11.5.2.2.1.1 c) 2).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.11.5.2.2.1.4 Recomendación:

El equipo terrestre de azimut de aproximación, debería proporcionar información de guía verticalmente hasta 30° por encima de la horizontal.

210.3.3.11.5.2.2.1.5

El sector de guía proporcional mínimo será el que se indica a continuación:

Tabla 26 Cobertura Mínima Sector de Guía.

Distancia de la antena de azimut de aproximación al umbral (aat)	Cobertura proporcional mínima
AAT < 500 m (1 640 ft)	±8°
500 m (1 640 ft) < AAT < 3 100 m (10 170ft)	±6°
3 100 m (10 170 ft) < AAT	±4°

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

210.3.3.11.5.2.2.2 Azimut posterior.

El equipo terrestre de azimut posterior, proporcionará información en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

- a. Horizontalmente, dentro de un sector de $\pm 20^\circ$, aproximadamente, del eje de la pista, que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut posterior y se extiende en la dirección de la aproximación frustrada hasta 18,5 km (10 NM), por lo menos, desde el extremo de la pista;
- b. Verticalmente en la región de la pista entre:
 1. Una superficie horizontal que se encuentra a 2,5 m (8 ft), sobre el punto más alejado del eje de pista, dentro del alcance óptico de antena de azimut; y
 2. Una superficie cónica que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut posterior, con una inclinación de 20° sobre la horizontal hasta una altura de 600 m (2 000 ft);
- c. Verticalmente, en la región de azimut posterior entre:
 1. Una superficie cónica que tiene su origen a 2,5 m (8 ft), sobre el fin de pista, con una inclinación de $0,9^\circ$ sobre la horizontal; y
 2. Una superficie cónica que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut de aproximación posterior, con una inclinación de 15° sobre la horizontal hasta una altura de 3 000 m (10 000 ft).

Nota 1: el adjunto G, 2.3.6, contiene información sobre la determinación del punto a que se hace referencia en b) 1).

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota 2: se tiene la intención de que cuando las características físicas de la pista o los obstáculos, impidan el cumplimiento de las normas contenidas en b) y c), no sea necesario proporcionar la guía, a menos de las alturas dentro del alcance óptico.

210.3.3.11.5.2.2.1 Recomendación:

La instalación de azimut posterior, debería proporcionar información de guía hasta 30° por encima de la horizontal.

210.3.3.11.5.2.2.2

El sector de guía proporcional mínimo será de $\pm 10^\circ$ del eje de pista.

Nota: el adjunto G, 7.5, contiene información sobre la aplicación.

210.3.3.11.5.2.3 Supervisión y control

210.3.3.11.5.2.3.1

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4, para conjuntos MLS simplificados, los sistemas de supervisión del azimut posterior y del azimut de aproximación, harán que cese la radiación y proporcionarán un aviso a los puntos de control designados si cualquiera de las condiciones siguientes persiste por un tiempo mayor que los períodos especificados:

- a. Se produce un cambio en la contribución del equipo terrestre, al error medio de rumbo, de modo que, el PFE en la referencia de aproximación o en la dirección de cualquier radial de azimut, exceda los límites especificados en 210.3.3.11.4.9.4 y 210.3.3.11.4.9.5 durante un período de más de 1 segundo.
- b. Se produce una reducción en la potencia radiada, hasta menos que la necesaria para satisfacer los requisitos especificados en 210.3.3.11.4.10.1 y 210.3.3.11.4.6.2.5.2 durante un período de más de 1 segundo.
- c. Se produce un error en las transmisiones del preámbulo DPSK, que ocurre más de una vez en cualquier período de 1 segundo.
- d. Se produce un error en la sincronización del MDT (multiplexaje por distribución en el tiempo), de una función azimutal determinada, que tenga como resultado que el requisito especificado en 210.3.3.11.4.3.2 no se cumple, y si esta condición persiste durante más de 1 segundo.

Nota: el adjunto G, 6, contiene texto de orientación.

210.3.3.11.5.2.3.2

El diseño y el funcionamiento del sistema monitor, harán que la radiación cese y que se proporcione un aviso en los puntos de control designados en caso de falla del sistema monitor.

210.3.3.11.5.2.3.3

El período durante el cual se radia información de guía errónea, incluyendo el período o los períodos de radiación cero, no excederá los períodos especificados en 210.3.3.11.5.2.3.1.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Todo intento de subsanar la falla, se realizará durante este período, restableciendo el equipo primario terrestre o cambiando el equipo terrestre de reserva, y todo período de radiación cero no excederá de 500 ms. Si no se subsanase la falla dentro del tiempo permitido, cesará la radiación. Después del cese, no se intentará restablecer el servicio antes de que haya transcurrido un período de 20 segundos.

210.3.3.11.5.2.4

Requisitos de integridad y continuidad de servicio para azimut MLS

210.3.3.11.5.2.4.1

La probabilidad de no radiar señales de guía falsas, no será inferior a $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ en cada aterrizaje para un azimut MLS, destinado a operaciones de Categorías II y III.

210.3.3.11.5.2.4.2 Recomendación:

La probabilidad de no radiar señales de guía falsas, no debería ser inferior a $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje en azimut MLS destinado a operaciones de Categoría I.

210.3.3.11.5.2.4.3

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 un azimut MLS destinado a operaciones de Categoría II o Categoría IIIA (equivalente a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones); y
- b. $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 30 segundos para un azimut MLS destinado a toda la gama de operaciones de Categoría III (equivalente a 4 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

210.3.3.11.5.2.4.4 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 un azimut MLS, destinado a operaciones de Categoría I (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Nota: en el adjunto G, 11, figura texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.

210.3.3.11.5.2.5 Precisión del equipo terrestre

210.3.3.11.5.2.5.1

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, la contribución del equipo terrestre, al error medio de rumbo no excederá de un error equivalente a ± 3 m (10 ft) en la referencia de aproximación MLS.

210.3.3.11.5.2.5.2 Recomendación:

La contribución del equipo terrestre al CMN en la referencia, no debería exceder de 1 m (3,3 ft) o $0,03^\circ$, tomándose de ambos valores el menor, con una probabilidad del 95%.

Nota 1: este es el error del equipo sin incluir ningún efecto de propagación.

Nota 2: al adjunto G, 2.5.2, contiene orientación sobre la medida de este parámetro.

210.3.3.11.5.2.6 Emplazamiento

Nota 1: no se tiene la intención de no permitir la instalación del MLS, cuando no sea posible emplazar el equipo terrestre de azimut, en la prolongación del eje de pista.

Nota 2: en el adjunto G, 4.3, figura un texto de orientación sobre las áreas críticas y sensibles de las antenas de azimut.

210.3.3.11.5.2.6.1

La antena del equipo terrestre de azimut de aproximación, estará ubicada, normalmente, en la prolongación del eje de pista más allá del extremo de parada, y se ajustará de modo que el plano vertical que contiene el eje de rumbo de cero grados contenga, asimismo, la referencia de aproximación MLS. El emplazamiento de la antena, concordará con los SARPS del Anexo 14 sobre márgenes seguros de franqueamiento de obstáculos.

210.3.3.11.5.2.6.2

La antena del equipo terrestre de azimut posterior, estará ubicada, normalmente, en la prolongación del eje de pista en el extremo del umbral, y la antena se ajustará de modo que el plano vertical que contenga el eje de rumbo de cero grados contenga, asimismo, la referencia de azimut posterior.

210.3.3.11.5.3 Equipo de guía de elevación

210.3.3.11.5.3.1 Características del haz explorador.

La antena del equipo terrestre de elevación, producirá un haz en forma de abanico que es estrecho en el plano vertical, ancho en el plano horizontal y que se explora verticalmente entre los límites del sector de guía proporcional.

210.3.3.11.5.3.1.1 Sistema de coordenadas.

La información de guía de elevación de aproximación se radiará en coordenadas cónicas.

210.3.3.11.5.3.1.2 Anchura de haz de antena.

La anchura de haz de antena no excederá de 2,5°.

210.3.3.11.5.3.1.3 Forma del haz explorador.

Los puntos de -10 dB en la envolvente del haz, se desplazarán del eje en una anchura de haz de por lo menos 0,76, pero no más de una anchura de haz de 0,96.

Nota: la forma del haz descrita se aplica a la dirección lobular, en un medio libre de trayectos múltiples, utilizando un filtro adecuado. El adjunto G, 3.1 y 3.2, contiene información sobre la forma del haz y de los lóbulos laterales.

210.3.3.11.5.3.2 Cobertura

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Nota: el adjunto G, figura G-10A, contiene diagramas que ilustran los requisitos sobre la cobertura aquí especificados.

210.3.3.11.5.3.2.1 Elevación de aproximación.

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el equipo terrestre de elevación de aproximación, proporcionará información de guía proporcional en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

210.3.3.11.5.3.2.1.1 Región de aproximación.

- a. Lateralmente, dentro del sector que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación, cuya amplitud angular es por lo menos igual, a la del sector de guía proporcional, que provee el equipo de tierra de aproximación en azimut en el límite de la cobertura longitudinal.
- b. Longitudinalmente, a partir de la antena de elevación en la dirección de la aproximación, hasta 37 km (20 NM) del umbral.
- c. Verticalmente, entre:
 1. Una superficie cónica inferior, que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación y que se inclina hacia arriba en tal forma que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance una altura de 600 m (2 000 ft) por encima del plano horizontal que contiene el centro de fase de la antena; y
 2. Una superficie cónica superior, que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación y con una inclinación de 7,5° por encima de la horizontal hasta una altura de 6 000 m (20 000 ft).

Nota: se tiene la intención de que cuando las características físicas de la región de aproximación, impidan la consecución de las normas especificadas en a), b) y c) 1), no sea necesario proporcionar guía por debajo de la línea de alcance óptico.

210.3.3.11.5.3.2.1.1.1 Recomendación:

El equipo terrestre de elevación de aproximación, debería brindar una guía, proporcional, para ángulos mayores de 7,5° por encima de la horizontal, cuando ello sea necesario para satisfacer los requisitos operacionales.

210.3.3.11.5.3.2.1.2 Región de cobertura mínima operacional.

- a. Lateralmente, dentro de un sector que tiene su origen en el punto de referencia MLS, de más y menos 10° a cada lado del eje de pista.
- b. Longitudinalmente, a partir de 75 m (250 ft) del punto de referencia MLS, en la dirección del umbral, hasta el límite de cobertura extremo que se especifica en 210.3.3.11.5.3.2.1.1 b).
- c. Verticalmente, entre la superficie superior especificada en 210.3.3.11.5.3.2.1.1 c) 2), y la de mayor altura entre:
 1. Una superficie que sea el lugar geométrico de los puntos a 2,5 m (8 ft), por encima de la pista.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

2. Un plano que tenga su origen en el punto de referencia MLS, inclinado hacia arriba en tal forma que, en el límite de cobertura longitudinal, alcance la altura de la superficie que se especifica en 210.3.3.11.5.3.2.1.1 c) 1).

Nota: el adjunto G, 3.3, contiene información relativa al diagrama de radiación horizontal de las antenas de elevación de aproximación.

210.3.3.11.5.3.3 Supervisión y control

210.3.3.11.5.3.3.1

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el sistema de supervisión de elevación de aproximación, hará que cese la radiación de sus respectivas funciones y proporcionará aviso a los puntos de control designados, si cualquiera de las condiciones siguientes persiste por más tiempo de los períodos especificados:

- a. Se produce un cambio en la contribución del equipo terrestre, a la componente de error medio de trayectoria de planeo, así que, el PFE en la referencia o en cualquier trayectoria de planeo, que concuerde con los procedimientos de aproximación publicados, exceda los límites especificados en 210.3.3.11.4.9.6 durante un período de más de 1 segundo.
- b. Se produce una reducción en la potencia radiada, hasta menos que la necesaria para satisfacer los requisitos especificados en 210.3.3.11.4.10.1, durante un período de más de 1 segundo.
- c. Se produce un error en las transmisiones del preámbulo DPSK, el cual ocurre más de una vez en cualquier período de 1 segundo.
- d. Se produce un error en la sincronización del TDM de una función de elevación determinada, que tenga como resultado que el requisito especificado en 210.3.3.11.4.3.2 no se cumple y esta condición persiste durante más de 1 segundo.

Nota: en el adjunto G, 6, se proporciona texto de orientación.

210.3.3.11.5.3.3.2

El diseño y el funcionamiento del sistema monitor, harán que la radiación cese y que se proporcione un aviso en los puntos de control designados, en el caso de falla del sistema monitor.

210.3.3.11.5.3.3.3

El período durante el cual, se radia información de guía errónea, incluyendo el período o los períodos de radiación cero no excederá los períodos especificados en 210.3.3.11.5.3.3.1. Todo intento de subsanar la falla, se realizará durante este período, restableciendo el equipo primario terrestre o cambiando el equipo terrestre de reserva, y todo período de radiación cero no excederá de 500 ms. Si no se subsanase la falla dentro del tiempo permitido cesará la radiación. Después de esto, no se intentará restablecer el servicio antes de que haya transcurrido un período de 20 segundos.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.11.5.3.4 Requisitos de integridad y continuidad de servicio para elevación de aproximación MLS

210.3.3.11.5.3.4.1

La probabilidad de no radiar señales de guía falsas, no será inferior a $1 - 0,5 \times 10^{-9}$, en cada aterrizaje para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categorías II y III.

210.3.3.11.5.3.4.2 Recomendación:

La probabilidad de no radiar señales de guía falsas, no será inferior a $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ en cada aterrizaje para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de categoría I.

210.3.3.11.5.3.4.3

La probabilidad de no perder la señal de guía radiada, será superior a $1 - 2 \times 10^{-6}$ en cualquier período de 15 s, para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de categorías II y III (equivalentes a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

210.3.3.11.5.3.4.4 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 una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categoría I (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

Nota: en el adjunto G, 11, figura texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.

210.3.3.11.5.3.5 Precisión del equipo terrestre

210.3.3.11.5.3.5.1

A excepción de lo permitido en 210.3.3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, la contribución del equipo terrestre a la componente de error medio de trayectoria de planeo del PFE, no excederá un error equivalente a $\pm 0,3$ m (1 ft) en la referencia de aproximación.

210.3.3.11.5.3.5.2 Recomendación:

La contribución del equipo terrestre al CMN, en la referencia planeo no debería exceder de 0,15 m (0,5 ft) en base a una probabilidad del 95%.

Nota 1: este es el error del equipo sin incluir ningún efecto de propagación.

Nota 2: el adjunto G, 2.5.2, contiene orientación sobre la medida de este parámetro.

210.3.3.11.5.3.6 Emplazamiento

Nota: en el adjunto G, 4.2, figura un texto de orientación sobre las áreas críticas de las antenas de elevación.

210.3.3.11.5.3.6.1

La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación, estará situada al lado de la pista. El emplazamiento de la antena concordará con las normas y métodos recomendados relativos al franqueamiento de obstáculos contenidos en el anexo 14.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

210.3.3.11.5.3.6.2

La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación, estará situada de manera que la asíntota de la trayectoria de planeo mínima cruce el umbral en la referencia de aproximación MLS.

210.3.3.11.5.3.6.2.1 Recomendación:

El ángulo de la trayectoria de planeo mínima es, normalmente, de 3° y no debería exceder de 3° excepto cuando otros medios para satisfacer los requisitos relativos al margen de franqueamiento de obstáculos sean impracticables.

Nota: se tiene la intención de que la elección de un ángulo mínimo de trayectoria de planeo mayor de 3°, estará determinada por factores operacionales en lugar de por factores técnicos.

210.3.3.11.5.3.6.2.2 Recomendación:

La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación, debería emplazarse de forma que la altura del punto correspondiente a la señal de guía decodificada de la trayectoria mínima de planeo no esté a más de 18 m (60 ft) por encima del umbral.

Nota: el desplazamiento de la antena de elevación, respecto al eje de la pista, hará que la guía de elevación de la trayectoria mínima de planeo esté por encima del punto de referencia de aproximación.

210.3.3.11.5.3.6.3 Recomendación:

Cuando se utilicen simultáneamente el ILS y el MLS, para prestar servicio a la misma pista, la referencia ILS y el punto de referencia de aproximación MLS deberían coincidir con una tolerancia de 1 m (3 ft).

Nota 1: se tiene la intención de que esta recomendación, se aplique únicamente si la referencia ILS satisface las especificaciones sobre la altura en 210.3.3.1.5.1.4 y 210.3.3.1.5.1.5.

Nota 2: el adjunto G, 4.1, contiene información relativa al emplazamiento común MLS/ILS.

210.3.3.11.5.4 Cobertura y supervisión de los datos

Nota 1: en el adjunto G, 2.7, se proporciona un texto de orientación sobre aplicación de los datos.

Nota 2: los datos esenciales son datos básicos y datos auxiliares esenciales transmitidos en las palabras de datos auxiliares A1, A2, A3 y A4.

210.3.3.11.5.4.1 Datos básicos

210.3.3.11.5.4.1.1

Las palabras de datos básicos 1, 2, 3, 4 y 6, se transmitirán en todo el sector de cobertura de azimut de aproximación.

Nota: el apéndice A, tabla A-7, contiene la composición de las “palabras” de datos básicos.

210.3.3.11.5.4.1.2

Cuando se proporcione la función de azimut posterior, las palabras de datos básicos 4, 5 y 6, se transmitirán en todos los sectores de cobertura del azimut de aproximación y del azimut posterior.

210.3.3.11.5.4.2 Datos auxiliares

210.3.3.11.5.4.2.1

Las palabras de datos auxiliares A1, A2 y A3, se transmitirán en todo el sector de cobertura de azimut de aproximación.

210.3.3.11.5.4.2.2

Cuando se proporcione la función de azimut posterior, las palabras de datos auxiliares A3 y A4, se transmitirán en todos los sectores de cobertura de azimut de aproximación y de azimut posterior.

Nota: en lugar de A1 y A4, se transmiten respectivamente las palabras de datos auxiliares B42 y B43, en apoyo de aplicaciones que requieren una rotación de la antena de azimut, más allá de la gama de alineación disponible en A1 y A4.

210.3.3.11.5.4.2.3

Cuando se proporcionen, las palabras de datos auxiliares B, se transmitirán en todo el sector de azimut de aproximación, excepto las palabras que comprenden la base de datos de procedimiento de azimut posterior que se transmitirán en todo el sector de azimut posterior.

210.3.3.11.5.4.2.4 Recomendación:

Cuando se proporcione la función de azimut posterior, deberían transmitirse las palabras de datos auxiliares B apropiadas.

Nota: en las tablas A-10, A-12 y A-15 del apéndice A, se indica la composición de las palabras de datos auxiliares.

210.3.3.11.5.4.3 Monitor y control

210.3.3.11.5.4.3.1

El sistema monitor, proporcionará un aviso al punto de control designado si la potencia radiada es inferior a la que se necesite, para satisfacer el requisito MDPD especificado en 210.3.3.11.4.10.1.

210.3.3.11.5.4.3.2

Si se detectara un error de datos básicos radiados en la cobertura de azimut de aproximación, en por lo menos dos muestras consecutivas, cesarán la radiación de estos datos, y las funciones de azimut y de elevación de aproximación.

210.3.3.11.5.4.3.3

Si se detectara un error de datos básicos radiados en la cobertura de azimut posterior, en por lo menos dos muestras consecutivas, cesarán la radiación de estos datos y la función de azimut posterior.

210.3.3.11.5.5 Equipo radiotelemétrico

210.3.3.11.5.5.1

Se proporcionará información DME en todo el espacio de cobertura, por lo menos, en el cual se disponga de guía de aproximación y azimut posterior.

210.3.3.11.5.5.2 Recomendación:

Si por razones operacionales fuera necesario, debería proporcionarse información DME en los 360° de azimut.

Nota: el emplazamiento del equipo DME terrestre, depende de la longitud de la pista, del perfil de la pista y del terreno local. El adjunto C, 7.1.6, y el adjunto G, 5, proporcionan orientación sobre el emplazamiento del equipo DME terrestre.

210.3.3.11.6 Características del equipo de a bordo

210.3.3.11.6.1 Funciones de ángulo y de datos

210.3.3.11.6.1.1 Precisión

210.3.3.11.6.1.1.1

Cuando las densidades de la potencia del MDPD y de la señal de haz explorador sean las mínimas especificadas en 210.3.3.11.4.10.1, el equipo de a bordo deberá poder captar la señal y toda señal de ángulo codificada tendrá un CMN no mayor de 0,1°, salvo que el CMN de la función de guía de azimut posterior no excederá de 0,2°.

Nota 1: se tiene el objetivo de que las palabras de datos básicos y auxiliares que contengan información esencial, para la operación deseada se decodifiquen durante un período dado y con una integridad que sea adecuada para la aplicación prevista.

Nota 2: la información relativa a la adquisición y validación de las funciones de guía de ángulo y de datos aparece en el Adjunto G, 7.3.

210.3.3.11.6.1.1.2

Cuando la densidad de potencia de la señal radiada sea suficientemente elevada como para hacer que la contribución de ruido del receptor de a bordo sea insignificante, el equipo de a bordo no deteriorará la precisión de cualquier señal de guía de ángulo descifrada en más de $\pm 0,017^\circ$ (PFE), y $\pm 0,015^\circ$ (azimut), y $\pm 0,01^\circ$ (elevación) de CMN.

210.3.3.11.6.1.1.3

A fin de obtener una guía precisa a 2,5 m (8 ft), sobre la superficie de la pista, el equipo de a bordo producirá CMN menor de 0,04° con las densidades de potencia indicadas en 210.3.3.11.4.10.2 b).

210.3.3.11.6.1.2 Gama dinámica

210.3.3.11.6.1.2.1

El equipo de a bordo será capaz de captar la señal y se cumplirá la performance de 210.3.3.11.6.1.1.2, cuando la densidad de potencia de cualquier señal radiada tenga un valor entre el mínimo especificado en 3.11.4.10.1 hasta un máximo de -14,5 dBW/m².

210.3.3.11.6.1.2.2

La performance del receptor no se deteriorará por debajo de los límites especificados cuando existan los niveles diferenciales máximos permitidos en 210.3.3.11.6.1.2.1, entre las densidades de potencia de señal de cada función.

210.3.3.11.6.1.3 Características del filtro de salida de los datos de ángulo del receptor

210.3.3.11.6.1.3.1

Para las frecuencias de entrada sinusoidales, los filtros de salida del receptor no inducirán variaciones de amplitud o retardo de fase en los datos de ángulo que excedan de los obtenidos con un filtro de paso bajo monopolar con una frecuencia de vértice de 10 rad/s, en más del 20%.

Nota: el adjunto G, 7.4.2, contiene información adicional sobre filtrado de datos de salida. Puede resultar ventajoso agregar un filtro apropiado en los casos de salidas del receptor que no estén destinadas más que a alimentar presentaciones visuales.

210.3.3.11.6.1.4

Respuesta no esencial sobre el canal adyacente. El rendimiento del receptor especificado en 210.3.3.11.6, se obtendrá cuando la relación entre las señales rastreadas y el ruido producido por las señales del canal adyacente en una anchura de banda de 150 kHz centrada en la frecuencia deseada sea igual o superior a los valores de la relación de señal a ruido (SNR):

- a. Especificados en la Tabla X1, cuando la densidad de potencia recibida de la estación terrestre deseada sea igual o superior a los valores especificados en la Tabla Y.
- b. Especificados en la Tabla X2, cuando la densidad de potencia recibida de la estación terrestre deseada esté entre los valores de densidad de potencia mínima especificados en 210.3.3.11.4.10.1 y los especificados en la Tabla Y.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla 27 Tabla Y, Tabla X1, Tabla X2

Función	Anchura de haz (Nota 2)		
	1°	2°	3°
Guía de azimut de aproximación	-69,8 dBW/m ²	-63,8 dBW/m ²	-60,2 dBW/m ²
Guía de azimut de aproximación de alta velocidad	-74,6 dBW/m ²	-69,5 dBW/m ²	-65 dBW/m ²
Guía de elevación de aproximación	-71 dBW/m ²	-65 dBW/m ²	N/A
Azimut posterior	N/A (Nota 4)	N/A (Nota 4)	N/A (Nota 4)

Tabla X1

Función	DATOS	SNR (Nota 1)		
		Anchura de haz (Nota 2)		
		1°	2°	3°
Guía de azimut de aproximación	5 dB	24,7 dB	30,7 dB	34,3 dB
Guía de azimut de aproximación de alta velocidad	5 dB	19,9 dB	26 dB	29,5 dB
Guía de elevación de aproximación	5 dB	23,5 dB	29,5 dB	N/A
Azimut posterior	5 Db	5,2 dB	11,2 dB	14,8 dB

Tabla X2

Función	DATOS	SNR (Nota 1)		
		Anchura de haz (Nota 2)		
		1°	2°	3°
Guía de azimut de aproximación	5 dB	8,2 dB	14,3 dB	17,8 dB
Guía de azimut de aproximación de alta velocidad	5 dB	3,5 dB	9,5 dB	13 dB
Guía de elevación de aproximación	5 dB	3,5 dB	9,5 dB	N/A
Azimut posterior	5 dB	5,2 dB	11,2 dB	14,8 dB

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Tabla A. Ángulos DME/MLS, canales y pares DME/VOR y DME/ILS/MLS

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia a VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μ s
									DME /N μ s	Modo DME/P		
					Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s						
*1X	—	—	—	1025	12	—	—	962	12			
**1Y	—	—	—	1025	36	—	—	1088	30			
*2X	—	—	—	1026	12	—	—	963	12			
**2Y	—	—	—	1026	36	—	—	1089	30			
*3X	—	—	—	1027	12	—	—	964	12			
**3Y	—	—	—	1027	36	—	—	1090	30			
*4X	—	—	—	1028	12	—	—	965	12			
**4Y	—	—	—	1028	36	—	—	1091	30			
*5X	—	—	—	1029	12	—	—	966	12			
**5Y	—	—	—	1029	36	—	—	1092	30			
*6X	—	—	—	1030	12	—	—	967	12			
**6Y	—	—	—	1030	36	—	—	1093	30			
*7X	—	—	—	1031	12	—	—	968	12			
**7Y	—	—	—	1031	36	—	—	1094	30			
*8X	—	—	—	1032	12	—	—	969	12			
**8Y	—	—	—	1032	36	—	—	1095	30			
*9X	—	—	—	1033	12	—	—	970	12			
**9Y	—	—	—	1033	36	—	—	1096	30			
*10X	—	—	—	1034	12	—	—	971	12			
**10Y	—	—	—	1034	36	—	—	1097	30			
*11X	—	—	—	1035	12	—	—	972	12			
**11Y	—	—	—	1035	36	—	—	1098	30			
*12X	—	—	—	1036	12	—	—	973	12			
**12Y	—	—	—	1036	36	—	—	1099	30			
*13X	—	—	—	1037	12	—	—	974	12			
**13Y	—	—	—	1037	36	—	—	1100	30			
*14X	—	—	—	1038	12	—	—	975	12			
**14Y	—	—	—	1038	36	—	—	1101	30			
*15X	—	—	—	1039	12	—	—	976	12			
**15Y	—	—	—	1039	36	—	—	1102	30			
*16X	—	—	—	1040	12	—	—	977	12			
**16Y	—	—	—	1040	36	—	—	1103	30			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTO AERONÁUTICO COLOMBIANO DE LA AVIACIÓN DE ESTADO.

Pares de Canales				Parámetros del DME					
				Interrogación				Respuesta	
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μs
DME/N μs	Modo DME/P								
						Aproximación Inicial μs	Aproximación Final μs		
▽ 17X	108.00	—	—	1041	12	—	—	978	12
17Y	108.05	5043.0	540	1041	36	36	42	1104	30
17Z	—	5043.3	541	1041	—	21	27	1104	15
18X	108.10	5031.0	500	1042	12	12	18	979	12
18W	—	5031.3	501	1042	—	24	30	979	24
18Y	108.15	5043.6	542	1042	36	36	42	1105	30
18Z	—	5043.9	543	1042	—	21	27	1105	15
19X	108.20	—	—	1043	12	—	—	980	12
19Y	108.25	5044.2	544	1043	36	36	42	1106	30
19Z	—	5044.5	545	1043	—	21	27	1106	15
20X	108.30	5031.6	502	1044	12	12	18	981	12
20W	—	5031.9	503	1044	—	24	30	981	24
20Y	108.35	5044.8	546	1044	36	36	42	1107	30
20Z	—	5045.1	547	1044	—	21	27	1107	15
21X	108.40	—	—	1045	12	—	—	982	12
21Y	108.45	5045.4	548	1045	36	36	42	1108	30
21Z	—	5045.7	549	1045	—	21	27	1108	15
22X	108.50	5032.2	504	1046	12	12	18	983	12
22W	—	5032.5	505	1046	—	24	30	983	24
22Y	108.55	5046.0	550	1046	36	36	42	1109	30
22Z	—	5046.3	551	1046	—	21	27	1109	15
23X	108.60	—	—	1047	12	—	—	984	12
23Y	108.65	5046.6	552	1047	36	36	42	1110	30
23Z	—	5046.9	553	1047	—	21	27	1110	15
24X	108.70	5032.8	506	1048	12	12	18	985	12
24W	—	5033.1	507	1048	—	24	30	985	24
24Y	108.75	5047.2	554	1048	36	36	42	1111	30
24Z	—	5047.5	555	1048	—	21	27	1111	15
25X	108.80	—	—	1049	12	—	—	986	12
25Y	108.85	5047.8	556	1049	36	36	42	1112	30
25Z	—	5048.1	557	1049	—	21	27	1112	15
26X	108.90	5033.4	508	1050	12	12	18	987	12
26W	—	5033.7	509	1050	—	24	30	987	24
26Y	108.95	5048.4	558	1050	36	36	42	1113	30
26Z	—	5048.7	559	1050	—	21	27	1113	15

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuen cia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Códi go de Impu lso µs
									DME /N µs	Modo DME/P		
					Aproximación Inicial µs	Aproximación Final µs						
27X	109.00	—	—	1051	12	—	—	988	12			
27Y	109.05	5049.0	560	1051	36	36	42	1114	30			
27Z	—	5049.3	561	1051	—	21	27	1114	15			
28X	109.10	5034.0	510	1052	12	12	18	989	12			
28W	—	5034.3	511	1052	—	24	30	989	24			
28Y	109.15	5049.6	562	1052	36	36	42	1115	30			
28Z	—	5049.9	563	1052	—	21	27	1115	15			
29X	109.20	—	—	1053	12	—	—	990	12			
29Y	109.25	5050.2	564	1053	36	36	42	1116	30			
29Z	—	5050.5	565	1053	—	21	27	1116	15			
30X	109.30	5034.6	512	1054	12	12	18	991	12			
30W	—	5034.9	513	1054	—	24	30	991	24			
30Y	109.35	5050.8	566	1054	36	36	42	1117	30			
30Z	—	5051.1	567	1054	—	21	27	1117	15			
31X	109.40	—	—	1055	12	—	—	992	12			
31Y	109.45	5051.4	568	1055	36	36	42	1118	30			
31Z	—	5051.7	569	1055	—	21	27	1118	15			
32X	109.50	5035.2	514	1056	12	12	18	993	12			
32W	—	5035.5	515	1056	—	24	30	993	24			
32Y	109.55	5052.0	570	1056	36	36	42	1119	30			
32Z	—	5052.3	571	1056	—	21	27	1119	15			
33X	109.60	—	—	1057	12	—	—	994	12			
33Y	109.65	5052.6	572	1057	36	36	42	1120	30			
33Z	—	5052.9	573	1057	—	21	27	1120	15			
34X	109.70	5035.8	516	1058	12	12	18	995	12			
34W	—	5036.1	517	1058	—	24	30	995	24			
34Y	109.75	5053.2	574	1058	36	36	42	1121	30			
34Z	—	5053.5	575	1058	—	21	27	1121	15			
35X	109.80	—	—	1059	12	—	—	996	12			
35Y	109.85	5053.8	576	1059	36	36	42	1122	30			
35Z	—	5054.1	577	1059	—	21	27	1122	15			
36X	109.90	5036.4	518	1060	12	12	18	997	12			
36W	—	5036.7	519	1060	—	24	30	997	24			
36Y	109.95	5054.4	578	1060	36	36	42	1123	30			
36Z	—	5054.7	579	1060	—	21	27	1123	15			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuen cia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Cód igo de Impu lso µs
									DME /N µs	Modo DME/P		
					Aproximación Inicial µs	Aproximación Final µs						
37X	110.00	—	—	1061	12	—	—	998	12			
37Y	110.05	5055.0	580	1061	36	36	42	1124	30			
37Z	—	5055.3	581	1061	—	21	27	1124	15			
38X	110.10	5037.0	520	1062	12	12	18	999	12			
38W	—	5037.3	521	1062	—	24	30	999	24			
38Y	110.15	5055.6	582	1062	36	36	42	1125	30			
38Z	—	5055.9	583	1062	—	21	27	1125	15			
39X	110.20	—	—	1063	12	—	—	1000	12			
39Y	110.25	5056.2	584	1063	36	36	42	1126	30			
39Z	—	5056.5	585	1063	—	21	27	1126	15			
40X	110.30	5037.6	522	1064	12	12	18	1001	12			
40W	—	5037.9	523	1064	—	24	30	1001	24			
40Y	110.35	5056.8	586	1064	36	36	42	1127	30			
40Z	—	5057.1	587	1064	—	21	27	1127	15			
41X	110.40	—	—	1065	12	—	—	1002	12			
41Y	110.45	5057.4	588	1065	36	36	42	1128	30			
41Z	—	5057.7	589	1065	—	21	27	1128	15			
42X	110.50	5038.2	524	1066	12	12	18	1003	12			
42W	—	5038.5	525	1066	—	24	30	1003	24			
42Y	110.55	5058.0	590	1066	36	36	42	1129	30			
42Z	—	5058.3	591	1066	—	21	27	1129	15			
43X	109.60	—	—	1067	12	—	—	1004	12			
43Y	110.65	5058.6	592	1067	36	36	42	1130	30			
43Z	—	5058.9	593	1067	—	21	27	1130	15			
44X	110.70	5038.8	526	1068	12	12	18	1005	12			
44W	—	5039.1	527	1068	—	24	30	1005	24			
44Y	110.75	5059.2	594	1068	36	36	42	1131	30			
44Z	—	5059.5	595	1068	—	21	27	1131	15			
45X	110.80	—	—	1069	12	—	—	1006	12			
45Y	110.85	5059.8	596	1069	36	36	42	1132	30			
45Z	—	5060.1	597	1069	—	21	27	1132	15			
46X	110.90	5039.4	528	1070	12	12	18	1007	12			
46W	—	5039.7	529	1070	—	24	30	1007	24			
46Y	110.95	5060.4	598	1070	36	36	42	1133	30			
46Z	—	5060.7	599	1070	—	21	27	1133	15			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de impulso μ s
									DME /N μ s	Aproximación Inicial μ s		
				Modo DME/P								
47X	111.00	—	—	1071	12	—	—	1008	12			
47Y	111.05	5061.0	600	1071	36	36	42	1134	30			
47Z	—	5061.3	601	1071	—	21	27	1134	15			
48X	111.10	5040.0	530	1072	12	12	18	1009	12			
48W	—	5040.3	531	1072	—	24	30	1009	24			
48Y	111.15	5061.6	602	1072	36	36	42	1135	30			
48Z	—	5061.9	603	1072	—	21	27	1135	15			
49X	111.20	—	—	1073	12	—	—	1010	12			
49Y	111.25	5062.2	604	1073	36	36	42	1136	30			
49Z	—	5062.5	605	1073	—	21	27	1136	15			
50X	111.30	5040.6	532	1074	12	12	18	1011	12			
50W	—	5040.9	533	1074	—	24	30	1011	24			
50Y	111.35	5062.8	606	1074	36	36	42	1137	30			
50Z	—	5063.1	607	1074	—	21	27	1137	15			
51X	111.40	—	—	1075	12	—	—	1012	12			
51Y	111.45	5063.4	608	1075	36	36	42	1138	30			
51Z	—	5063.7	609	1075	—	21	27	1138	15			
52X	111.50	5041.2	534	1076	12	12	18	1013	12			
52W	—	5041.5	535	1076	—	24	30	1013	24			
52Y	111.55	5064.0	610	1076	36	36	42	1139	30			
52Z	—	5064.3	611	1076	—	21	27	1139	15			
53X	111.60	—	—	1077	12	—	—	1014	12			
53Y	111.65	5064.6	612	1077	36	36	42	1140	30			
53Z	—	5064.9	613	1077	—	21	27	1140	15			
54X	111.70	5041.8	536	1078	12	12	18	1015	12			
54W	—	5042.1	537	1078	—	24	30	1015	24			
54Y	111.75	5065.2	614	1078	36	36	42	1141	30			
54Z	—	5065.5	615	1078	—	21	27	1141	15			
55X	111.80	—	—	1079	12	—	—	1016	12			
55Y	111.85	5065.8	616	1079	36	36	42	1142	30			
55Z	—	5066.1	617	1079	—	21	27	1142	15			
56X	111.90	5042.4	538	1080	12	12	18	1017	12			
56W	—	5042.7	539	1080	—	24	30	1017	24			
56Y	111.95	5066.4	618	1080	36	36	42	1143	30			
56Z	—	5066.7	619	1080	—	21	27	1143	15			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μ s
									DME /N μ s	Modo DME/P		
					Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s						
57X	112.00	—	—	1081	12	—	—	1018	12			
57Y	112.05	—	—	1081	36	—	—	1144	30			
58X	112.10	—	—	1082	12	—	—	1019	12			
58Y	112.15	—	—	1082	36	—	—	1145	30			
59X	112.20	—	—	1083	12	—	—	1020	12			
59Y	112.25	—	—	1083	36	—	—	1146	30			
**60X	—	—	—	1084	12	—	—	1021	12			
**60Y	—	—	—	1084	36	—	—	1147	30			
**61X	—	—	—	1085	12	—	—	1022	12			
**61Y	—	—	—	1085	36	—	—	1148	30			
**62X	—	—	—	1086	12	—	—	1023	12			
**62Y	—	—	—	1086	36	—	—	1149	30			
**63X	—	—	—	1087	12	—	—	1024	12			
**63Y	—	—	—	1087	36	—	—	1150	30			
**64X	—	—	—	1088	12	—	—	1151	12			
**64Y	—	—	—	1088	36	—	—	1025	30			
**65X	—	—	—	1089	12	—	—	1152	12			
**65Y	—	—	—	1089	36	—	—	1026	30			
**66X	—	—	—	1090	12	—	—	1153	12			
**66Y	—	—	—	1090	36	—	—	1027	30			
**67X	—	—	—	1091	12	—	—	1154	12			
**67Y	—	—	—	1091	36	—	—	1028	30			
**68X	—	—	—	1092	12	—	—	1155	12			
**68Y	—	—	—	1092	36	—	—	1029	30			
**69X	—	—	—	1093	12	—	—	1156	12			
**69Y	—	—	—	1093	36	—	—	1030	30			
70X	112.30	—	—	1094	12	—	—	1157	12			
**70Y	112.35	—	—	1094	36	—	—	1031	30			
71X	112.40	—	—	1095	12	—	—	1158	12			
**71Y	112.45	—	—	1095	36	—	—	1032	30			
72X	112.50	—	—	1096	12	—	—	1159	12			
**72Y	112.55	—	—	1096	36	—	—	1033	30			
73X	112.60	—	—	1097	12	—	—	1160	12			
**73Y	112.65	—	—	1097	36	—	—	1034	30			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μ s
									DME /N μ s	Modo DME/P		
					Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s						
74X	112.70	—	—	1098	12	—	—	1161	12			
**74Y	112.75	—	—	1098	36	—	—	1035	30			
75X	112.80	—	—	1099	12	—	—	1162	12			
**75Y	112.85	—	—	1099	36	—	—	1036	30			
76X	112.90	—	—	1100	12	—	—	1163	12			
**76Y	112.95	—	—	1100	36	—	—	1037	30			
77X	113.00	—	—	1101	12	—	—	1164	12			
**77Y	113.05	—	—	1101	36	—	—	1038	30			
78X	113.10	—	—	1102	12	—	—	1165	12			
**78Y	113.15	—	—	1102	36	—	—	1039	30			
79X	113.20	—	—	1103	12	—	—	1166	12			
**79Y	113.25	—	—	1103	36	—	—	1040	30			
80X	113.30	—	—	1104	12	—	—	1167	12			
80Y	113.35	5067.0	620	1104	36	36	42	1041	30			
80Z	—	5067.3	621	1104	—	21	27	1041	15			
81X	113.40	—	—	1105	12	—	—	1168	12			
81Y	113.45	5067.6	622	1105	36	36	42	1042	30			
81Z	—	5067.9	623	1105	—	21	27	1042	15			
82X	113.50	—	—	1106	12	—	—	1169	12			
82Y	113.55	5068.2	624	1106	36	36	42	1043	30			
82Z	—	5068.5	625	1106	—	21	27	1043	15			
83X	113.60	—	—	1107	12	—	—	1170	12			
83Y	113.65	5068.8	626	1107	36	36	42	1044	30			
83Z	—	5069.1	627	1107	—	21	27	1044	15			
84X	113.70	—	—	1108	12	—	—	1171	12			
84Y	113.75	5069.4	628	1108	36	36	42	1045	30			
84Z	—	5069.7	629	1108	—	21	27	1045	15			
85X	113.80	—	—	1109	12	—	—	1172	12			
85Y	113.85	5070.0	630	1109	36	36	42	1046	30			
85Z	—	5070.3	631	1109	—	21	27	1046	15			
86X	113.90	—	—	1110	12	—	—	1173	12			
86Y	113.95	5070.6	632	1110	36	36	42	1047	30			
86Z	—	5070.9	633	1110	—	21	27	1047	15			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME					
				Interrogación				Respuesta	
				Canal DME Número	Frecuencia a VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso			Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso $\mu$s
DME /N μ s	Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s							
87X	114.00	—	—	1111	12	—	—	1174	12
87Y	113.05	5071.2	634	1111	36	36	42	1048	30
87Z	—	5071.5	635	1111	—	21	27	1048	15
88X	114.10	—	—	1112	12	—	—	1175	12
88Y	114.15	5071.8	636	1112	36	36	42	1049	30
88Z	—	5072.1	637	1112	—	21	27	1049	15
89X	114.20	—	—	1113	12	—	—	1176	12
89Y	114.25	5072.4	638	1113	36	36	42	1050	30
89Z	—	5072.7	639	1113	—	21	27	1050	15
90X	114.30	—	—	1114	12	—	—	1177	12
90Y	114.35	5073.0	640	1114	36	36	42	1051	30
90Z	—	5073.3	641	1114	—	21	27	1051	15
91X	114.40	—	—	1115	12	—	—	1178	12
91Y	114.45	5073.6	642	1115	36	36	42	1052	30
91Z	—	5073.9	643	1115	—	21	27	1052	15
92X	114.50	—	—	1116	12	—	—	1179	12
92Y	114.55	5074.2	644	1116	36	36	42	1053	30
92Z	—	5074.5	645	1116	—	21	27	1053	15
93X	114.60	—	—	1117	12	—	—	1180	12
93Y	114.65	5074.8	646	1117	36	36	42	1054	30
93Z	—	5075.1	647	1117	—	21	27	1054	15
94X	114.70	—	—	1118	12	—	—	1181	12
94Y	114.75	5075.4	648	1118	36	36	42	1055	30
94Z	—	5075.7	649	1118	—	21	27	1055	15
95X	114.80	—	—	1119	12	—	—	1182	12
95Y	114.85	5076.0	650	1119	36	36	42	1056	30
95Z	—	5076.3	651	1119	—	21	27	1056	15
96X	114.90	—	—	1120	12	—	—	1183	12
96Y	114.95	5076.6	652	1120	36	36	42	1057	30
96Z	—	5076.9	653	1120	—	21	27	1057	15
97X	115.00	—	—	1121	12	—	—	1184	12
97Y	115.05	5077.2	654	1121	36	36	42	1058	30
97Z	—	5077.5	655	1121	—	21	27	1058	15

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME					
				Interrogación			Respuesta		
				Canal DME Número	Frecuencia a VHF MHz	Frecuencia de ángulo MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de impulso $\mu$s
DME /N μ s	Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s							
98X	115.10	—	—	1122	12	—	—	1185	12
98Y	115.15	5077.8	656	1122	36	36	42	1059	30
98Z	—	5078.1	657	1122	—	21	27	1059	15
99X	115.20	—	—	1123	12	—	—	1186	12
99Y	115.25	5078.4	658	1123	36	36	42	1060	30
99Z	—	5078.7	659	1123	—	21	27	1060	15
100X	115.30	—	—	1124	12	—	—	1187	12
100Y	115.35	5079.0	660	1124	36	36	42	1061	30
100Z	—	5079.3	661	1124	—	21	27	1061	15
101X	115.40	—	—	1125	12	—	—	1188	12
101Y	115.45	5079.6	662	1125	36	36	42	1062	30
101Z	—	5079.9	663	1125	—	21	27	1062	15
102X	115.50	—	—	1126	12	—	—	1189	12
102Y	115.55	5080.2	664	1126	36	36	42	1063	30
102Z	—	5080.5	665	1126	—	21	27	1063	15
103X	115.60	—	—	1127	12	—	—	1190	12
103Y	115.65	5080.8	666	1127	36	36	42	1064	30
103Z	—	5081.1	667	1127	—	21	27	1064	15
104X	115.70	—	—	1128	12	—	—	1191	12
104Y	115.75	5081.4	668	1128	36	36	42	1065	30
104Z	—	5081.7	669	1128	—	21	27	1065	15
105X	115.80	—	—	1129	12	—	—	1192	12
105Y	115.85	5082.0	670	1129	36	36	42	1066	30
105Z	—	5082.3	671	1129	—	21	27	1066	15
106X	115.90	—	—	1130	12	—	—	1193	12
106Y	115.95	5082.6	672	1130	36	36	42	1067	30
106Z	—	5082.9	673	1130	—	21	27	1067	15
107X	116.00	—	—	1131	12	—	—	1194	12
107Y	116.05	5083.2	674	1131	36	36	42	1068	30
107Z	—	5083.5	675	1131	—	21	27	1068	15
108X	116.10	—	—	1132	12	—	—	1195	12
108Y	116.15	5083.8	676	1132	36	36	42	1069	30
108Z	—	5084.1	677	1132	—	21	27	1069	15

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME								
				Interrogación				Respuesta				
				Canal DME Número	Frecuencia VHF MHz	Frecuencia de ángula MLS MHz	Canal MLS Número	Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μ s
									DME /N μ s	Aproximación Inicial μ s		
				Modo DME/P								
109X	116.20	—	—	1133	12	—	—	1196	12			
109Y	116.25	5084.4	678	1133	36	36	42	1070	30			
109Z	—	5084.7	679	1133	—	21	27	1070	15			
110X	116.30	—	—	1134	12	—	—	1197	12			
110Y	116.35	5085.0	680	1134	36	36	42	1071	30			
110Z	—	5085.3	681	1134	—	21	27	1071	15			
111X	116.40	—	—	1135	12	—	—	1198	12			
111Y	116.45	5085.6	682	1135	36	36	42	1072	30			
111Z	—	5085.9	683	1135	—	21	27	1072	15			
112X	116.50	—	—	1136	12	—	—	1199	12			
112Y	116.55	5086.2	684	1136	36	36	42	1073	30			
112Z	—	5086.5	685	1136	—	21	27	1073	15			
113X	116.60	—	—	1137	12	—	—	1200	12			
113Y	116.65	5086.8	686	1137	36	36	42	1074	30			
113Z	—	5087.1	687	1137	—	21	27	1074	15			
114X	116.70	—	—	1138	12	—	—	1201	12			
114Y	116.75	5087.4	688	1138	36	36	42	1075	30			
114Z	—	5087.7	689	1138	—	21	27	1075	15			
115X	116.80	—	—	1139	12	—	—	1202	12			
115Y	116.85	5088.0	690	1139	36	36	42	1076	30			
115Z	—	5088.3	691	1139	—	21	27	1076	15			
116X	116.90	—	—	1140	12	—	—	1203	12			
116Y	116.95	5088.6	692	1140	36	36	42	1077	30			
116Z	—	5088.9	693	1140	—	21	27	1077	15			
117X	117.00	—	—	1141	12	—	—	1204	12			
117Y	117.05	5089.2	694	1141	36	36	42	1078	30			
117Z	—	5089.5	695	1141	—	21	27	1078	15			
118X	117.10	—	—	1142	12	—	—	1205	12			
118Y	117.15	5089.8	696	1142	36	36	42	1079	30			
118Z	—	5090.1	697	1142	—	21	27	1079	15			
119X	117.20	—	—	1143	12	—	—	1206	12			
119Y	117.25	5090.4	698	1143	36	36	42	1080	30			
119Z	—	5090.7	699	1143	—	21	27	1080	15			

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Pares de Canales				Parámetros del DME					
				Interrogación				Respuesta	
				Frecuencia MHz	Código de impulso		Frecuencia VHF MHz	Código de Impulso μ s	
					DME /N μ s	Modo DME/P			
Canal DME Número	Frecuencia a VHF MHz	Frecuencia de ángulo MLS MHz	Canal MLS Número	Aproximación Inicial μ s	Aproximación Final μ s				
120X	117.30	—	—	1144	12	—	—	1207	12
120Y	117.35	—	—	1144	36	—	—	1081	30
121X	117.40	—	—	1145	12	—	—	1208	12
121Y	117.45	—	—	1145	36	—	—	1082	30
122X	117.50	—	—	1146	12	—	—	1209	12
122Y	117.55	—	—	1146	36	—	—	1083	30
123X	117.60	—	—	1147	12	—	—	1210	12
123Y	117.65	—	—	1147	36	—	—	1084	30
124X	117.70	—	—	1148	12	—	—	1211	12
**124Y	117.75	—	—	1148	36	—	—	1085	30
125X	117.80	—	—	1149	12	—	—	1212	12
**125Y	117.85	—	—	1149	36	—	—	1086	30
126X	117.90	—	—	1150	12	—	—	1213	12
**126Y	117.95	—	—	1150	36	—	—	1087	30

*Estos canales se reservan exclusivamente para adjudicación nacional.
 ** Estos canales pueden usarse para adjudicación nacional de carácter secundario.
 El motivo principal por el cual se han reservado estos canales es suministrar protección al sistema de radar secundario de vigilancia.
 No se ha programado la asignación de 108,0 MHz al servicio ILS. El canal DME en operación asociado, núm. 17X, puede asignarse para casos de emergencia. La frecuencia de respuesta del canal núm. 17X (es decir, 978 MHz) se utiliza también para el funcionamiento del transceptor de acceso universal (UAT). Las normas y métodos recomendados sobre el UAT figuran en el Anexo 10, Volumen III, Parte I, Capítulo 12.

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
 Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Tabla B. Errores admisibles del DME/P

Emplazamiento	Norma	Modo	PFE	CMN
37 km (20 NM) a 9,3 km (5 NM) a partir del punto de referencia de aproximación MLS	1 y 2	1A	±250 m (±820 ft) reduciéndose linealmente a ±85 m (±279 ft)	±68m(±223ft) reduciéndose linealmente a ±34 m
9,3 km (5 NM) del punto de referencia de aproximación MLS	1	FA	±85 m (±279 ft) reduciéndose linealmente a ±30 m (±100 ft)	±18 m (±60 ft)
	2	FA	±85 m (±279 ft) reduciéndose linealmente a ±12 m (±40 ft)	±12 m (±40 ft)
	Véase la nota	IA	±100 m (±328 ft)	±68 m (±223 ft)
En el punto de referencia de aproximación MLS y en toda la cobertura de la pista	1	FA	±30 m (±100 ft)	±18 m (±60 ft)
	2	FA	±12 m (±40 ft)	±12 m (±40 ft)
En todo el espacio de cobertura de azimut posterior	1 y 2	FA	±100 m (±328 ft)	±68 m (±223 ft)
	Véase la nota	IA	±100 m (±328 ft)	±68 m (±223 ft)
Nota: A distancias de 9,3 km (5 NM) o superiores, del punto de referencia de aproximación MLS y en toda la cobertura de azimut posterior el modo IAS podrá utilizarse cuando no se pueda operar en el modo FA.				

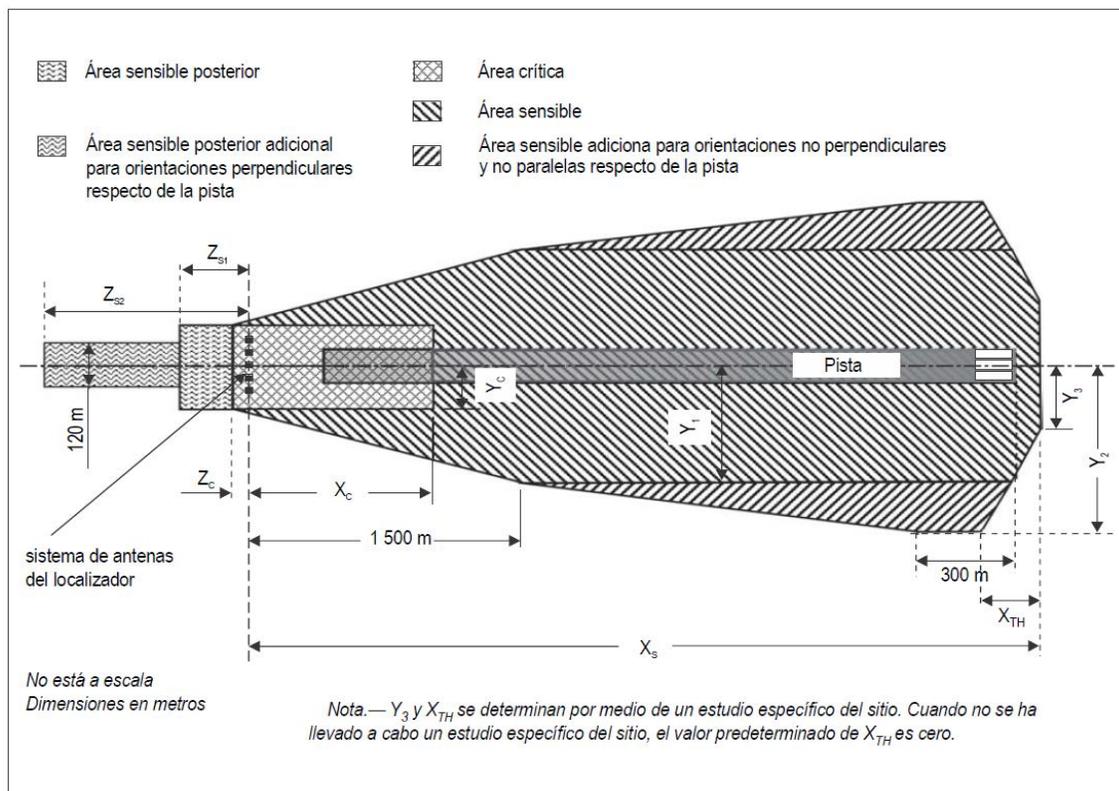
AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

ANEXO 1. ZONAS CRÍTICAS PARA RADIOAYUDAS

1.1 Zonas Críticas ILS

El control de las áreas críticas e identificación de las áreas sensibles en un aeródromo, serán de responsabilidad y estricto cumplimiento de los Entes de Aviación de Estado, pese a no ser suficientes. para proteger el ILS, contra efectos de trayectos múltiples provenientes de estructuras fijas en tierra de grandes dimensiones. Esto es especialmente importante, cuando se consideran las dimensiones de nuevos edificios, que se construyen para acomodar los nuevos tipos de aeronaves de gran tamaño y para otros fines. Las estructuras situadas fuera de los límites del aeropuerto, pueden también afectar la calidad del rumbo del ILS aun cuando satisfagan las limitaciones del aeródromo y ayudas aeroportuarias AGA (Aerodromes and Ground Aids – ICAO) en lo que se refiere, a la altura de los obstáculos.

A continuación, se extraen del anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas Volumen I - Radioayudas para la navegación séptima edición, de julio de 2018-OACI, adjunto C los gráficos para las zonas críticas del ILS.



**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
 Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Figura C-3. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles del localizador (los valores figuran a continuación en la Tabla C-1 conexas)

Tabla C-1. Dimensiones típicas de las áreas críticas y sensibles del localizador

Altura de la aeronave/vehículo (véase la Nota 3)	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre			6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana			14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande	
	Pequeño	Mediano	Grande	Pequeña	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande
Área crítica CAT I X _C	180 m	65 m	45 m	360 m	200 m	150 m	500 m	410 m	660 m	580 m
Z _C	10 m	10 m	10 m	35 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m
(Véase la Nota 10) Y _C	50 m	15 m	20 m	110 m	25 m	25 m	50 m	30 m	55 m	40 m
Área sensible CAT I X _S	200 m	No hay área sensible		500 m	No hay área sensible		No hay área sensible		1 300 m	1 100 m
Y ₁	40 m			90 m					90 m	50 m
Y ₂	40 m			90 m					90 m	50 m
Z _{S1}	15 m			35 m					60 m	60 m
(Véase la Nota 7) Z _{S2}	15 m			35 m					60 m	60 m

Altura de la aeronave/vehículo (véase la Nota 3)	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre		6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana		14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande		
	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	
Área crítica CAT II X _C	75 m	55 m	200 m	200 m	500 m	475 m	750 m	675 m	
Z _C	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m	
(Véase la Nota 10) Y _C	15 m	20 m	25 m	25 m	50 m	30 m	70 m	50 m	
Área sensible CAT II X _S	75 m	No hay área sensible	500 m	No hay área sensible	2 100 m	1 400 m	Distancia del localizador al umbral	Distancia del localizador al umbral	
Y ₁	15 m				50 m	125 m × K	60 m × K	180 m × K	100 m × K
Y ₂	15 m				50 m	125 m × K	60 m × K	180 m × K	125 m × K
Z _{S1}	15 m				35 m	60 m	60 m	70 m	70 m
(Véase la Nota 7) Z _{S2}	15 m				45 m	45 m	160 m	160 m	250 m

Fuente: Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

Figura C-3B. Variaciones de las dimensiones ordinarias de las áreas críticas y sensibles de trayectoria de planeo

Altura de la aeronave/vehículo (véase la Nota 3)	H ≤ 6 m (véase la Nota 1) Vehículo terrestre		6 m < H ≤ 14 m Aeronave mediana		14 m < H ≤ 20 m Aeronave grande		20 m < H ≤ 25 m Aeronave muy grande				
	Mediano	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande	Mediana	Grande			
Área crítica CAT III X _C	75 m	55 m	200 m	200 m	500 m	475 m	750 m	675 m			
Z _C	10 m	10 m	35 m	35 m	50 m	50 m	60 m	60 m			
(Véase la Nota 10) Y _C	15 m	20 m	25 m	25 m	50 m	30 m	70 m	50 m			
Área sensible CAT III X _S	100 m	No hay área sensible	900 m	No hay área sensible	3 100 m	3 100 m	Distancia del localizador al umbral	Distancia del localizador al umbral			
Y ₁	15 m				50 m	140 m × K	120 m × K	180 m × K	150 m × K		
Y ₂	15 m				50 m	160 m × K	120 m × K	260 m × K	180 m × K		
Z _{S1}	15 m				15 m	35 m	35 m	60 m	60 m	70 m	70 m
(Véase la Nota 7) Z _{S2}	15 m				15 m	45 m	45 m	160 m	160 m	250 m	250 m

Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1 Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)

NOTAS

- i. En el caso de vehículos de menos de 2,5 m de altura, Z_C = 3 m, suponiendo una relación anterior/posterior de 23 dB para la antena transmisora para las señales de curso y de margen.

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

- ii. En el caso de sistemas con antenas de comprobación del campo cercano, los vehículos no deben transitar entre las antenas de comprobación y la antena transmisora.
- iii. Apertura pequeña: 11 elementos o menos. Apertura mediana: 12 a 15 elementos. Apertura grande: 16 elementos o más. Las simulaciones se realizaron utilizando un sistema de 12 elementos, instalado normalmente para casos de apertura media, y de 20 elementos, instalado normalmente para casos de apertura grande. Se supone que las operaciones de Categoría II/III no se realizan en pistas equipadas con localizadores de apertura pequeña, y que en dichas pistas no operan aeronaves tan grandes como las 747.
- iv. Para sistemas de antenas del localizador que tienen una altura muy baja, se necesitará un área crítica adicional en virtud de la mayor atenuación de la señal directa a bajos ángulos verticales.
- v. Con un estudio específico para un aeropuerto en particular, que considere orientaciones realistas, un entorno de multitrayectos estáticos, la topografía del aeropuerto y el tipo de antenas ILS, pueden definirse diferentes áreas críticas.
1. $K = \sqrt{\text{Distancia del localizador al umbral}}$
 2. Las dimensiones posteriores de las áreas sensibles, pueden cambiarse según los resultados del estudio específico considerando las características del diagrama de antena disponible. Se parte del supuesto de que se trata de un sistema direccional con una relación anterior/posterior de 23 dB para las señales de curso y de margen.
 3. El rodaje o la espera de una sola aeronave paralela a la pista no genera señales fuera de tolerancia.
 4. Los límites de las áreas críticas o de las áreas sensibles posteriores se aplican a todo el eje longitudinal (cola y fuselaje) de las aeronaves interferentes. Los límites de las áreas sensibles se aplican sólo a la cola de las aeronaves interferentes.
 5. La semianchura de las áreas críticas, Y_c , debería exceder lateralmente (a ambos lados) la dimensión física real del sistema de antenas del localizador en por lo menos 10 m en su posición entre el sistema de antenas del localizador y el extremo de parada de la pista.

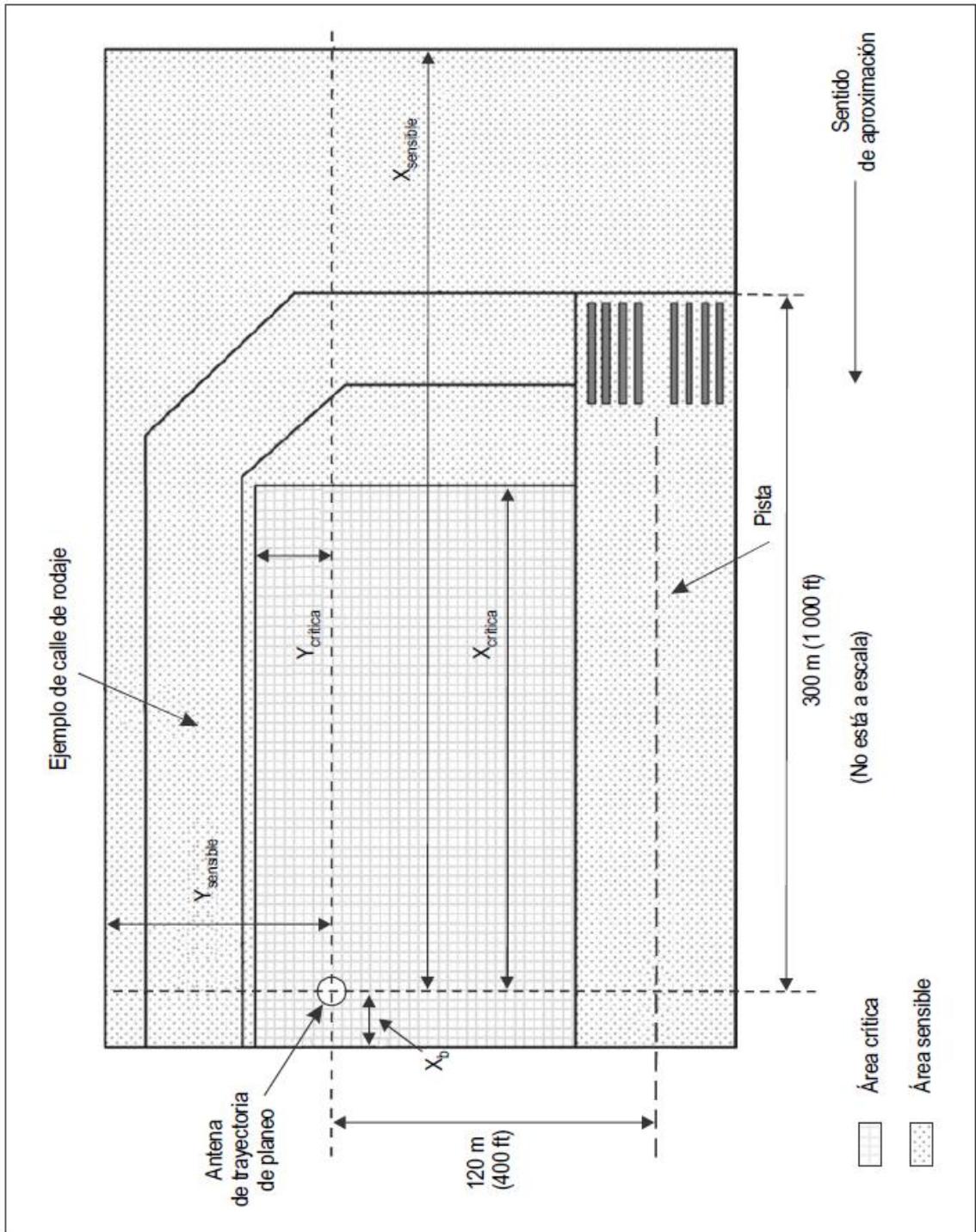


Figura C-4. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo (los valores figuran a continuación en la Tabla C-2A conexas)

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO

REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Tabla C-2B. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles de la trayectoria de planeo para otras orientaciones

Altura de la aeronave/vehículo	Vehículo terrestre H ≤ 6 m		Aeronave mediana 6 m < H ≤ 14 m		Aeronave grande 14 m < H ≤ 20 m		Aeronave muy grande 20 m < H ≤ 25 m	
	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero	Arreglo M	Referencia cero
Área crítica CAT I								
X	298 m	191 m	297 m	829 m	444 m	1 167 m	591 m	1 360 m
Y	24 m	15 m	39 m	39 m	35 m	55 m	34 m	55 m
Área sensible CAT I								
X	298 m	394 m	297 m	537 m	444 m	717 m	541 m	710 m
Y	24 m	24 m	39 m	39 m	25 m	18 m	24 m	24 m
Área crítica CAT II/III								
X	298 m	443 m	347 m	829 m	544 m	1 267 m	672 m	1 410 m
Y	24 m	25 m	39 m	39 m	35 m	55 m	34 m	55 m
Área sensible CAT II/III								
X	298 m	445 m	297 m	829 m	528 m	817 m	610 m	1 010 m
Y	24 m	24 m	39 m	39 m	25 m	25 m	24 m	24 m

**Fuente: Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas VOL 1
Radioayudas para la navegación séptima edición. (2018)**

Notas:

1. $X_b = 50$ m se aplica a las áreas críticas y sensibles sólo para las categorías de aeronaves grandes y muy grandes. En los demás casos, $X_b = 0$ m.
2. La categoría de vehículos terrestres, también se aplica a las aeronaves pequeñas. En las simulaciones, se aproximaron estas aeronaves o los vehículos terrestres grandes utilizando un rectángulo (4 m de altura □ 12 m de longitud □ 3 m de anchura). Dependiendo de las condiciones locales, es posible reducir especialmente las dimensiones de las áreas críticas de Categoría I, de manera que pueda permitirse rodar o circular en la calle de rodaje directamente enfrente de la antena de trayectoria de planeo.
3. Se proporcionan tablas por separado (C-2A y C-2B), para orientaciones paralelas/perpendiculares y para otras orientaciones, con la finalidad de no penalizar las operaciones paralelas de rodaje. Para derivar las áreas restringidas para el peor de los casos, debe utilizarse el número más grande de entre las dos tablas. Los valores de la tabla C-2B (“otras orientaciones”) que son más grandes que los correspondientes de la tabla C-2A (“orientaciones paralelas y perpendiculares”) se destacan con negritas. Las orientaciones perpendiculares comprendidas en la tabla C-2^a, incluyen sólo la orientación en el caso de que la proa de la aeronave apunte hacia la pista. Las orientaciones perpendiculares con la cola de la aeronave, apuntando hacia la pista se cubren en la tabla C-2B. Asimismo, en la tabla C-2B, también se consideran las aeronaves que giran hacia la pista para alinearse a ángulos de 15°, 30°, 45°, 60° y 75°. Las orientaciones que ocasionan las áreas restringidas más grandes, (es decir, las peores orientaciones de aeronave entre todas las orientaciones que ocasionan señales fuera de tolerancia), se derivaron basándose en un A380, que utiliza un arreglo M del sistema de antena. Ya que, sería excesivo el número de simulaciones que se requiere, para cubrir todas las orientaciones posibles para todas las categorías de

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

vehículos para un área grande, es posible que, sea necesario verificar el impacto que tienen las orientaciones para el peor de los casos en las áreas críticas y sensibles, teniendo en cuenta la configuración particular de la calle de rodaje.

4. Las simulaciones hacen referencia al mástil de la antena de trayectoria de planeo, utilizando una distancia perpendicular típica de 120 m con respecto al eje de la pista y una distancia paralela nominal de 300 m a partir del umbral de la pista. Para diferentes desplazamientos antena-pista, es necesario cambiar las áreas críticas y sensibles en consecuencia.
5. El borde de la pista más próximo a la antena de trayectoria de planeo define el límite interior del área crítica. El borde de la pista más alejado, define el límite interior del área sensible. Es necesario ampliar este límite del área sensible 50 m adicionales, en el lado opuesto de la pista (comenzando a partir del eje de la pista) para categorías de aeronaves grandes y muy grandes al utilizar una antena de referencia cero.
6. Dependiendo de las opciones de simulación (punto de transición), el área crítica puede ser más grande que el área sensible y ejercer un impacto en los procedimientos de gestión conexos.
7. De acuerdo con la lógica operacional descrita en 2.1.9.4 (no se requiere una protección de la trayectoria de planeo de Categoría I por debajo de la altura de decisión), y según la observación de que en las tablas C-1, C-2A y C-2B el área crítica de Categoría I es normalmente igual o mayor que el área sensible, es posible que no sea necesario proteger el área sensible de Categoría I.
8. Los límites de las áreas críticas y sensibles se aplican a la aeronave completa (la totalidad del fuselaje y las alas).

1.2 Zonas Críticas VOR

Los siguientes párrafos que describen los requisitos del sitio y se toman de orden técnica 561061 – 0001 Rev C. Use estas recomendaciones al evaluar el sitio potencial de VOR.

A continuación, se resume la información de las Figuras 1 (CVOR) y 2 (DVOR).

CVOR Figura 1

(a) Fuera a una distancia de 65 metros (213 pies) del centro de la antena VOR, no debería haber Obstáculos con una altura superior a 1,2 metros (3,93pies).

(b) De 65 metros (213 pies) a una distancia de 250 metros (820 pies), no debe haber objetos metálicos o edificios con contenido de metal significativo. Ahí no debe haber grupos de árboles y ningún árbol individual debe tener menos de 7 metros (23 pies) de altura. Alguna la pendiente en el terreno debe ser inferior al 2.3%.

(c) De 250 metros (820 pies) a una distancia de 400 metros (1312 pies), cualquier grupo de árboles debe ser menor de 10 metros (33 pies) de altura y debe contener un ángulo horizontal de menos de 7 grados con respecto al VOR. Cualquier línea de alimentación debe ser inferior a 5 metros (16 pies) de altura y deben ubicarse en un radial al VOR. Las líneas

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

eléctricas deben presentar un ángulo horizontal de menos de 10 grados con respecto al VOR. La pendiente del terreno debe ser inferior al 4%.

(d) De 400 metros (1312 pies) a una distancia de 600 metros (1968 pies), los edificios deben tener menos de 12 metros (39 pies) de altura, los edificios metálicos deben ser menos de 6 metros (23 pies) de altura y el terreno la pendiente debe ser inferior al 8%. Las líneas eléctricas deben ser menos de 9 metros (30 pies) de altura.

Además de los requisitos anteriores, cualquier obstrucción no puede exceder los ángulos verticales que se muestran en el dibujo.

DVOR Figura 2

(a) Salir a una distancia de 100 metros (328 pies) del centro de la antena VOR, no debe haber obstáculos con una altura superior a 7 metros (23 pies) y no debe haber objetos metálicos. Cualquier pendiente en el terreno debe ser inferior al 2.3%.

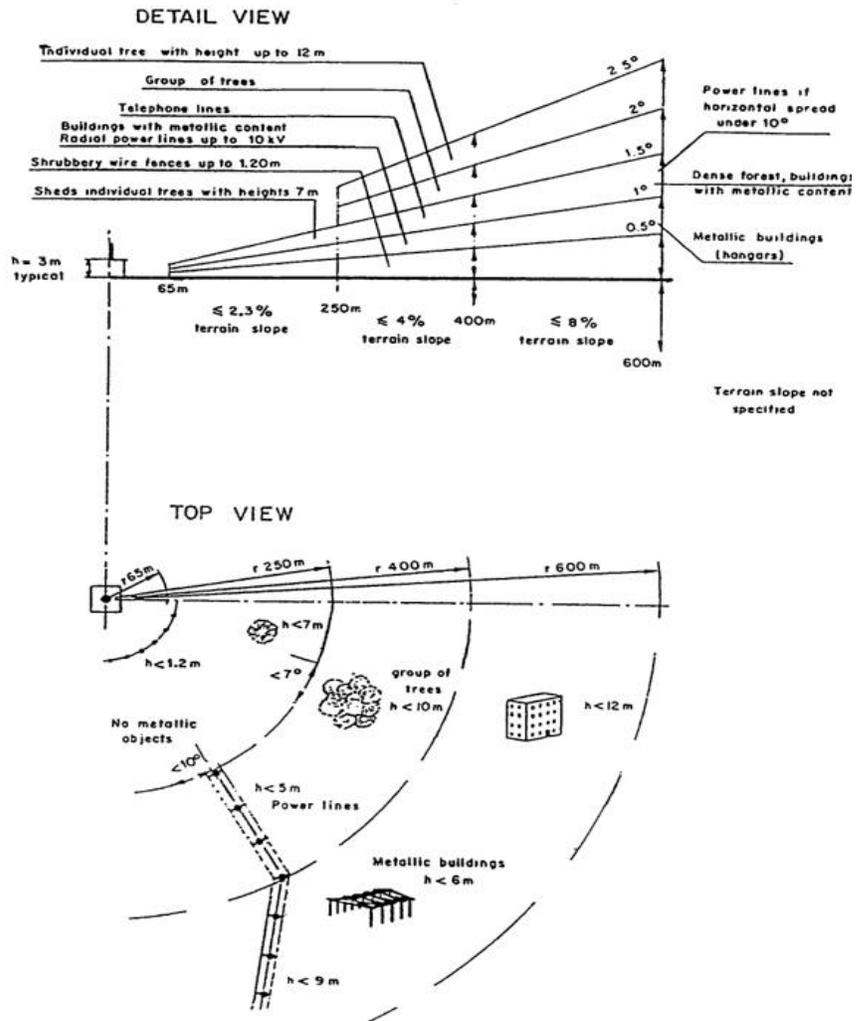
(b) Desde 100 metros (328 pies) hasta una distancia de 200 metros (656 pies), cualquier grupo de árboles debe tener menos de 10 metros (33 pies) de altura y debe tener un ángulo horizontal de menos de 7 grados con respecto al VOR. Las líneas eléctricas deben tener menos de 5 metros (16 pies) de altura y deben ubicarse en un radio al VOR. Las líneas eléctricas deben tener un ángulo horizontal de menos de 10 grados con respecto al VOR. La pendiente del terreno debe ser inferior al 4%.

(c) Desde 200 metros (656 pies) hasta una distancia de 300 metros (984 pies), los edificios deben tener menos de 12 metros (39 pies) de altura, los edificios metálicos deben tener menos de 6 metros (23 pies) de altura y La pendiente del terreno debe ser inferior al 8%. Las líneas eléctricas deben tener menos de 9 metros (30 pies) de altura.

Además de los requisitos anteriores, cualquier obstrucción no puede exceder los ángulos verticales que se muestran en el dibujo:

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

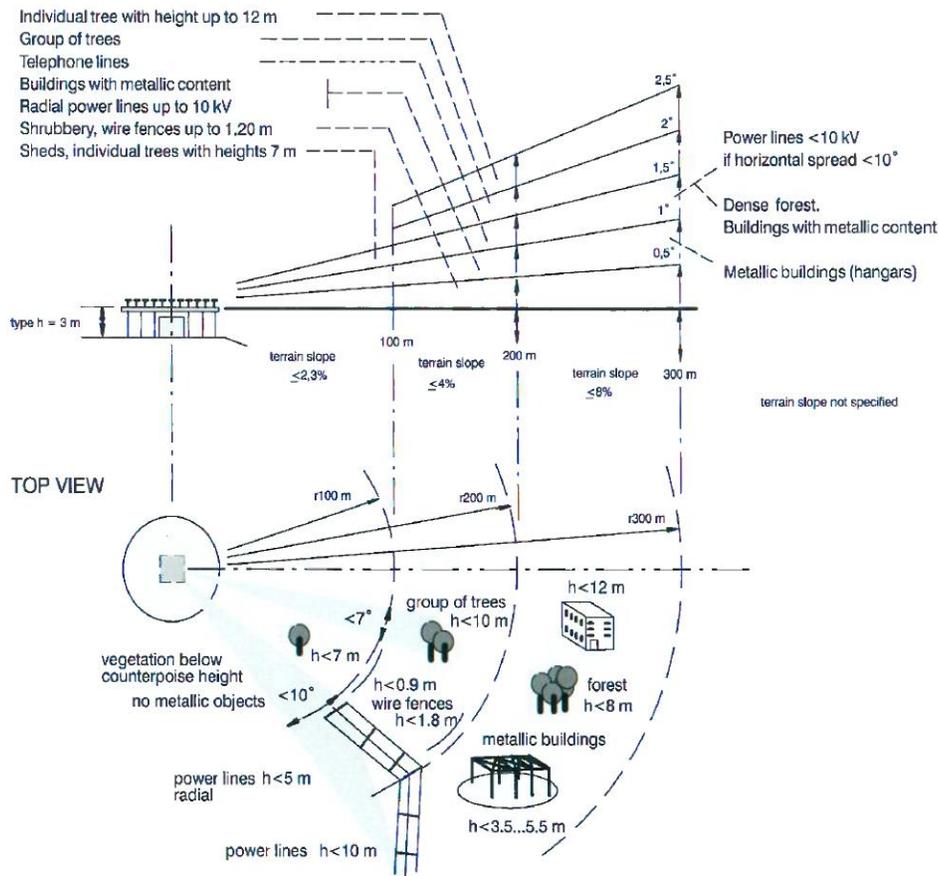
Figura 1. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles CVOR/DME



Fuente: orden técnica 561061 – 0001 Rev C

AUTORIDAD AERONÁUTICA AVIACIÓN DE ESTADO
REGLAMENTOS AERONÁUTICOS DE COLOMBIA AVIACIÓN DE ESTADO

Figura 2. Ejemplo de dimensiones de las áreas críticas y sensibles DVOR/DME



Fuente: orden técnica 561061 – 0001 Rev C

Fin del documento